

# INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN ÁFRICA OCCIDENTAL

Conceptos, prácticas y potencial



*Portada:*

Fotografías FAO de A. Conti y M. Halwart

# INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN ÁFRICA OCCIDENTAL

## Conceptos, prácticas y potencial

Editado por

**Matthias Halwart**

Oficial Superior de Acuicultura  
Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO  
Roma, Italia

**Anne A. van Dam**

Profesor Adjunto  
Departamento de Recursos Ambientales  
Instituto UNESCO-IHE para la Educación sobre el Agua  
Delft, Países Bajos

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-305491-7

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org), o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

© FAO 2010

## PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Este documento contiene las sesiones, incluyendo los 12 trabajos presentados, así como documentos de contexto e informes de misión preparados para el Taller FAO-ADRAO<sup>1</sup> sobre la Integración del Riego en la Acuicultura que tuvo lugar en Bamako, Malí, del 4 al 7 de noviembre de 2003. Las presentaciones realizadas en el taller de Bamako fueron revisadas a nivel técnico por miembros de la Secretaría Técnica del taller (M. Halwart/FAO, I. Beernaerts/FAO, C. Brugère/FAO, P. Kiepe/ADRAO y J.F. Moehl/FAO). Todo el material, incluyendo los estudios y análisis preparatorios, fue recopilado y editado por M. Halwart y A.A. van Dam.

Halwart, M.; Dam, A.A. van (eds).

Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial. Roma, FAO. 2010. 193p.

---

<sup>1</sup> A raíz de la veintisieteava reunión del Consejo de Ministros de Estados miembros mantenida en septiembre del 2009, se tomó la decisión de modificar el título oficial de "ADRAO" por el de "Centro africano del arroz". Sin embargo el presente documento conserva el título original de la versión inglesa.

## RESUMEN

Este volumen contiene documentos de contexto y ponencias presentadas en el Taller FAO-ADRAO sobre Integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) celebrado en Bamako, Malí, del 4 al 7 de noviembre de 2003, así como las conclusiones de las misiones de expertos de la FAO sobre la IIA en la región de África occidental. En el fundamento del desarrollo de la IIA se basa su potencial para incrementar la productividad de unos recursos de agua dulce escasos, mejorar la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza, y reducir la presión sobre los recursos naturales, en particular en los países propensos a la sequía de África occidental. Los sistemas irrigados, llanuras anegables y los fondos de los valles interiores se han identificado como los tres ambientes principales objetivo para la IIA en África occidental. En los sistemas irrigados, la acuicultura es un uso del agua no consuntivo que puede incrementar su productividad. Los corrales y jaulas flotantes se utilizan a menudo para criar peces en los subsistemas de captación, distribución y evacuación de las zonas de riego (presas y canales). La acuicultura en los arrozales es la forma más común de acuicultura en el subsistema de uso de las zonas de riego. La continuidad del suministro de agua, el efecto de la acuicultura en la conducción del agua y el uso de productos agroquímicos son los principales puntos de atención para la acuicultura en los sistemas de riego.

Aparte de las zonas de riego, las llanuras inundables de los ríos y las tierras bajas deltaicas ofrecen también oportunidades para la integración de la acuicultura. Con el cerramiento de una parte de estas áreas inundables y repoblándolas con organismos acuáticos, es posible mejorar la producción alimentaria. Algunos ejemplos de acuicultura en los arrozales comunitarios en Bangladesh y Viet Nam muestran que la producción pesquera puede incrementarse entre 0,6 y 1,5 toneladas anuales por hectárea. Otro ejemplo es el uso de los estanques estacionales en los humedales que rodean el Lago Victoria (África oriental), que reciben agua y peces de las inundaciones naturales y son gestionados mediante el uso de recursos disponibles a nivel local, como estiércol animal y desechos de cosechas.

Tras los tres primeros capítulos, que establecen el marco para la IIA en África occidental, el capítulo cuarto presenta un examen de los sistemas de la IIA en 13 países de África occidental que demuestran el considerable potencial para más desarrollo. En muchos países de África occidental existen sistemas tradicionales de acuicultura en las marismas que requieren un ulterior desarrollo, junto a la cría de peces en los sistemas de riego. Los capítulos siguientes tratan de las prácticas y limitaciones actuales en Burkina Faso, Malí, Níger, Nigeria y Senegal. Se ofrecen además ejemplos de enfoques de desarrollo en Côte d'Ivoire y Guinea. Los conceptos de análisis económico de la IIA son analizados e ilustrados con un ejemplo de la integración de la acuicultura en Madagascar. A continuación sigue una visión general de los institutos y redes de investigación nacional e internacional. Los últimos dos capítulos resumen los factores clave para la adaptación con éxito de la IIA –la participación de las partes interesadas y el apoyo para el desarrollo local, un enfoque integral y multisectorial de la IIA y una mejor gestión y red de contactos sobre los conocimientos– e indican el camino a seguir mediante una propuesta para el desarrollo de la IIA en África occidental.

## ÍNDICE

Preparación de este documento	iii
Resumen	iv
Lista de acrónimos	vii
Prólogo de la FAO	ix
Prólogo de la ADRAO	x
Introducción	xi
1. Caracterización de tres ambientes clave para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura y sus nombres locales <i>Paul Kiepe</i>	1
2. Un estudio de la experiencia de integración de la acuicultura en sistemas de riego a gran escala <i>John Gowing</i>	7
3. Piscicultura comunitaria en llanuras inundables estacionales <i>Mark Prein y Madan M. Dey</i>	17
4. Un estudio del desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA), con especial referencia a África occidental <i>Cécile Brugère</i>	27
5. El potencial para el desarrollo de la acuicultura y su integración con el riego en el contexto del programa especial para la seguridad alimentaria de la FAO en el Sahel <i>Jim Miller</i>	61
6. Un estudio de viabilidad de la acuicultura en los arrozales en África occidental <i>Djawadou Sanni y Godardo Juanich</i>	77
7. El potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Malí <i>Jennifer Peterson y Mulonda Kalende</i>	81
8. El potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en Senegal <i>Jennifer Peterson, Mulonda Kalende, Djawadou Sanni y Mamadou N’Gom</i>	97
9. Oportunidades para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Nigeria: el programa especial para la seguridad alimentaria y la acuicultura en arrozales en Nigeria <i>Jim Miller, Tunde Atanda, Godwin Asala y Wen Hui Chen</i>	121
10. Asociaciones acuícolas – Desarrollo rural en el África tropical húmeda <i>Barbara Bentz</i>	129
11. Acuicultura integrada en estanques en los humedales del lago Victoria <i>Anne A. van Dam, Rose C. Kaggwa y Julius Kipkemboi</i>	133
12. Economía de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura <i>Cécile Brugère</i>	139

13. Apoyo de la investigación internacional para el desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura <i>Cécile Brugère</i>	155
14. El programa de medios de subsistencia pesqueros sostenibles (SFLP) y la lucha contra la pobreza <i>Jean Calvin Njock</i>	161
15. Integrar la acuicultura en los ecosistemas agrícolas en África occidental: el papel de la ADRAO, el Centro Africano del Arroz y el Consorcio del Inland Valley <i>Paul Kiepe</i>	163
16. El Centro Mundial de Pesca y su relevancia para la irrigación y acuicultura integradas <i>Mark Prein y Randall Brummett</i>	167
17. La Universidad de Wageningen y las redes de centros de investigación y el futuro papel del INREF-POND en la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental <i>Rael Bosma, Pieter Windmeijer y Hans Komen</i>	173
18. El Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua: creación de capacidad e investigación en la gestión integrada de los recursos hídricos <i>Anne A. van Dam</i>	177
19. Desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: el camino a seguir <i>Matthias Halwart y Anne A. van Dam</i>	179
20. Propuesta para un programa de gestión integrada de recursos de aguas continentales en países de África occidental propensos a la sequía <i>John Moehl, Matthias Halwart y Ines Beernaerts</i>	187

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ADRAO	Centro Africano del Arroz (centro del CGIAR). Hasta septiembre del 2009, el nombre completo era Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en África Occidental (Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest)
ALCOM	Gestión de Recursos Acuáticos para el Desarrollo de Comunidades Locales (Aquatic Resource Management for Local Community Development)
APDRA-CI	Asociación para la Piscicultura y el Desarrollo Rural en África tropical húmeda – Côte d'Ivoire (Association pisciculture et développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire)
APDRA-F	Asociación para la Piscicultura y el Desarrollo Rural en África tropical húmeda – Francia (Association pisciculture et développement rural en Afrique tropicale humide – France)
ARI	Iniciativa Africana sobre el Arroz (African Rice Initiative)
ARID	Asociación Regional para la Irrigación y el Drenaje
ASI	Institución Científica Avanzada (Advanced Scientific Institution)
CBFM	Gestión de Pesca Comunitaria (Community-based Fisheries Management)
CCFD	Comité Católico contra el Hambre y para el Desarrollo (Comité catholique contre la faim et pour le développement)
CGIAR	Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (Consultative Group on International Agricultural Research)
CIRAD	Centro de Cooperación internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement)
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
CORAF	Conferencia de Directores de Investigación Agrícola en África Central y Occidental (Conference of Agricultural Research Directors in West and Central Africa)
CPCA	Comité de Pesca Continental para África
DGIS	Dirección General para la Cooperación Internacional (Países Bajos)
EPHTA	Programa Ecorregional para los Trópicos Húmedos y Sub-húmedos de África subsahariana (Eco-regional Programme for Humid and Sub-Humid Tropics of Sub-Saharan Africa)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FED	Fundo europeo de desarrollo
FFS	Escuela de Campo para Agricultores (Farmer field schools)
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
ICLARM	Centro Internacional para la Ordenación de los Recursos Acuáticos Vivos (ahora denominado Centro Mundial de Pesca; centro del CGIAR)
ICOUR	Compañía de Riego de la Región Oriental Superior, Ghana (Irrigation Company of the Upper East Region, Ghana)
ICRISAT	Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas
IFAD/FIDA	International Fund for Agricultural Development/Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
IIPA	Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias
IIRR	Instituto Internacional de Reconstrucción Rural, Filipinas
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
ILRI	Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias (International Livestock Research Institute)
INRAB	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Benin (Institut national des recherches agricoles du Bénin)
INREF	Fondo Interdisciplinar de Investigación y Educación, WUR (Interdisciplinary Research and Education Fund, WUR)
INREF-POND	Programa del INREF para la Optimización de la Dinámica Nutricional (INREF Program for Optimisation of Nutrient Dynamics)
IPTRID	Programa Internacional de Investigación y Tecnología de Riego y Drenaje
IIA	Integración de sistemas de irrigación y acuicultura
IRRI	Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (International Rice Research Institute, Centro del CGIAR)
IVC	Consortio del Inland Valley (Inland Valley Consortium)
IWMI	Instituto Internacional para la Gestión del Agua (Centro del CGIAR)
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
MAE	Ministerio de Asuntos Exteriores, Francia (Ministère des Affaires Etrangères)

SNIA	Sistemas Nacionales de Investigaciones Agronómicas
ONG/NGO	Organización No Gubernamental/Non-Governmental Organization
OUA	Alianza Ouelessebougou-Utah (Ouelessebougou-Utah Alliance)
OUA	Organización para la Unidad Africana
PESA	Programa Especial para la Seguridad Alimentaria
PPCO	Proyecto Piscícola Centro-Oeste (Projet piscicole Centre-Ouest, Côte d'Ivoire), 1992-1996
PPGF	Proyecto Piscícola en Guinea Forestal (Projet piscicole de Guinée Forestière), 1999-2004
ROCARIZ	Red Regional de Investigación y Mejora del Arroz para África Occidental y Central
SIFR	Estrategia para la Investigación de la Pesca Continental (Strategy for Inland Fisheries Research)
SIMA	Iniciativa Integral sobre Malaria y Agricultura (GCIAR) (System-wide Initiative on Malaria and Agriculture) (CGIAR)
SSA	África Subsahariana (Sub-Saharan Africa)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNESCO-IHE	UNESCO-IHE Instituto para la Educación relativa al Agua
VAR	Variedad de alto rendimiento (High yielding variety, HYV)
VINVAL	Proyecto sobre el impacto del cambio de la cubierta vegetal en la producción y las funciones ecológicas de la vegetación en los valles interiores en África occidental, implementado por WUR (Alterra)
WARDA	Centro Africano del Arroz – Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en África Occidental (West Africa Rice Development Association) (Se trata del equivalente en inglés a la ADRAO)
WEDEM	Red Africana de Desarrollo y Gestión de Humedales (Wetland Development and Management)
WUR	Centro de Investigación y Universidad de Wageningen (Wageningen University and Research Center)
WURP	Proyecto de Investigación para el Uso de Humedales (Wetland Utilization Research Project)

## PRÓLOGO

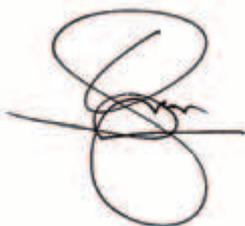
El agua dulce se está convirtiendo con rapidez en uno de los recursos más escasos del siglo XXI. Se requieren importantes inversiones para optimizar el uso de este recurso fuertemente demandado incrementando la productividad y eficiencia total del agua en la multitud de sistemas de riego, en particular en África. Los recursos hídricos de la región necesitan ser desarrollados para ofrecer una más amplia variedad de servicios y contribuir al incremento de la producción de alimentos y un mayor crecimiento económico por cada unidad de agua consumida.

La competencia por el agua dulce es uno de los más importantes desafíos a los que se enfrentan los países en desarrollo. A pesar de que la pesca, incluyendo la acuicultura, es habitualmente un usuario no consuntivo de agua, puede limitar el consumo por parte de otros usuarios; ya que las poblaciones de peces dependen de cantidades específicas de agua y de las inundaciones estacionales en ríos, lago o estuarios. Existe, por tanto, la necesidad de adquirir un conocimiento más amplio de estas interacciones y una mejor comprensión de los diversos procesos que afectan a la gestión de los recursos locales y contribuyen a la producción agrícola y pesquera, así como a otros bienes y servicios generados por los ecosistemas acuáticos. En este contexto, la FAO ha identificado la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) como un elemento clave para la colaboración interdisciplinaria e interdepartamental.

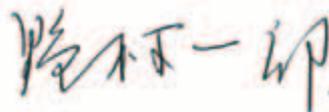
En colaboración con socios regionales como el Centro Africano del Arroz (ADRAO), la FAO ha adoptado la IIA como una parte integral de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) centrada en los múltiples usos de los ecosistemas acuáticos. Se considera esencial potenciar y permitir que el ambiente alcance coherencia por medio de las políticas pertinentes a todos los niveles para los planes de gestión de recursos naturales locales. Por ahora, muchos países tienen todavía que desarrollar directrices a nivel nacional para la IIA como parte de sus estrategias nacionales para la pesca continental o la acuicultura. Sin herramientas estratégicas de planificación que guíen el establecimiento de actividades piloto de IIA, es muy difícil que aquellos países con mayor necesidad puedan apreciar las ventajas del desarrollo de la IIA.

En este contexto, es importante atribuir el valor correcto a la alimentación y el medio ambiente en sistemas de uso del agua agrícola multiusos, y en particular en los sistemas de arrozales de riego y pantanosos. En el futuro se requerirán grandes inversiones en este campo, centradas en el desarrollo de métodos mejores para medir el valor económico. Además, será necesario apoyar con las correspondientes mejoras de los sistemas de gobernanza que facilitan procesos de toma de decisión sobre la gestión intersectorial del agua y adoptan un enfoque basado en el ecosistema.

La FAO se ha comprometido a apoyar activamente las recomendaciones de este taller, dentro de su mandato y recursos. La Organización continuará fomentando asociaciones estratégicas con organizaciones de desarrollo e investigación sobre el riego y la acuicultura en África para reforzar más la labor normativa de la FAO en desarrollo normativo y metodológico, al tiempo que se garantiza la implementación a nivel nacional en base a peticiones concretas de los gobiernos de los Estados Miembros.



Louise Fresco  
Subdirectora General  
Departamento de Agricultura, Bioseguridad,  
Nutrición y Protección del Consumidor, FAO



Ichiro Nomura  
Subdirector General  
Departamento de Pesca y  
Acuicultura, FAO

## PRÓLOGO

El Centro Africano del Arroz (ADRAO) está comprometido con la reducción de la pobreza en África a través de la investigación, el desarrollo y las actividades de asociación destinadas a incrementar la productividad y rentabilidad del sector arrocero, al tiempo que se garantiza la sostenibilidad del ambiente agrícola. Entre los factores clave para alcanzar estas metas figuran la intensificación y diversificación de los sistemas basados en el arroz. La ADRAO trabaja en diversos aspectos de la diversificación de los sistemas basados en el arroz estudiando la inclusión de la producción de hortalizas. El pescado representa una nueva área de diversificación potencial para los campesinos africanos.

La integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) ofrece una oportunidad excelente para los cultivadores de arroz de hacer un uso más eficiente de los recursos hídricos. También introduce proteínas extra en su dieta. Históricamente, no faltaban proteínas en la dieta africana. La limitación primordial no era su disponibilidad, pero era si podían permitirse pagarlas. La situación ha empeorado: las poblaciones naturales de peces en los ríos se están agotando con rapidez y el precio del pescado aumenta. Los campesinos, sin embargo, están comenzando a darse cuenta del potencial de criar peces para el consumo doméstico así como para el mercado.

Durante las rondas de consultas con las múltiples partes interesadas que tienen lugar de forma regular en Malí entre el sistema nacional de investigación agraria del Institut d'économie rurale (IER), las organizaciones de campesinos y el servicio de extensión, la acuicultura en los arrozales fue seleccionada en 2005 como la principal prioridad en la investigación. Esta declaración subraya la necesidad y relevancia de investigar la acuicultura en los arrozales en la subregión.

La integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) es un área relativamente nueva para la ADRAO. La cría de peces era ya objeto de estudio en el Consorcio del Inland Valley (IVC), un programa ecoregional acordado por la ADRAO. Sin embargo, estos estudios se centraban en estanques piscícolas en valles interiores y no en la integración de los peces en los arrozales, que está despertando el interés de los cultivadores de arroz en diferentes zonas ecológicas. La ADRAO aceptó con satisfacción la iniciativa combinada de la FAO y el IVC de desarrollar un taller de partes interesadas para evaluar el estado de la IIA en África occidental y explorar vías para una futura colaboración que ayude a alcanzar metas comunes.

Este taller tuvo como resultado un proyecto de investigación colaborativa de cinco años que reúne a la ADRAO, el Centro Mundial de Pesca, el Institut d'économie rurale (IER) y –a través de sus actividades sobre la biodiversidad agrícola en Malí– a la FAO como socio afiliado. El proyecto Piscicultura comunitaria en los sistemas de riego y llanuras inundables estacionales tiene como objetivo aumentar la productividad del agua y mejorar y sostener los medios de subsistencia de la población pobre en Malí. También es parte de un proyecto general de investigación de acción interdisciplinaria entre tres centros del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (IFPRI, ADRAO y el Centro Mundial de Pesca) y seis países (Bangladesh, Camboya, China, India, Malí y Viet Nam). Gracias a este proyecto se han creado nuevas oportunidades para que la ADRAO participe activamente en más investigaciones sobre la cría de peces en los arrozales en África occidental. Existe una opción para que en una fase posterior el proyecto amplíe su labor en Malí a Senegal, lo que encajaría bien con las metas y aspiraciones de la ADRAO y daría satisfacción a las necesidades expresadas por los cultivadores de arroz.



Kanayo F. Nwanze  
Director General  
Centro Africano del  
Arroz – ADRAO

## INTRODUCCIÓN

La población de África occidental crecerá desde su nivel actual (2003) de 260 millones a aproximadamente 490 millones en 2025. Hoy en día la población urbana supone el 40 por ciento del total y se espera que la urbanización continúe incrementándose. Con estos cambios demográficos, la demanda de alimentos aumentará en la subregión durante los próximos 25 años y se deberá extender la irrigación para cubrir las necesidades urbanas de frutas, hortalizas, arroz y pescado a través de la acuicultura.

Las pesquerías costeras e interiores en la subregión están estancadas o en declive, lo que plantea una gran preocupación en términos de suministro de pescado y seguridad alimentaria. El desarrollo de la acuicultura se presenta como una posible solución para esta creciente brecha de suministro en el futuro.

La población existente en la región puede apenas mantenerse con la actual producción agrícola doméstica sin contar cada vez más con la irrigación. En la región del Sahel, el riego reduce los riesgos asociados con la extrema variabilidad de las lluvias, pero es difícil de implementar debido a este mismo carácter impredecible del agua disponible. Esta escasez inherente de agua obliga a utilizar aquella que está disponible de la forma más racional y económica posible. Dondequiera se utiliza el agua, es vital analizar la forma en que puede ser reutilizada y cómo incrementar el rendimiento de sus usos presentes.

Las zonas de riego son objetivos lógicos de los esfuerzos para mejorar la productividad y eficiencia del agua. Los ambientes biológicos creados por las zonas de riego son favorables para la acuicultura en general y para el cultivo de peces en particular. En el caso de la acuicultura en los arrozales, la integración de sistemas de irrigación y acuicultura es la asociación de dos sistemas de cultivo, ya sea en la misma parcela o en parcelas adyacentes, en donde los subproductos de un sistema son utilizados como insumos por el otro. El objetivo es incrementar la productividad del agua, la tierra y los recursos asociados, al tiempo que se contribuye a una mayor producción de peces. El sistema de integración puede ser más o menos completo en función del diseño general de las parcelas de arroz de riego y de los estanques de peces. Los estanques pueden estar situados o por encima de las parcelas de riego (en este caso la parcela resulta fertilizada con el agua del estanque) o en la misma parcela (con una simbiosis completa), o más abajo de la parcela de riego (la cría de peces se realiza con el agua de drenaje procedente de la parcela de riego). Sin embargo, la integración de sistemas de irrigación y acuicultura no se limita a la acuicultura en los arrozales. Los pequeños depósitos de almacenamiento de agua en las zonas de riego, así como los canales para la irrigación, pueden ser adecuados para criar peces utilizando jaulas o corrales.

Diversos encuentros a nivel regional e internacional han establecido los marcos para programas de gestión integrada de recursos de aguas continentales. La Consulta de Expertos organizada conjuntamente en mayo de 1999 en Accra por la FAO y el Programa Internacional de Investigación y Tecnología de Riego y Drenaje (IPTRID) sobre Visión sobre el agua para la alimentación y el desarrollo rural en África occidental, reconoció la necesidad de incrementar la productividad y la eficiencia del agua. Incrementar la productividad del agua es clave para producir alimentos, combatir la pobreza y reducir la competencia por este recurso esencial. La Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) es un concepto importante que transforma la visión en acción, promoviendo el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos asociados con el objetivo de optimizar el bienestar económico y social sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

La Declaración Ministerial del Tercer Foro Mundial del Agua (Japón, 16–23 de marzo de 2003), reconociendo el aumento de la presión sobre los limitados recursos de agua dulce y el medio ambiente, hizo énfasis en la necesidad de una buena gobernanza de la gestión del agua, con una mayor atención a los enfoques basados en la familia y la comunidad, logrando un reparto equitativo de los beneficios, con la debida atención a las perspectivas de género y a favor de los pobres en la regulación del agua. En la Conferencia Ministerial los gobiernos se comprometieron a la preparación de planes de GIRH para 2005, de acuerdo con el Plan de Implementación de la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDS, Johannesburgo, 26 de agosto–4 de septiembre de 2002).

La cría de peces y otras formas de acuicultura son uno de los componentes de la gestión integral del agua que produce alimentos de alta calidad nutricional, y a menudo de elevado valor económico. La 21ª Conferencia Regional de la FAO para África (Yaoundé, febrero de 2000) reconoció la importancia de la acuicultura y recomendó que la FAO «asistiera a los gobiernos para elaborar normas efectivas para la acuicultura y hacer más eficiente el apoyo del sector público para promover el incremento de la producción acuícola». La Conferencia

endorsó el objetivo normativo de un incremento de la producción de alimentos y de la seguridad alimentaria a través de la expansión de los esfuerzos en áreas como el desarrollo sostenible del uso de la tierra y el agua.

La Declaración de Bangkok, elaborada durante la Conferencia sobre la Acuicultura en el Tercer Milenio (Bangkok, febrero de 2000), recogió este sentir al señalar que *«no existe conciencia del potencial de la acuicultura para contribuir a la producción alimentaria en todos los continentes»*, mientras que *«la acuicultura complementa otros sistemas de producción alimentaria y la acuicultura integrada puede dar valor añadido al uso actual del agua en las explotaciones agrícolas»*.

Reconociendo la necesidad de extender este tipo de actividades en sus países miembros, la Comisión de Pesca Continental para África (CPCA) en su 11ª sesión de octubre de 2000 celebrada en Nigeria, endorsó por unanimidad el concepto de un programa regional de Gestión Integral de Recursos de Aguas Continentales en países de África Occidental propensos a la sequía, y urgió a los Estados Miembros y otras partes implicadas a encontrar fondos para su implementación.

En este marco, la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) es una estrategia para lograr la productividad agrícola de hasta la última gota de agua, al tiempo que se mejora la sostenibilidad financiera de las inversiones en irrigación. Adoptar la integración de sistemas de irrigación y acuicultura a través de un programa de Gestión Integral de Recursos de Aguas Continentales contribuirá a mejorar la seguridad alimentaria en países propensos a la sequía en África occidental.

En la práctica, la IIA no es nueva, sino simplemente la constatación de un enfoque lógico para el uso de un recurso que ha sido empleado, en una u otra forma, durante siglos por la población de zonas con escasez de agua. Sin embargo, como programa formal y estructurado, representa un enfoque nuevo e interdisciplinario que hasta este momento no ha sido promovido o apoyado de forma activa. Es importante señalar que los sistemas a los que apunta la IIA son integrados, lo que implica un mayor nivel de interrelación que otros tipos más comunes de asociación. Las tecnologías de la IIA buscan reutilizar recursos de tal forma que el conjunto sea mayor que la suma de las partes. En gran medida, estas tecnologías tienen todavía que agregarse y recopilarse de forma que puedan ser distribuidas de forma eficaz entre las partes interesadas.

Existen muchos conocimientos a nivel local sobre la reutilización de recursos. Las llanuras inundables, por ejemplo, han sido empleadas tradicionalmente para sistemas de producción integrados. Durante milenios, los campesinos y pescadores han equilibrado de forma natural diferentes sistemas y ambientes para el bienestar de sus familias. Estas interrelaciones eran manejadas con usos ancestrales que se han convertido en parte del estilo de vida de las comunidades rurales. Ahora, a medida que la población se concentra, los recursos disminuyen y hay conciencia de que se deben incrementar la productividad y la eficiencia para satisfacer unas necesidades crecientes, estos sistemas tradicionales deben analizarse y utilizarse como bases para la gestión integral de los recursos, incluyendo la IIA.

Con esta idea en mente, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en África Occidental (ADRAO) organizaron de forma conjunta un taller sobre el desarrollo de la IIA en África Occidental en noviembre de 2003 en Bamako, Malí. Los objetivos de este taller fueron repasar los logros y dificultades de las actividades de integración de sistemas de irrigación y acuicultura en la subregión de África occidental, desarrollar un enfoque común y metodologías compartidas para la IIA, y elaborar estrategias nacionales para su promoción. Las conclusiones y recomendaciones fueron resumidas en un Informe (FAO/ADRAO, 2005<sup>1</sup>) que destaca los enfoques apropiados para el desarrollo de la IIA en la subregión de África occidental y detalla el camino a seguir para el desarrollo de la IIA a nivel nacional en la subregión<sup>2</sup>.

El presente volumen representa el suplemento a este informe y contiene todas las ponencias presentadas en el taller así como los estudios y análisis que fueron encargados a la FAO en preparación para el taller. Las presentaciones del taller de Bamako fueron revisadas a nivel técnico por miembros del Secretariado Técnico del Seminario (M. Halwart, I. Beernaerts, C. Brugère, P. Kiepe y J.F. Moehl). Todo el material, incluyendo los estudios y análisis preparatorios, fueron recopilados y editados por M. Halwart y A.A. van Dam.

<sup>1</sup> FAO/ADRAO. 2005. Rapport de l'Atelier de la FAO-ADRAO sur l'intégration de l'irrigation et l'aquaculture, Bamako, Mali, 4-7 de noviembre de 2003. Roma, FAO. 44pp.

<sup>2</sup> El Informe contiene también los datos de contacto de los 45 países participantes y de los especialistas que asistieron al taller.

Muchas gracias a J. Peterson y A. Coche, que ayudaron con la traducción y verificación de dos documentos. Está previsto que este volumen esté disponible en francés. Todo el documento estará disponible para ser descargado desde el sitio en Internet de la FAO ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Confiamos en que este volumen suponga una contribución destacada para el desarrollo de sistemas de IIA relevantes y adaptados particularmente a las zonas de África occidental donde reina la inseguridad alimentaria.



# CARACTERIZACIÓN DE TRES AMBIENTES CLAVE PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA Y SUS NOMBRES LOCALES

Paul Kiepe  
 Consortium Bas-fonds (CBF), ADRAO – Centro Africano del Arroz  
 Cotonou, Benin

**Kiepe, P.** 2010. Caracterización de tres ambientes clave para la integración del riego en la acuicultura y sus nombres locales. En M. Halwart & A.A. van Dam, eds. *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 1–5.

## Resumen

El trabajo aporta una definición de humedales y resalta la diferencia entre humedales como ecosistemas y los humedales como sistemas de producción. Se muestran los diferentes sistemas de clasificación disponibles en referencia a su uso específico. Los humedales se definen como áreas que están total o parcialmente inundadas una parte o la totalidad del tiempo. Los humedales tropicales pueden clasificarse en cuatro grupos principales: llanuras costeras, cuencas interiores, llanuras inundables de los ríos y valles interiores. Los valles interiores representan el 36% del área total cubierta por humedales en África subsahariana; se trata de las partes altas de los sistemas hidrográficos, en las que los procesos de sedimentación aluvial están casi o totalmente ausentes. La disponibilidad de una clasificación local de humedales se indica: los nombres locales pueden suministrar información importante e inesperada en los estudios específicos para cada sitio. Sin embargo, existe el riesgo de traducirlos de forma incorrecta, ya que un nombre local puede abarcar varios diferentes tipos de humedales tal y como nosotros los conocemos. Teniendo esto en cuenta, la clasificación local proporciona una valiosa herramienta para describir los lugares de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA). Con particular atención a la IIA en África occidental, tres ambientes claves abarcan la mayoría de los sistemas de la IIA: (1) sistemas de riego, (2) llanuras inundables y (3) fondos de los valles interiores.

## Introducción

El denominador común de los tres ambientes claves para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) –sistemas de riego, llanuras inundables y valles interiores– es que se trata en todos los casos de humedales. Sin embargo, la clasificación y caracterización de los humedales es problemática, ya que existen diversos sistemas de clasificación. Una de las conclusiones del «Taller de Desarrollo y Gestión de los Humedales (WEDEM) sobre el Uso Sostenible de los Valles Interiores», celebrado en 1996 en Cotonou, Benin, fue la falta de un enfoque común para clasificar y caracterizar los humedales. Esta conclusión no era nueva; la cuestión había sido planteada en diversas ocasiones previas y fue uno de los factores que motivaron el lanzamiento del Consorcio del Inland Valley (Inland Valley Consortium, IVC) en 1993. Un examen más detallado de los sistemas de clasificación de los humedales relevantes para este taller puede arrojar luz sobre la materia.

## Humedales

Los humedales son zonas que están parcial o completamente inundadas durante parte o la totalidad del tiempo. Incluyen por lo general marismas, turberas y aguas someras. Los humedales son ecosistemas complejos y sitios específicos, de extrema importancia para la supervivencia de muchas comunidades en todo el mundo. Los humedales ocupan cerca del 10 por ciento de África subsahariana (Cuadro 1). Hay dos puntos de vista enfrentados sobre la gestión de los humedales: uno agrícola y otro ecológico. Desde un punto de vista agrícola, se asume que los humedales son la base de sistemas de producción robustos, menos sensibles a la degradación que las tierras altas adyacentes debido a la entrada frecuente de agua, nutrientes y desechos orgánicos. Por otro lado, los ecologistas consideran estos mismos humedales como ecosistemas frágiles que deben ser manejados con cautela. Sería necesario por tanto hacer una distinción entre un humedal como ecosistema y un humedal como sistema productivo.

**Cuadro 1.** Extensión de humedales en África subsahariana tropical y proporción de los tipos de humedales sobre el total de humedales, de tierras cultivables y del total de tierras (Andriessse, 1986)

Tipo de humedal	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje de tipo de humedal		
		del total de humedales (%)	de tierra cultivable (%)	del total de tierras (%)
Humedales costeros	165 000	6,9	1,5	0,7
Cuencas interiores	1 075 000	45,0	9,7	4,5
Llanuras inundables fluviales	300 000	12,6	2,7	1,3
Valles interiores	850 000	35,6	7,7	3,6

## Ecosistemas de los humedales

La Convención de Ramsar sobre los Humedales define a éstos como «*las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*». La clasificación de Ramsar divide a los humedales en tres categorías principales:

- humedales marinos y costeros;
- humedales interiores;
- humedales hechos por el hombre.

Las categorías principales tienen subdivisiones adicionales, resultando un total de unos cuarenta tipos de humedales (Ramsar, 1999).

Los humedales tienen importantes funciones ecológicas, como la purificación del agua, la recarga de los acuíferos subterráneos, la retención de carbono y la protección contra las inundaciones y la erosión. Los humedales proporcionan también lugares de descanso y nidificación para muchas especies silvestres. Pueden ser considerados como sala de maternidad y guardería para peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y son de particular importancia para las especies huidizas y poco frecuentes.

## Sistemas de producción de los humedales

El objetivo de este taller son los sistemas de producción de los humedales. Los humedales tienen importantes funciones económicas, como la producción de cultivos (por ej. arroz) y hortalizas, como fuente de material para cubrir techos, realizar cercas y tejer cestos, pesca y para obtener agua y zonas de pastos para el ganado durante la estación seca. Al tiempo que la

Convención de Ramsar clasificaba los humedales con el objetivo de salvaguardar la biodiversidad de ecosistemas sensibles, las organizaciones de investigación agraria los clasifican de acuerdo a diversos criterios diferentes, como se describe a continuación con una presentación de tres clasificaciones existentes pertinentes para los tres ambientes clave seleccionados en el contexto de este taller para el desarrollo de la IIA.

## Clasificación WURP de los humedales africanos

El Proyecto de Investigación para el Uso de Humedales (WURP), financiado por el Gobierno de los Países Bajos (DGIS) y ejecutado por el Instituto de Agricultura Tropical (IITA) de la Universidad de Wageningen a principios de la década de 1980, tiene como principal objetivo el desarrollo de los fondos de valles interiores para el cultivo de arroz en humedales. La primera fase del WURP consistió en un inventario de información para identificar el alcance y categorías de los humedales en las zonas húmedas y subhúmedas de África occidental (Windmeijer y Andriessse, 1993). Se distinguieron cuatro tipos principales de humedales, en base a consideraciones geomorfológicas:

- llanuras costeras (deltas, estuarios, tierras bañadas por mareas);
- cuencas interiores (grandes depresiones de drenaje);
- llanuras inundables de ríos (depósitos aluviales recientes);
- valles interiores (también denominados a nivel local dambos, fadamas, bas-fonds, o tierras pantanosas de valles interiores).

La extensión de los cuatro tipos de humedales en África se estimó en base a la extrapolación de resultados de África occidental sobrepuestos al mapa de la FAO de los suelos de África, según se indica en el Cuadro 1.

**Cuadro 2.** Importancia relativa de los sistemas de producción arroceras en África occidental y central (ADRAO, 1997)

<b>Sistema de producción arroceras</b>	<b>Area (%)</b>	<b>Producción (%)</b>
Zonas de mareas (manglares, llanuras costeras)	4	4
Arroz flotante o de aguas profundas	9	5
Sistemas de riego	12	28
Tierras altas de secano	31	25
Tierras bajas de secano	44	36

### **ADRAO clasificación de los ambientes de producción arroceras rizicole**

El Centro Africano del Arroz (ADRAO) reconoce cuatro sistemas principales de producción arroceras en África occidental (Cuadro 2):

- zonas de mareas (manglares y llanuras costeras);
- ambientes de aguas profundas/inundaciones;
- sistemas de riego;
- tierras altas de secano;
- tierras bajas de secano.

Debido a que las tierras altas y bajas de secano y los sistemas de riego suponen la mayor parte del área y la producción totales en África occidental y central, y por su papel en la reducción de la pobreza, se ha dado prioridad al trabajo en estos tres sistemas productivos. Se prestó relativamente poca atención directa a otros sistemas como los manglares y la producción de arroz en aguas profundas, no porque estos sistemas sean menos importantes, sino simplemente porque resultaba más eficaz concentrarse en los tres sistemas productivos antes mencionados.

### **Clasificación de la FAO**

El Estudio Mundial de los Sistemas Agrícolas FAO/ Banco Mundial reconoce ocho sistemas agrícolas diferentes (Dixon y Gulliver, 2003):

- sistemas agrícolas de regadío en pequeñas fincas;
- sistemas agrícolas basados en el arroz de humedales;
- sistemas agrícolas de secano en zonas húmedas;
- sistemas agrícolas de secano en las zonas escarpadas y tierras altas;
- sistemas agrícolas de secano en zonas secas o frías;

- sistemas agrícolas duales (combinación de grandes explotaciones comerciales y de pequeñas fincas);
- sistemas de pesca artesanal costera;
- sistemas agrícolas urbanos.

Los tres primeros sistemas agrícolas son relevantes para el cultivo combinado de arroz y peces y coinciden en gran medida con los tres ambientes claves seleccionados para este taller.

### **Ambientes claves de la IIA**

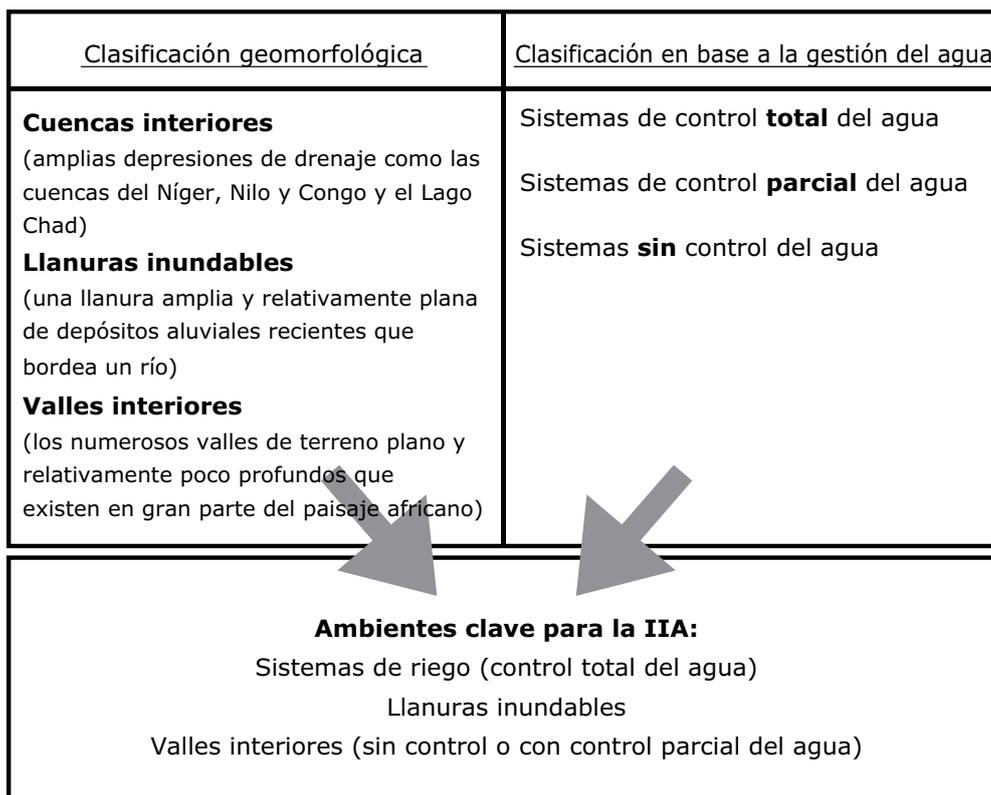
La clasificación utilizada en el contexto del desarrollo de la IIA es:

- sistemas de riego (control total del agua);
- llanuras inundables;
- valles interiores (sin o con control parcial del agua).

Esta clasificación se basa en una combinación de consideraciones geomorfológicas y de gestión del agua, como ilustra la Figura 1.

### **Sistemas de riego**

El riego puede ser descrito como el suministro de agua a la tierra por medio de canales y zanjas artificiales, para impulsar el crecimiento de los cultivos alimentarios. Los sistemas de riego se encuentran en África occidental en cuencas interiores, como la cuenca del Senegal, el interior del delta del Níger, la cuenca del Volta y a lo largo de las llanuras inundables de los ríos importantes. El riego consiste en el suministro de agua bajo demanda, independientemente del agua de lluvia. La retención del agua con diques sin aportar agua adicional, como sucede a menudo en los valles interiores, no se considera riego (Young, 1998).



**Figura 1.** Clasificación de los ambientes de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en base a una combinación de consideraciones geomorfológicas y de gestión del agua

### **Llanuras inundables**

Una llanura inundable es una zona normalmente seca y relativamente plana de depósitos aluviales recientes a lo largo de un arroyo o río, y sujeta a inundaciones periódicas. Las grandes llanuras inundables son muy adecuadas para el riego, ya que son más o menos llanas, a menudo fértiles y cercanas a una fuente de agua. Los sistemas de riego para llanuras inundables pueden basarse en la gravedad, cuando el agua se suministra a través de un canal que toma agua río arriba en un punto que permite la entrada de agua con suficiente presión. Una desventaja de estos sistemas es que dependen de las variaciones de nivel del río y la toma de agua puede no ser posible por debajo de un determinado nivel.

### **Valles interiores**

Los valles interiores son las partes altas de los sistemas fluviales, en los que los procesos de sedimentación aluvial están casi o completamente ausentes. Los valles interiores incluyen los fondos de los valles y pequeñas llanuras inundables coluviales, que pueden encontrarse sumergidas durante una parte del año, con sus márgenes hidromórficos y continuación en laderas y crestas superiores que se extienden sobre una zona que

contribuye a la escorrentía y filtraciones hacia el fondo del valle. La expresión «control parcial del agua» se utiliza para la retención del agua mediante diques o lomos en la agricultura de secano.

La clasificación elegida por la IIA es pragmática, ya que los tres entornos no se excluyen mutuamente. Los sistemas de riego de control total se encuentran a menudo en las cuencas interiores, pero también en las llanuras inundables e incluso en los valles interiores. Sin embargo, puede surgir cierta confusión sobre qué incorporar al término «riego». Mientras que el control total del agua es evidente, el área de «control parcial del agua» se encuentra menos definida.

### **Clasificación local de los humedales**

Cada población rural tiene su propia interpretación y sus propias palabras para áreas de interés específico. Los nombres locales, también denominados nombres vernáculos o indígenas, a menudo no corresponden con una clasificación científica formal ya que se basan en otros criterios. Por lo tanto, es necesario actuar con cautela en el uso de la nomenclatura indígena. Este tipo de problemas puede surgir

en inventarios basados en entrevistas con los campesinos. Cualquier pregunta realizada en un lenguaje local relacionada con la tipología del entorno puede ser contestada con el nombre vernáculo en el idioma local. Los nombres locales pueden proporcionar una importante e inesperada información en estudios sobre sitios específicos, pero si el objetivo es relacionar la información adquirida con un área mayor, es necesario diseñar cuestionarios para localizar una categoría en un sistema de clasificación y los nombres vernáculos deben usarse de manera que coincidan con un categoría única.

Veamos algunos ejemplos de nombres indígenas de los humedales:

- *Valles interiores* (África occidental anglófona). El término valle interior se refiere a los numerosos valles de fondo plano y relativamente poco profundos que se dan en las extensas llanuras y mesetas onduladas que constituyen una gran parte del paisaje africano (Andriessse, 1986). El nombre fue adoptado por el IVC a causa de su uso extendido en África occidental anglófona.
- *Bas-fonds* (África occidental francófona). Hablando en sentido estricto, es el fondo del valle per se y no el valle interior. *Vallée Intérieure* hace referencia al valle en su conjunto, pero la palabra bas-fond se usa de forma más común.
- *Boli lands* (Sierra Leone). Las *Boli lands* hacen referencia a un complejo de depresiones amplias y poco profundas que sufren inundaciones estacionales y a terrazas bajas del río sin apenas relieve. Las *Boli lands* incluyen valles interiores y llanuras inundables.
- *Fadama* (en hausa) es un área que se inunda de forma estacional. Los *Fadamas* incluyen valles interiores y llanuras inundables.
- *Dambo* (en chichewa significa pradera del valle). Los *Dambos* son depresiones que se inundan de forma periódica, formadas por la erosión en la roca madre (Roberts, 1988). Según Mackel (1985), los *dambos* son ecosistemas naturales que ocupan una depresión de poca profundidad que se inunda de forma estacional, situada en o

junto a la cabeza de un sistema de drenaje, Esta descripción coincide con la de un valle interior.

- *Mbuga* (en swahili) es equivalente a *dambo*.
- *Matoro* (en shona) es equivalente a *dambo*.
- *Vlei* (en afrikaans). Área de tierras bajas y pantanosas, en especial cuando alimenta a un arroyo. Un «*vlei*» puede, –pero no necesariamente– hacer referencia a un valle interior.

## Referencias

- ADRAO**. 1997. Annual Report 1997. Bouaké, Côte d'Ivoire, ADRAO The Africa Rice Center.
- ADRAO**. 2003. Strategic Plan 2003–2012. Bouaké, Côte d'Ivoire, ADRAO The Africa Rice Center, 56 pp.
- Andriessse, W.** 1986. Area and distribution. En A.R.S. Juo & J.A. Lowe, eds. *The wetlands and rice in sub-Saharan Africa*. Ibadan, Nigeria, IITA, pp. 15–30.
- Dixon, J. & Gulliver, A.** 2003. *Farm management systems and food production*. Roma, Food and Agriculture Organization, 13 pp.
- Mackel, R.** 1985. Dambos and related landforms in Africa; an example for the ecological approach to tropical geomorphology. *Z. Geomorphol. N.F. Supplementband 52*: 1–23.
- Ramsar**. 1999. Classification system for wetland type. Key documents of the Ramsar Convention. Gland, Switzerland, Ramsar Convention Secretariat (disponible en [www.ramsar.org/index\\_key\\_docs.htm](http://www.ramsar.org/index_key_docs.htm)).
- Roberts, N.** 1988. Dambos in development: management of a fragile ecological resource. *Journal of Biogeography*, 15: 141–148.
- Windmeijer, pp.N. & Andriessse, W. (eds)**. 1993. Inland valleys in West Africa: an agro-ecological characterization of rice growing environments. Publication 52, Wageningen, The Netherlands, International Institute for Land Reclamation and Improvement, 160 pp.
- Young, A.** 1998. Land resources: now and for the future. Cambridge, Cambridge University Press, 319 pp.



## UN ESTUDIO DE LA EXPERIENCIA DE INTEGRACIÓN DE LA ACUICULTURA EN SISTEMAS DE RIEGO A GRAN ESCALA

John Gowing  
Facultad de Agricultura, Alimentación y Desarrollo Rural  
Universidad de Newcastle upon Tyne, Newcastle, Reino Unido

**Gowing, J.** 2010. Un estudio de la experiencia de integración de la acuicultura en sistemas de riego a gran escala. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 7-16.

### Resumen

Los sistemas de riego no sólo proporcionan agua a los cultivos extensivos, sino que tienen otros muchos usos productivos y no productivos. La acuicultura es un uso productivo y no consuntivo del agua y no compite con el riego. En teoría, la integración de la acuicultura en los sistemas de riego puede contribuir a usar los escasos recursos de agua dulce de forma más eficiente. Sin embargo, existe la necesidad de estudiar las oportunidades y limitaciones de la integración de la acuicultura en los sistemas de riego. En sistemas de riego formales a gran escala se pueden distinguir cuatro subsistemas funcionales: captación del agua, distribución, uso y evacuación. Mientras que la acuicultura puede integrarse en cualquiera de ellos, este estudio se centra en canales y estanques de almacenamiento dentro del subsistema de distribución. Tanto las jaulas flotantes como los corrales pueden ser utilizados para cultivar peces en estas estructuras. Debido a la gran variabilidad de las condiciones en y entre los sistemas de riego, se deben analizar cuidadosamente las condiciones en las estructuras de almacenamiento. La acuicultura es más exigente que los cultivos de riego en lo relativo a la continuidad del suministro de agua. Otros aspectos importantes son las elevadas cantidades de agroquímicos en los sistemas de retorno de los campos agrícolas, los lentos tiempos de respuesta en la regulación del agua en los grandes sistemas de riego y el efecto de las estructuras acuícolas en la conducción del agua en los canales.

### Introducción

Comúnmente se acepta que desde la década de 1960 los avances tecnológicos en la agricultura, conocidos conjuntamente como «revolución verde», han proporcionado al mundo en desarrollo los medios necesarios para alimentar a su creciente población. También está reconocido el papel predominante del riego en la promoción de la seguridad alimentaria. En los países en desarrollo la agricultura de regadío produce el 40% de los alimentos y productos básicos agrícolas y en Asia hasta un 60% de la producción total. El corolario de esta dependencia de la agricultura de regadío es que, independientemente de dónde se practique, el riego es uno de los mayores consumidores de agua. A nivel mundial el 70% de todo el agua extraída de ríos y acuíferos subterráneos se utiliza para el riego, y en los países de ingresos bajos este dominio es aún mayor, ascendiendo a un 90% de la toma de agua (Seckler *et al.*, 1998). Sin embargo, la distribución de las tierras de riego está desequilibrada hacia unos pocos

países y presenta importantes variaciones entre regiones.

Durante la década de 1990 las prioridades para la asignación y desarrollo de los recursos hídricos cambiaron drásticamente. La escasez de agua se ha convertido en un asunto fundamental y como consecuencia de ello se considera al riego como una actividad de escaso valor y derrochadora de los recursos hídricos. Existe una gran presión para usar el agua de forma más eficiente y a menudo esto implica una reasignación de los recursos, desechando el riego en favor de su uso municipal, industrial y medioambiental (Molden *et al.*, 2001; Hamdy *et al.*, 2003). Aunque actualmente es una cuestión sin gran importancia en África subsahariana, debido al previsible crecimiento demográfico, se espera que la futura seguridad alimentaria dependa de la rápida expansión de las zonas de regadío y que la escasez de agua se convierta en un problema (Gowing, 2003). Esto está llevando a una nueva percepción de la necesidad de entender correctamente los múltiples usos del agua en los sistemas de riego, de evaluar económicamente

otros usos diversos al riego (Meinzen-Dick y van der Hoek, 2001) y de un mayor reconocimiento de los vínculos entre las actividades de gestión del agua y los ecosistemas acuáticos (Bakker y Matsuno, 2001).

Existe la idea generalizada de que los sistemas de riego proporcionan agua tan sólo a los campos de cultivo, si bien la realidad es más compleja. Incluso dentro del sector agrícola, los sistemas de riego no sólo proporcionan agua a los campos principales, sino también para el ganado y el cultivo en huertos domésticos. Otros usos productivos pueden incluir la pesca, la cosecha de plantas acuáticas y animales y otros cometidos como la fabricación de ladrillos. Entre las funciones medioambientales importantes se pueden incluir el suministro de agua a los árboles y otra vegetación permanente, que proporciona bienestar a la población local y sustenta la biodiversidad en plantas, aves y otros animales. Otros usos no productivos pueden ser la colada, el baño y el suministro doméstico. Las importantes consecuencias para la gestión y política del agua fruto del reconocimiento de estos múltiples usos incluyen la toma en consideración de: la valoración del agua en los sistemas de riego, la gestión de los sistemas para maximizar su productividad y la asignación del agua para usos alternativos (Meinzen-Dick y Bakker, 2001).

Aquí la atención se centra en la producción pesquera en sistemas de riego y, en particular, en las oportunidades para la población pobre de obtener de esta actividad un beneficio en sus medios de vida. Resulta evidente que las obras de ingeniería hidráulica de gran alcance asociadas al desarrollo del riego a gran escala han tenido un profundo impacto negativo en muchos ecosistemas de ríos, reflejándose en una drástica pérdida de biodiversidad (Halls *et al.*, 1999; Petr and Mitrofanov, 1998). Donde esto ha provocado la pérdida de la pesca de subsistencia de gran importancia, el impacto de este cambio ha sido experimentado generalmente de forma desproporcionada por la población pobre. Puede existir la oportunidad de mitigar este impacto negativo en los nuevos sistemas de riego mediante el fomento de un desarrollo complementario de la producción pesquera, si bien esta opción ha sido generalmente ignorada. En algunos países la pesca en canales de riego es importante, por ejemplo en China (Tapiador *et al.*, 1977), Pakistán (Javid, 1990), Egipto (Sadek y El Din, 1988), Sudán (Coates, 1984) y Tailandia (Swingle, 1972), pero se le ha dado poca importancia a la reposición del potencial de la pesca perdida mediante el desarrollo sistemático del potencial de la acuicultura. Sorprendentemente, hay pocas investigaciones que prueben la relación entre la

producción pesquera y el riego, bien en términos del impacto en la pesca natural o del potencial creado para nueva pesca gestionada. Más aún, los vínculos entre las instituciones de gestión de la pesca y las instituciones de gestión del agua suelen ser débiles.

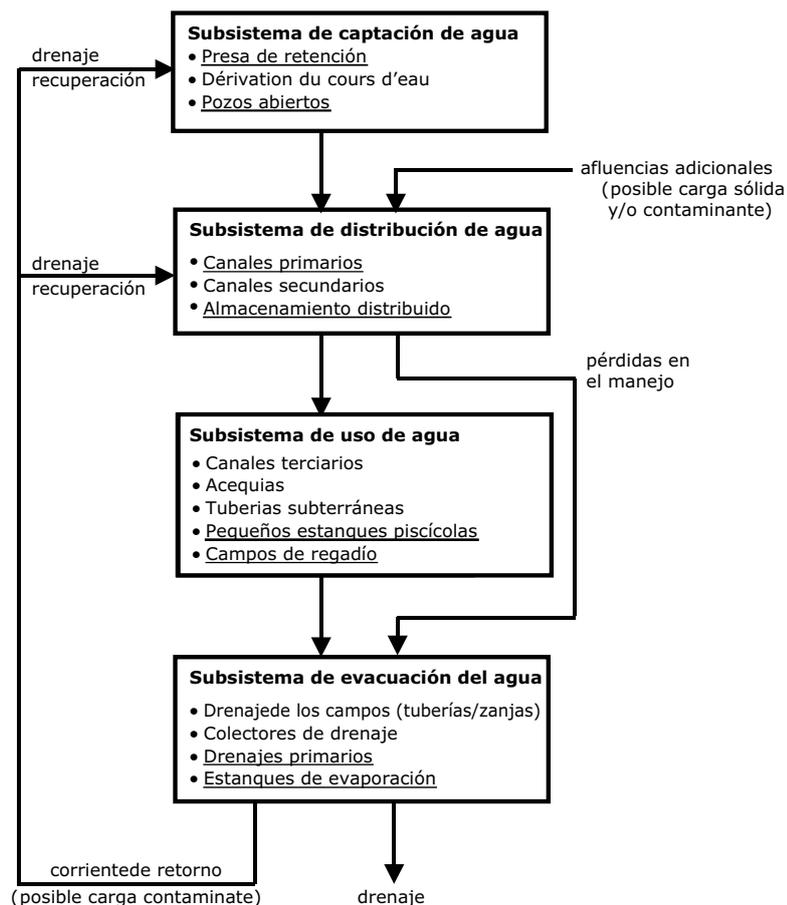
## El entorno del riego

Este trabajo hace referencia a sistemas de riego de relativamente gran escala que ofrecen un control completo del agua. No existe ninguna clasificación universalmente aceptada, pero los sistemas de riego pueden ser definidos en función de sus características físicas y organizativas. La extensión de la superficie cubierta por el riego no es por sí sola una característica diferenciadora, ya que un proyecto de 500 ha puede ser clasificado como «importante» o «de gran escala» en un país, pero ser considerado como «secundario» o «de pequeña escala» en otro. Una definición más útil dentro del alcance de este trabajo es que concierne a:

- jerarquías formales de canales abiertos para la distribución controlada del agua de riego y para la eliminación del agua de drenaje;
- estructuras organizativas formales con una institución de gestión legalmente constituida responsable del control de la asignación y distribución del agua.

Todos los sistemas de riego formales a gran escala están formados por cuatro subsistemas funcionales: captación, distribución, uso y evacuación del agua. La Figura 1 representa estos subsistemas y sus enlaces a través del caudal de agua. Una pequeña parte de los sistemas de riego tienen tuberías en lugar de canales abiertos para parte de sus subsistemas de distribución y/o uso del agua, si bien los sistemas de canales abiertos son los más habituales.

Como la superficie cubierta por el riego puede variar, también pueden hacerlo la capacidad y el tamaño de los canales primario y secundario. Habitualmente, un canal primario tiene una anchura de lecho comprendida entre 5 y 50 m y una profundidad de 1 a 5 m. En la mayoría de los casos, estará diseñado para funcionar de forma más o menos continua durante la temporada de riego. La velocidad del diseño dependerá de la naturaleza del material del lecho, de si está o no revestido, y de si transporta agua clara o repleta de sedimentos. Los canales secundarios y terciarios proporcionan agua a secciones de la superficie de riego progresivamente menores y por tanto tienen anchuras de lecho y profundidades más



**Figura 1.** Principales componentes de un sistema de riego

reducidas. Es menos probable que funcionen de forma continua.

Las estructuras de almacenamiento de agua proporcionan flexibilidad operativa al moderar las diferencias entre la oferta y la demanda. No siempre se cuenta con almacenamiento repartido dentro del sistema de distribución del agua; allá donde existe, puede funcionar como una separación entre los canales primario y secundario o entre el secundario y el terciario. El almacenamiento también puede producirse dentro del subsistema de uso del agua como un almacenamiento en granja; bien en forma de pequeños estanques piscícolas o de compartimentos de los arrozales. Algunas diferencias importantes entre las estructuras son la duración y la profundidad del almacenamiento, y la frecuencia y tasa de variación.

En algunas ocasiones se señala que los sistemas de riego proporcionan solamente un pequeño rango de hábitats con mucha menos diversidad que los ríos naturales (Redding y Midlen, 1991) y que en otros casos generan una amplia variedad de hábitats (Fernando y Halwart, 2000). A pesar de este aparente desacuerdo, que puede reflejar también

variaciones ecorregionales, hay que reconocer que el entorno creado por el hombre de una red de canales difiere del entorno natural de un sistema fluvial en diversos aspectos importantes, que limitan la conectividad en En primer lugar, el régimen del caudal se gestiona habitualmente dentro de un rango más reducido, aunque puede estar sujeto a situaciones de caudal nulo más frecuentes. En segundo lugar, la existencia de una infraestructura de control del agua crea barreras físicas tre los hábitats. En tercer lugar, la temperatura y calidad (turbidez, salinidad, etc.) pueden variar.

## La pesca en los sistemas de riego

Muchos de los sistemas de riego mantienen probablemente alguna forma de pesca de captura, aunque la práctica es en general oportunista. Habitualmente, las poblaciones de peces dependen de aquellos que se adentran en el sistema de canales en el punto

de captación. Algunas especies pueden formar poblaciones autosuficientes, pero esta situación esta limitada a aquellos sistemas que presentan condiciones medioambientales favorables (Fernando y Halwart, 2000). Se necesita un cierto nivel de gestión de poblaciones de peces para mantener una pesquería más productiva y sostenible. Esta gestión puede conllevar la repoblación e introducción de nuevas especies, pero existen pocas experiencias documentadas de la adopción de este tipo de medidas en sistemas de canales, excepto donde han tenido como objetivo fundamental el control de las algas mediante la introducción de la carpa herbívora (P.ej. Armellina *et al.*, 1999).

La acuicultura ofrece un mayor control sobre la producción y el acceso que la pesca de captura e incluso los sistemas semi-intensivos de bajo coste pueden producir 1 500–2 000 kg/ha/año, una cantidad mayor comparada con las estimaciones de producción para la pesca de captura en canales. La acuicultura en jaulas ha sido fomentada en gran parte de los países de Asia meridional y del Sudeste asiático (Beveridge y Muir, 1999) como una tecnología que puede ser adoptada fácilmente por la

población con pocos recursos. Las jaulas pueden fabricarse de forma barata utilizando materiales fácilmente disponibles, como el bambú (para el armazón) y los contenedores de plástico (para los flotadores), si bien la disponibilidad de redes adecuadas puede ser una limitación. Para los campesinos sin tierra, las jaulas tienen la ventaja de que sólo requieren la propiedad de la misma y de su contenido, independientemente de a quien pertenezca la masa de agua, siempre y cuando tengan el acceso garantizado.

Una alternativa es producir peces en grandes estructuras de contención conocidas como corrales. Al igual que las jaulas, sus caras están hechas de forma artificial, aunque una diferencia importante es que la base es el propio substrato del canal. Esto permite tener acceso a organismos bentónicos, obteniendo así una fuente adicional de alimentos para los peces. Al mismo tiempo las hace menos adecuadas que las jaulas flotantes para canales con amplias fluctuaciones en su nivel de agua. Los corrales pueden cercar toda la anchura del canal, o pueden estar alineados a lo largo de la orilla y ocupar solamente una parte de la anchura del canal (Beveridge, 1996; Haylor, 1993).

En zonas de China y del Sudeste asiático la «acuicultura integrada» en los subsistemas de uso del agua ha existido durante generaciones y su introducción en otros países ha suscitado mucho interés en los últimos años. De forma similar, el potencial y las limitaciones del cultivo y cosecha de peces en embalses del subsistema de captación de agua están bastante bien documentados en base a la experiencia en muchos países. Sin embargo, se han ignorado en gran medida las oportunidades y limitaciones del amplio número de componentes diseñados para los subsistemas de suministro y evacuación del agua.

### **Estudio de caso de la acuicultura integrada y el riego**

Teniendo presente esta carencia, se ha realizado una investigación interdisciplinaria detallada en dos sitios en India y Sri Lanka para analizar el potencial y las limitaciones de integrar la acuicultura –centrándose en la población pobre– en los sistemas de riego a gran escala. Ambos emplazamientos se encuentran en zonas semiáridas y presentan un clima monzónico tropical. Ambos sufren de escasez de agua y son perímetros públicos de riego gestionados por grandes organizaciones burocráticas. Cuando se llevó a cabo la investigación, ambos estaban intentando llevar adelante una reforma institucional para transferir algunas de las responsabilidades de gestión a los usuarios del agua.

#### **Sitio 1**

El Proyecto del Bajo Bhavani (LBP, por sus siglas en inglés) se encuentra en el estado de Tamil Nadu al sur de la India. Su fuente es el río Bhavani, que nace en las colinas de Nilgiri como afluente del río Cauvery. Es un típico sistema en la ladera de un valle, que comprende un canal colector de 200 km que abastece a una superficie de riego de 78 500 ha. La capacidad proyectada en la cabecera del sistema es de 65 m<sup>3</sup>/s con una anchura de lecho del canal de 32 m y una profundidad total de suministro de unos 3 m. En el tramo final, las dimensiones del canal se reducen a una anchura de 4,5 m y una profundidad de 1 m. El canal no está revestido en la mayor parte de su recorrido, con un lecho generalmente rocoso y poca carga de sedimentos. El sistema tiene unos 50 años.

Dado que el sistema experimenta escasez de agua, se utiliza un «sistema de compuerta giratoria estacional». En la estación seca del año natural (del 16 de diciembre al 15 de abril), el agua se suministra de forma rotativa a la mitad de la superficie de riego para los cultivos bajo riego. En la estación húmeda (del 15 de agosto al 15 de diciembre) el agua es suministrada de forma «continua» a la misma zona para un cultivo de arroz. Al año siguiente, este modelo de asignación del agua se repite para la otra mitad de la superficie de riego.

El agua de riego en el canal LBP se utiliza para dar de beber al ganado, la colada y el baño, además de para la irrigación. La recarga del acuífero depende también en gran medida del riego. Sin embargo, los estatutos que gobiernan la operación del sistema no reconocen los derechos al agua de otras partes interesadas, e iniciativas recientes para devolver algunas de las responsabilidades de gestión a las organizaciones de usuarios del agua, han involucrado únicamente a los regantes.

#### **Sitio 2**

El Sistema H del Mahaweli está situado en la Provincia Centro Norte, en la llamada «zona seca» de Sri Lanka. Fue el primer sistema desarrollado en el Plan de Desarrollo del Mahaweli Ganga y ha estado en funcionamiento desde 1978. El Sistema H se encuentra en la cuenca del Kala Oya e incluye 14 200 ha de antiguas zonas de riego y 28 750 ha de nuevas tierras explotadas por el proyecto. Incorpora tres embalses principales, cuya limitada capacidad se complementa con trasvases del sistema Mahaweli.

Hay dos temporadas de cultivo en el Sistema H. La temporada maha (de octubre a

marzo) corresponde al monzón nororiental y el suministro de agua suele ser adecuado para que toda la superficie de riego pueda ser cultivada con arroz. La temporada yala (de abril a septiembre) corresponde al monzón suroccidental, cuando el suministro de agua es limitado, y se adopta un sistema de cultivo «bethma», en el que sólo se cultiva el 50% del área total y predominan «otros cultivos alimentarios» (distintos del arroz).

La característica del Sistema H que tiene especial interés es el elevado número de embalses poco profundos (conocidos localmente como tanques) distribuidos a lo largo de la superficie de riego. Estos tanques existían antes del desarrollo del Sistema H. Originalmente recibían escorrentía de las cuencas receptoras locales (normalmente bosque primario), aunque ahora muchos están conectados al nuevo sistema de riego mediante canales alimentadores, mientras que a otros llega un flujo de retorno del riego además de la escorrentía de las cuencas receptoras.

Los equipos de investigación interdisciplinar llevaron a cabo un amplio trabajo de campo en estos dos emplazamientos, en tres áreas de investigación que fueron las siguientes:

Estudios socioeconómicos que combinaban estudios cuantitativos a nivel familiar con estudios cualitativos basados en técnicas de diagnóstico rural participativo (DRP) en pueblos representativos para investigar:

- características de los medios de vida, estrategias adoptadas por la población pobre e importancia del agua;
- potencial de la acuicultura como actividad generadora de ingresos alternativa o suplementaria;
- potencial para una mejor eficacia en el uso del agua por medio de la integración de la acuicultura y el riego.

Estudios de ingeniería que investigaron las limitaciones de integrar la acuicultura en jaulas en los canales de riego y en estructuras secundarias de almacenamiento (tanques) dentro de las redes de distribución de riego:

- las fuentes secundarias de datos permitieron analizar series temporales para investigar la duración y fiabilidad de las condiciones adecuadas para la acuicultura;
- la recolección principal de datos proporcionó una base para evaluar el impacto de las jaulas en el caudal del canal y de sus anclajes y accesos;
- el análisis de los procedimientos de funcionamiento del canal en caso de

precipitaciones y de la gestión del almacenamiento de los tanques junto a los estudios exhaustivos de la gestión del agua proporcionaron una base para evaluar si la gestión de usos múltiples es compatible con la pretendida eficacia.

Los estudios acuícolas comenzaron con consultas exhaustivas a las principales partes interesadas, que identificaron la acuicultura en jaulas como una tecnología adecuada. Esto condujo a:

- ensayos en jaulas en sitios seleccionados tanto en canales con corriente como en tanques;
- investigaciones sobre la naturaleza del mercado para pescado, especialmente entre los consumidores rurales;
- investigaciones sobre las actitudes de los beneficiarios objetivo hacia la tecnología propuesta y requisitos para su adopción exitosa.

### **Lecciones para la acuicultura integrada en sistemas de riego a gran escala**

#### ***Oportunidades***

El objetivo de la intervención es mejorar los medios de vida de la población rural pobre y fomentar la seguridad alimentaria mediante un mejor suministro de alimentos, empleo e ingresos. Por tanto pretendemos introducir y fomentar tecnologías adecuadas para la acuicultura en aquellos sistemas de riego que puedan proporcionar beneficios a los medios de vida de la población pobre sin consecuencias inaceptables para otros usuarios del agua. En la Figura 2 se muestra un marco general de evaluación. En el pasado, la población pobre ha sido obviada en el desarrollo de la acuicultura y sus necesidades específicas requieren un estudio detenido. No existe certeza alguna de que la introducción de tecnologías acuícolas de pequeña escala contribuya a mitigar la pobreza. La población pobre puede tener mejores formas de utilizar sus escasos recursos. Una pregunta clave es:

- ¿Hay potencial para que las actividades acuícolas beneficien a los medios de vida de la población pobre?

Partiendo de la base de que puede existir una demanda potencial en el grupo objetivo, la siguiente consideración es analizar si existen mecanismos adecuados para introducirles la

tecnología apropiada. Dentro del contexto más amplio del desarrollo agrícola, se critica con frecuencia la transferencia de tecnología basada en la formación y las demostraciones. El enfoque alternativo *el campesino primero* (enfoque participativo) intenta asegurar la importancia de la tecnología proporcionando opciones e ideas y desarrollando capacidad para evaluarlas y tomar decisiones fundamentadas. Una pregunta clave es:

- ¿Existen tecnologías adecuadas y pueden ponerse a disposición de la población pobre?

El siguiente requisito es eliminar los obstáculos técnicos e institucionales que pueden afectar a la adopción exitosa de tecnologías adecuadas por parte del grupo objetivo. Esto exige considerar las oportunidades y limitaciones en el sistema de riego. El objetivo es identificar los emplazamientos favorables (nichos) en los que el entorno es adecuado para la acuicultura y su introducción no tendrá ningún impacto negativo en la integridad del sistema de riego ni en otros usuarios del agua. La pregunta clave es:

- ¿Existen nichos adecuados en el sistema de riego en los que pueda ser introducida la acuicultura?

Resulta claro que el rango de nichos disponibles para la acuicultura depende de la naturaleza del sistema de riego y que las oportunidades en cada subsistema deberían evaluarse de forma sistemática. Se puede comprender mejor la situación considerando los cuatro subsistemas de componentes previamente definidos (Figura 1). Podemos entonces identificar el posible nicho de oportunidades para la acuicultura que pueda existir en cada subsistema, tal y como se resume en el Cuadro 1. Este documento se centra en nichos dentro del sistema de distribución de agua.

En general, habrá mayor diversidad en los sistemas de arroz de las tierras bajas tropicales, aunque probablemente se puedan identificar nichos en todos los sistemas de riego. Se deben estudiar cuidadosamente las condiciones que imperen en los diferentes nichos ya que pueden conducir a diversas limitaciones. Las diferencias clave son:

- agua almacenada (estanques y embalses) versus agua corriente (canales y desagües);
- condiciones aguas arriba (buena calidad del agua) versus condiciones aguas abajo (menor calidad);

- control individual (propiedad privada) versus control compartido (libre acceso).

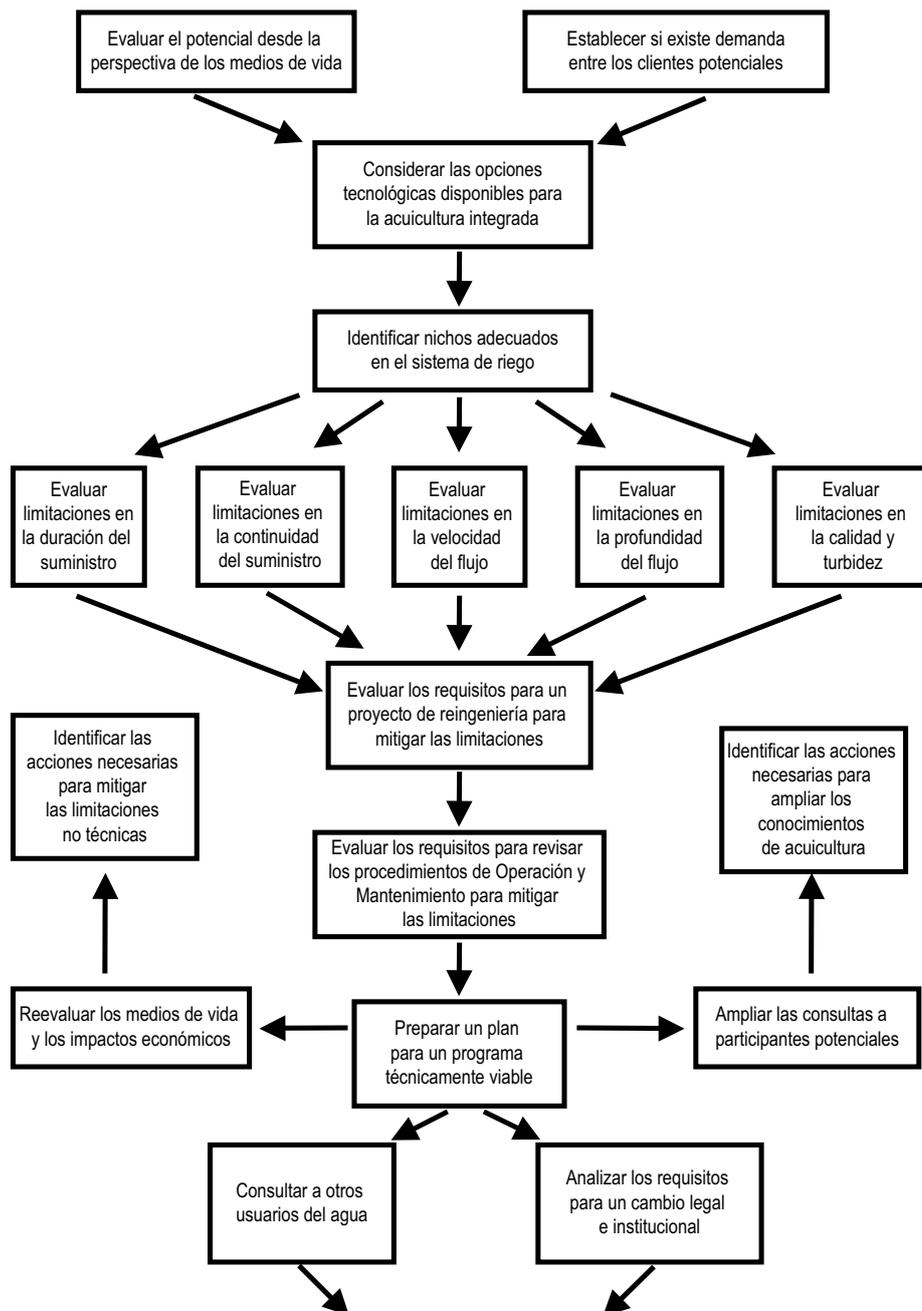
### **Limitaciones**

La producción pesquera presenta un desafío mucho mayor para los administradores de sistemas que el propio riego, al tener que garantizar la continuidad del suministro durante la temporada de crecimiento. Mientras que los cultivos no verán mermado su rendimiento al interrumpir el suministro debido al almacenamiento intermedio en la tierra, los peces no sobrevivirán a ninguna interrupción en el suministro. En el caso del sistema LBP, la duración de la estación húmeda (4 meses) fue suficiente para permitir un ciclo corto de cultivo acuícola, si bien la fiabilidad fue un problema en 10 de las 12 temporadas investigadas (Li, Gowing y Mayilswami, 2005). La fiabilidad del suministro de agua es una limitación crucial para la integración de la acuicultura y está relacionada con las dificultades inherentes en el funcionamiento eficaz de sistemas extensivos de canales controlados aguas arriba debido a que:

- los canales de suministro largos reaccionan con lentitud a los ajustes operativos (tiempo de respuesta de más de 5 días en el tramo final de un canal de 200 km de longitud en el sistema LBP);
- las precipitaciones pueden variar de forma significativa a través de una amplia superficie de riego dando lugar a problemas en la interpretación de los datos disponibles y en la determinación de las acciones adecuadas;
- las comunicaciones entre el personal de operaciones pueden ser una limitación y es probable que éstas empeoren durante los periodos críticos de fuertes lluvias.

La fiabilidad de las condiciones adecuadas para la acuicultura depende de decisiones de diseño y funcionamiento que influyen en la continuidad del suministro y/o almacenamiento, como por ejemplo:

- ¿Qué tipo de estructura de regulación? (La de desbordamiento es la preferida) ¿Distancia entre reguladores? ¿Cuáles son sus normas de funcionamiento?
- ¿Se proporciona almacenamiento secundario dentro del subsistema de distribución de agua? ¿Está gestionado activamente o simplemente recibe el flujo de retorno del drenaje? ¿Cuáles son las normas de funcionamiento?



**Figura 2.** Marco para evaluar oportunidades y limitaciones

La profundidad del flujo en los canales de riego oscila habitualmente entre los 0 y 3 metros, mientras que la velocidad suele estar comprendida entre 0,1 y 1 m/s. Estos factores pueden resultar consideraciones importantes para:

- el crecimiento y supervivencia de los peces;
- el acceso para la alimentación/gestión/cosecha de los peces.

El rango deseado de velocidad depende de las especies y el tamaño de los peces. Es esencial un buen intercambio de agua para suministrar

oxígeno a los peces y eliminar sus metabolitos desechados. Si la velocidad es demasiado lenta, puede ser entonces un problema. Por otra parte, las velocidades excesivas reducen las tasas de crecimiento de los peces y contribuyen a las pérdidas alimentarias. Un rango comprendido entre 0,1 y 0,6 m/s suele ser satisfactorio, aunque el valor superior puede crear problemas con los anclajes de las estructuras de contención. Si el acceso se realiza a pie o a nado, el valor inferior de este rango será mas seguro.

Cuando la velocidad del caudal es demasiado elevada, es posible diseñar una estructura de

contención de peces de forma que la velocidad en su interior esté limitada (Li, Gowing y Mayilswami, 2005). Como consecuencia, la carga dinámica sobre los anclajes se verá aumentada al igual que la resistencia al flujo. La escasa experiencia documentada de acuicultura en sistemas de riego incluye algunos casos de desarrollo incontrolado interfiriendo con el funcionamiento del canal. Por lo tanto, se debe estudiar cuidadosamente:

- el probable impacto en la capacidad de conducción del canal y en el rendimiento operativo;
- la posible interferencia con las actividades de mantenimiento.

Cualquier jaula o corral introduce una resistencia adicional al flujo y tiene un efecto local sobre la conducción del canal. La pregunta es: ¿esto representa una obstrucción importante o pueden diseñarse y ubicarse las jaulas de tal forma que tengan una influencia insignificante en los niveles de agua y la capacidad de descarga del canal? El rendimiento hidráulico de cualquier jaula (o corral) es básicamente el mismo. El flujo de agua a través de un panel de malla impone una fuerza de arrastre sobre el mismo que da lugar a una reducción de la velocidad en la cara del panel que se encuentra aguas abajo.

El rango deseable de profundidad depende fundamentalmente del tipo de estructura de contención de los peces. Los corrales y las jaulas están diseñados para asentarse en el fondo. El volumen efectivo (y por tanto la densidad de siembra) varía con la profundidad del flujo y por lo general las estructuras fijas no son adecuadas si la profundidad del agua es variable. Esto plantea un problema si la estructura está situada a un lado del canal y no utiliza toda la profundidad. La variación de la profundidad no es importante en las jaulas flotantes, pero el acceso se complica si la profundidad excede los 1,2 m, y ésta siempre debería ser mayor que la altura de la jaula.

La elección de la ubicación de la jaula puede suponer diferencias importantes en la influencia

sobre el canal y el enfoque general recomendado consiste en regular su instalación y controlar su impacto. Es probable que los problemas sean más graves en un sistema de canales con una pendiente mínima, ya que el efecto del aumento de la resistencia al flujo será incrementar el nivel aguas arriba, pudiendo repercutir en el rendimiento de las tomas exteriores y/o producir desbordamientos. Para un canal construido en una zona con mayor inclinación con estructuras de vertimiento a intervalos para disipar el exceso de energía, habrá más oportunidades para instalar jaulas/corrales sin afectar al rendimiento. En ambos casos, el aumento en la resistencia hidráulica no tiene por qué ser más importante que el problema recurrente del crecimiento de las malas hierbas. Cualquier ubicación en la que éstas constituyan un problema particular y afecten al rendimiento del canal, debe ser desestimada para la instalación de jaulas y/o corrales.

Normalmente las jaulas serán relativamente pequeñas en comparación con la anchura del canal, aunque pueden situarse en medio de la corriente o cercanas a la orilla. Cuando una jaula/corral ocupa menos del 25% de la anchura del canal y está situada cerca de la orilla, la corriente se verá parcialmente desviada alrededor del obstáculo y su efecto será relativamente pequeño.

Es probable que cualquier lugar de almacenamiento en el sistema de riego represente un nicho potencialmente más favorable que cualquier otro emplazamiento en el canal. Las limitaciones de duración y fiabilidad pueden verse notablemente atenuadas, consiguiendo por tanto que el proyecto sea menos arriesgado para los beneficiarios objetivo. Al mismo tiempo, el impacto en el rendimiento hidráulico es insignificante, disminuyendo la probabilidad de que la introducción de la acuicultura cree algún problema a los administradores de los sistemas. En este contexto, no nos afecta ningún gran embalse que pueda existir en el subsistema de captación de agua. Más bien estamos interesados

**Cuadro 1.** Nichos de oportunidades para la acuicultura en subsistemas de riego

<b>Subsistemas</b>	<b>Nicho</b>	<b>Tecnología acuícola</b>
Captación de agua	Presa de retención	Jaulas flotantes, siembra de peces
	Pozos abiertos	Repoblación
Distribución de agua	Canales primarios	Corrales, jaulas
	Almacenamiento secundario	Jaulas flotantes, siembra de peces
Uso de agua	Pequeños estanques piscícolas	Siembra
	Campos irrigados	Integración de arroz y peces
Evacuación del agua	Desagües	Corrales, jaulas
	Estanques de evaporación	Jaulas flotantes, siembra de peces

en nichos de oportunidades en cualquier estructura que proporcione almacenamiento a corto plazo y repartida a lo largo del subsistema de distribución del agua. Estas estructuras pueden ser:

- embalses de almacenamiento nocturno (generalmente entre 12–16 horas);
- embalses secundarios de almacenamiento (generalmente entre 10–20 días).

El trabajo del proyecto de investigación se centró en embalses secundarios de almacenamiento (conocidos localmente como «tanques»), que recibían el agua del sistema de canales así como de las precipitaciones de una cuenca receptora local y la suministraban a la superficie de riego aguas abajo. Sus principales características resultaron ser (Gowing, Li y Gunawardena, 2004):

- escasa profundidad (<3m);
- rápidas y frecuentes fluctuaciones en el nivel de agua;
- corto tiempo de retención (rotación rápida).

Se puede asumir que cualquier estructura secundaria de almacenamiento se comportará de forma similar, ya que su función es amortiguar las variaciones del flujo en un corto periodo de tiempo. La poca profundidad de estos embalses da lugar a grandes variaciones en la superficie de agua esparcida debido a la fluctuación del nivel de agua, limitando así la ubicación de jaulas/corrales. Con mejores procedimientos operativos se puede reducir este problema, si bien no puede ser evitado. Al mismo tiempo, puede disminuirse la tasa de rotación, aunque el tiempo de retención siempre será reducido (generalmente 20 días), limitando así la productividad primaria y por tanto el potencial de la pesca.

## Conclusiones

Existe la creencia generalizada de que los sistemas de riego sólo proporcionan agua a los campos de cultivo, si bien la realidad es más complicada. El creciente reconocimiento de los múltiples usos del agua en muchos sistemas de riego ya existentes ha puesto de relieve muchos otros usos productivos y no productivos. La acuicultura es una actividad que depende del agua, que es productiva pero no consuntiva y por tanto no compite, en principio, con el riego. Sin embargo, se ha prestado poca atención a las oportunidades y limitaciones para su integración en los sistemas de riego.

En sistemas formales de riego a gran escala podemos identificar cuatro subsistemas funcionales: captación, distribución, uso y evacuación del agua. Pueden existir oportunidades para incorporar la acuicultura en cualquiera de estos cuatro subsistemas, aunque este documento se ha centrado en canales y estanques de almacenamiento del sistema de distribución y, en especial, en oportunidades para la introducción de tecnologías adecuadas centradas en las necesidades de la población pobre. El objetivo es identificar los sitios favorables (nichos) en los que el entorno sea adecuado para la acuicultura y su introducción no tenga ningún efecto adverso en la integridad del sistema de riego o en los otros usuarios del agua.

Las condiciones predominantes en los diferentes nichos deben ser cuidadosamente evaluadas, ya que pueden dar lugar a diferentes limitaciones. Los sistemas formales a gran escala generalmente proporcionan un control total del agua, pero la acuicultura supone para los administradores de los sistemas un desafío mucho mayor que el riego, ya que la continuidad del suministro debe garantizarse durante toda la temporada de crecimiento. Mientras que los cultivos no verán mermado su rendimiento como resultado de una interrupción en el suministro debido al almacenamiento intermedio en el suelo, los peces no sobrevivirán a ninguna interrupción de aquel. El requisito estricto de un suministro continuo puede conllevar una menor eficiencia en el uso del agua, especialmente durante la temporada de lluvias. Es probable que cualquier lugar de almacenamiento en el sistema de riego sea un nicho potencialmente más favorable que cualquier sitio en el canal, si bien todavía seguirán habiendo problemas.

Las condiciones de flujo de los canales de riego pueden dar lugar a menos problemas en relación a la calidad del agua que los estanques de almacenamiento. Sin embargo, la temperatura y calidad del agua (turbidez, salinidad, etc.) pueden variar notablemente en comparación con las de los canales naturales. Los flujos de retorno de los campos agrícolas pueden contener grandes cantidades de agroquímicos y en algunos casos los vertidos industriales pueden producir también un importante deterioro de la calidad del agua.

En muchos sistemas de riego a gran escala existen o se están creando actualmente instituciones de gestión local, si bien la representación de usuarios que utilizan el agua para otros fines distintos al riego suele ser bastante escasa. Los derechos, el acceso y el cobro del agua deben ser cuidadosamente estudiados para fomentar una gestión de usos múltiples de la infraestructura de riego.

## Agradecimiento

El autor desearía expresar su agradecimiento al Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID), que financió parte del trabajo incluido en este documento en beneficio de los países en desarrollo. Las opiniones y comentarios aquí expresados corresponden exclusivamente al autor y no coinciden necesariamente con los del DFID.

## Referencias

- Armellina, A., Dall, A., Bezic, C.R. & Gajardo, O.A.** 1999. Submerged macrophyte control with herbivorous fish in irrigation canals of semi-arid Argentina. *Hydrobiologia* 415: 265–269.
- Bakker, M. & Matsuno, Y.** 2001. A framework for valuing ecological services of irrigation water. *Irrigation and Drainage Systems* 15: 99–115.
- Beveridge, M.** 1996. *Cage aquaculture* (2<sup>nd</sup> Edition). Oxford, Fishing News Books.
- Beveridge, M. & Muir, J.F.** 1997. Environmental impacts and sustainability of cage culture in Southeast Asian lakes and reservoirs. En W. van Densen, T. Saidin & M. Verdegem, eds. *Ecological aspects of fish production in S.E. Asian lakes and reservoirs*. Wageningen (The Netherlands), Wageningen University.
- Coates, D.** 1984. A survey of the fish fauna of Sudanese irrigation systems with reference to the use of fishes in the management of ecological problems. *Fisheries Management* 15(3): 81–96.
- Fernando, C.H. & Halwart, M.** 2000. Possibilities for the integration of fish farming into irrigation systems. *Fisheries Management and Ecology* 7: 45–54.
- Gowing, J.W.** 2003. Food security for sub-Saharan Africa: does water scarcity limit the options? *Land Use and Water Resources Research* 3: 2.1–2.7 (disponible en www.luwrr.com).
- Gowing, J.W., Li, Q. & Gunawardena, T.** 2004. Multiple-use management in a large irrigation system: benefits of distributed secondary storage. *Irrigation & Drainage Systems* 18(1): 57–71.
- Halls, A.S., Hoggarth, D.D. & Debnath, K.** 1999. Impacts of hydraulic engineering on the dynamics and production potential of floodplain fish populations in Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology* 6(4): 261–285.
- Hamdy, A., Ragab, R. & Scarascia-Mugnozza, E.** 2003. Coping with water scarcity; water saving and increasing water productivity. *Irrigation and Drainage* 52: 3–20.
- Haylor, G.S.** 1993. Fish production from engineered waters in developing countries. En J.E. Muir & Roberts R.J., eds. *Advances in Aquaculture V*: 1–103. London, Blackwell.
- Javid, M.Y.** 1990. Aquaculture development in Pakistan. En M. Mohan Joseph, ed. *Aquaculture in Asia*. Mangalore, Asian Fisheries Society, Indian Branch.
- Li, Q., Gowing, J.W. & Mayilswami, C.** 2005. Multiple-use management in a large irrigation system: an assessment of technical constraints to integrating aquaculture within irrigation canals. *Irrigation and Drainage* 54(1): 31–42.
- Meinzen-Dick, R. & Bakker, M.** 2001. Water rights and multiple water uses – framework and application to Kirindi Oya irrigation system, Sri Lanka. *Irrigation and Drainage Systems* 15: 129–140.
- Meinzen-Dick, R. & Van der Hoek, W.** 2001. Multiple uses of water in irrigated areas. *Irrigation and Drainage Systems* 15: 93–98.
- Molden, D., Rijsberman, F., Matsuno, Y. & Amarasinghe, U.A.** 2001. Increasing the productivity of water: a requirement for food and environmental security. *Dialogue Working Paper 1*, Colombo, Sri Lanka, International Irrigation Management Institute.
- Redding, T.A. & Midlen, A.B.** 1992. Estudio de la producción piscícola en los canales de riego. *FAO Documento Técnico de Pesca* 317. Roma, FAO. 114 pp.
- Sadek, S. & El Din, S.** 1988. *Aquaculture development in Egypt*. Cairo, General Authority for Fish Resource Development.
- Seckler, D., Amarasinghe, U., Molden, D., de Silva, R. & Barker, R.** 1998. World water demand and supply, 1990–2025: scenarios and issues. Research Report 19. Colombo, Sri Lanka, International Irrigation Management Institute.
- Swingle, H.S.** 1972. Relationship of the Thai fish culture programme to the production of fish in the Lower Mekong area. Santa Barbara (California), SEADAG Mekong Development Seminar, 3–5 February 1972.
- Tapiador, D.D., Henderson, H.F., Delmendo, M.N. & Tsutsui, H.** 1978. Pesquerías de agua dulce y acuicultura en China. *Documento Técnico de Pesca* 168. Roma, FAO. 87 pp.
- Petr, T. & Mitrofanov, V.P.** 1998. The impact on fish stocks of river regulation in Central Asia and Kazakhstan. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 3: 143–164.

## PISCICULTURA COMUNITARIA EN LLANURAS INUNDABLES ESTACIONALES

Mark Prein y Madan M. Dey  
 Centro Mundial de Pesca (WorldFish Center)  
 GPO Box 500, 10670 Penang, Malasia

**Prein, M. & M.M. Dey.** 2010. Piscicultura comunitaria en llanuras inundables estacionales. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 17–26.

### Resumen

Durante la temporada de lluvias, en las llanuras inundables extensas y en las tierras bajas deltaicas las inundaciones se prolongan varios meses al año y hacen que en este periodo la tierra no esté disponible para la producción de cultivos. Estas aguas están bastante infrautilizadas en términos de gestión de productividad acuática, ofreciendo la oportunidad de vallar parte de estas zonas de crecidas para el cultivo de organismos acuáticos sembrados específicamente, además de las especies «silvestres» que se desarrollan de forma natural y se pescan de forma tradicional, sin verse afectadas por el cultivo. Todo ello resulta en una producción de alimentos de más calidad y nutritivos y mayores ingresos para todas las partes implicadas, en especial los pobres. El Centro Mundial de Pesca y sus socios nacionales ensayaron recientemente el cultivo simultáneo de arroz y peces en áreas inundadas poco profundas y el mismo cultivo alternado en áreas inundadas a gran profundidad en Bangladesh y Viet Nam a través de un sistema de gestión comunitaria. Los resultados indican que el cultivo comunitario de peces en los arrozales puede incrementar la producción piscícola en cerca de 600 kg/ha/año en áreas inundadas poco profundas y en hasta 1,5 toneladas/ha/año en áreas a mayor profundidad, sin reducción en el rendimiento del arroz ni en las capturas de peces silvestres.

### Introducción

En la última década, la crisis que afecta a los recursos acuáticos mundiales y la necesidad de una acción concertada para hacer un uso más eficaz de los mismos han sido objeto de un mayor reconocimiento. La eficacia del uso del agua (o productividad del agua) puede incrementarse aumentando la producción por unidad de agua empleada, disminuyendo las pérdidas de agua, o mediante una combinación de ambas. Hasta la fecha, las estrategias de aumento de la producción se han limitado únicamente a los cultivos. La productividad del agua en diversos niveles organizativos puede aumentarse en mayor grado mediante la integración de los peces y otros recursos acuáticos vivos en los sistemas de uso de agua ya existentes. Estas oportunidades de integración incluyen la piscicultura comunitaria en zonas de riego y llanuras inundables estacionales.

Diversos estudios demuestran que los embalses y canales de los sistemas de riego siguen rindiendo cosechas considerables de peces, que son una importante fuente de proteínas y medios

de vida para las familias pobres y sin tierra. Sin embargo, el uso actual de los sistemas de riego y las llanuras inundables para la producción pesquera no aprovecha todo su potencial. En las llanuras inundables estacionales, el grueso de la producción pesquera proviene de las capturas de pescadores-agricultores estacionales o a tiempo parcial, y en la que los peces silvestres se adentran, reproducen y son recolectados en los campos inundados. En las llanuras inundables camboyanas, el valor de los peces capturados en los arrozales por medio de «estanques trampa» asciende a entre un 37–42 por ciento del valor de la producción de arroz (Gregory y Guttman, 1996; Guttman, 1999).

En la década de 1980 se realizaron una serie de estudios para evaluar la viabilidad técnica del cultivo de peces en arrozales inundados estacionalmente en India, (Roy *et al.*, 1990; Das *et al.*, 1990; Mukhopadhyay *et al.*, 1991), Bangladesh (Ali *et al.*, 1993, Ali *et al.*, 1998), Camboya (Gregory y Guttman, 1996; Guttman, 1999, 2000), y Viet Nam (Rothuis *et al.*, 1998a; Rothuis *et al.*, 1998b). Estos estudios demuestran que la producción pesquera puede

**Figura 1.** Evolución de los sistemas de cultivo en zonas propensas a inundaciones



**MEJOR SISTEMA TRADICIONAL**  
**(hasta la década de 1970)**

Cultivos intermedios: legumbres, mostaza



Cultivo a voleo de arroz de alta montaña + arroz de aguas profundas: 500-600 kg/ha

El arroz de aguas profundas (flotante) se recupera: 1 t/ha

Peces silvestres

Arroz: máximo 2 t/ha/año

Peces silvestres: 200 kg/ha/año

Ingresos: 300-400 \$/ha/año



incrementarse en más de una tonelada/ha/año sembrando los arrozales inundados con peces (es decir, campesinos individuales que cercan sus parcelas y siembran peces durante la estación de inundaciones). Además, el cultivo de peces en arrozales puede aumentar el rendimiento del arroz, especialmente en los suelos más pobres y en aquellos cultivos no abonados en los que el efecto fertilizante de los peces es mayor (Halwart, 1998). El ahorro en pesticidas y las ganancias de la venta de peces dan lugar a mayores rendimientos y generan ingresos netos entre un 7 y un 65 por ciento mayores que los que se obtienen con el monocultivo de arroz (Halwart, 1998). Sin embargo, la adopción de esta tecnología por los campesinos ha avanzado con lentitud debido al alto coste de cercar parcelas individuales.

Recientemente el Centro Mundial de Pesca estableció un nuevo enfoque en Bangladesh y Viet Nam, en donde los peces se cultivan de forma comunitaria durante la estación de inundaciones y esa misma tierra se cultiva individualmente con arroz durante la estación seca. Los resultados de las pruebas iniciales muestran una reducción adicional de un 10 por ciento del coste en la producción de arroz y una

ganancia neta en la producción pesquera de 400 dólares EE.UU./ha en las llanuras inundables del Ganges y el Meghna (Bangladesh), 340 dólares EE.UU./ha en el delta del Río Rojo (Viet Nam), y 220 dólares EE.UU./ha en el Delta del Mekong (Viet Nam). Resulta significativo que estos beneficios se obtuvieron sin reducir la captura de peces silvestres, compuesta fundamentalmente de pequeñas especies indígenas (SIS, por sus siglas en inglés). Las ganancias de la venta de la producción pesquera se distribuyeron entre los miembros del grupo según un acuerdo de reparto previamente negociado entre ellos al principio de la estación. Los campesinos sin tierra obtuvieron así ingresos en efectivo, aspecto importante dada la carencia de oportunidades alternativas de generar ingresos.

Existen muchas opciones para aumentar la producción alimentaria de la pesca en sistemas acuáticos gestionados. La tecnología más adecuada variará entre los diferentes países y emplazamientos. Además, es necesario entender las condiciones sociales y económicas bajo las cuales se pueden desarrollar estas tecnologías. Aunque nuestros estudios recientes en Viet Nam y Bangladesh muestran la viabilidad de los sistemas piscícolas comunitarios, es necesario un

**Figura 2.** Evolución de los sistemas de cultivo en zonas propensas a inundaciones



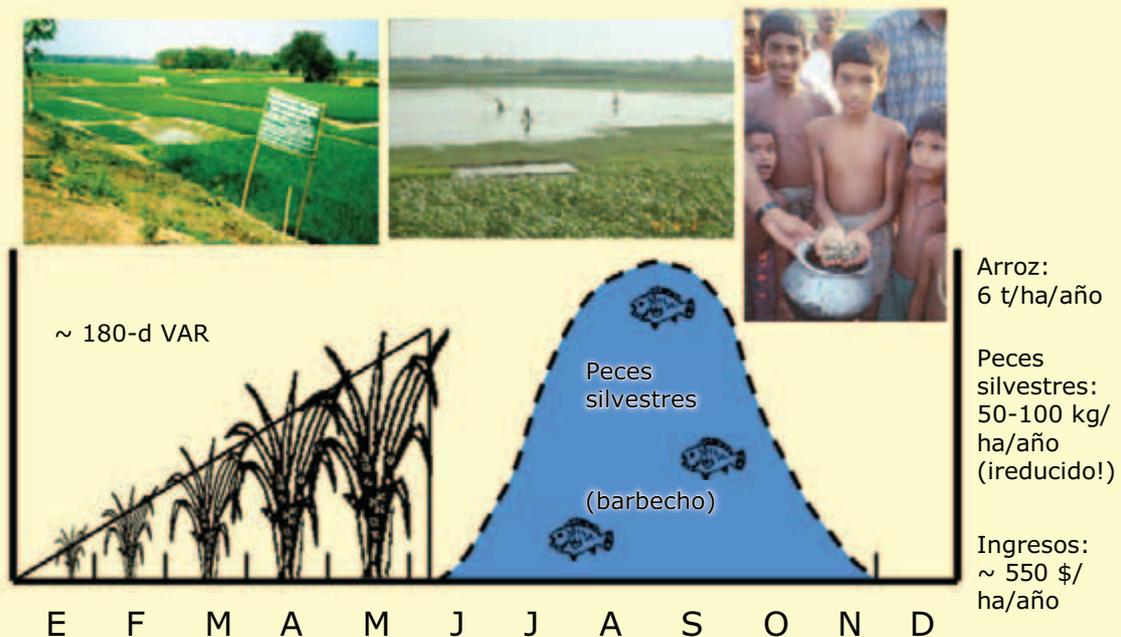
**Tierra inundada moderadamente profunda**  
**Arroz seguido de arroz de aguas profundas (década de 1980...)**



**Figura 3.** Evolución de los sistemas de cultivo en zonas propensas a inundaciones



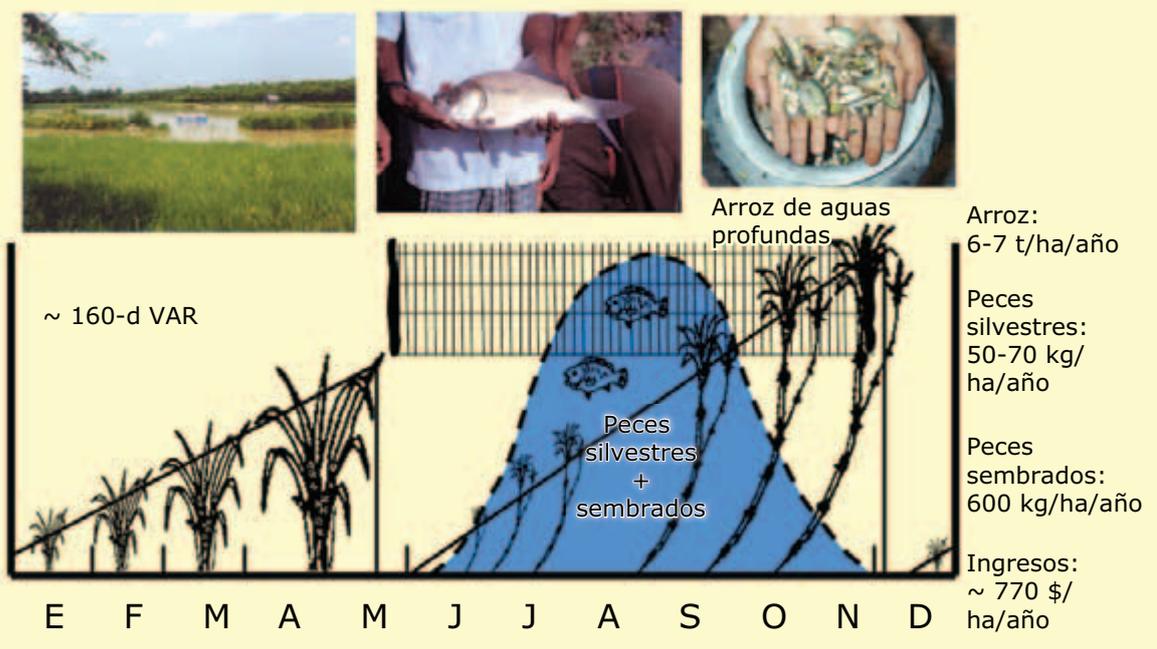
**Tierra inundada seca: VAR - "Revolución verde" seguida de barbecho (décadas de 1980-1990)**



**Figura 4.** Evolución de los sistemas de cultivo en zonas propensas a inundaciones



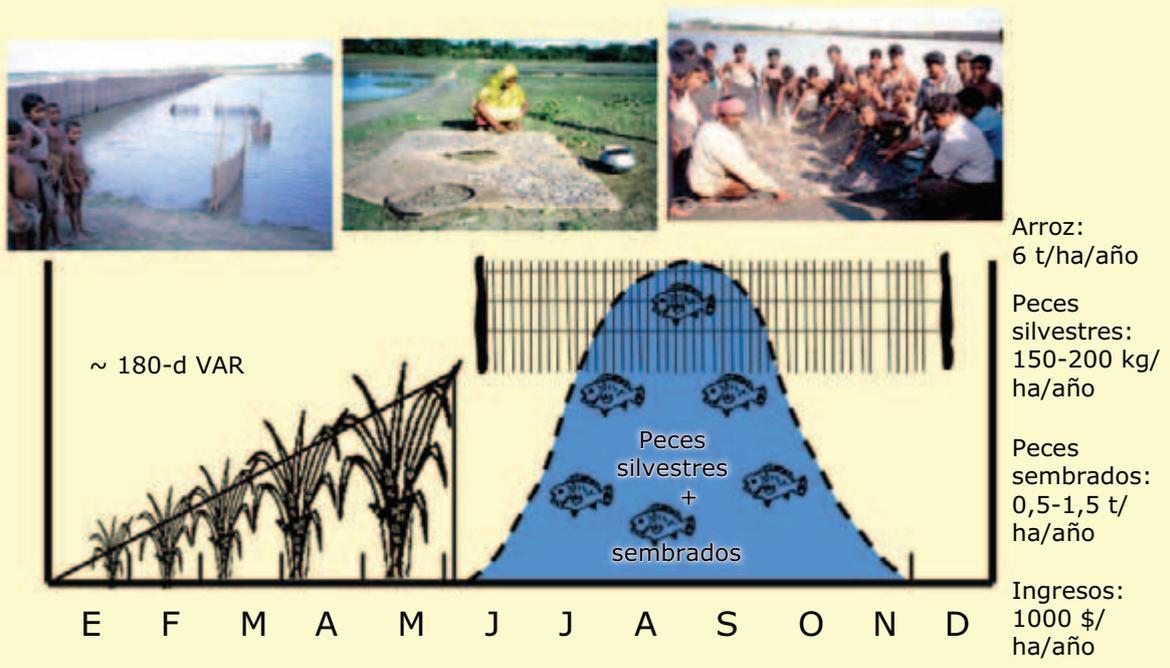
**Tierras inundadas moderadamente profundas:  
Arroz seguido de arroz de aguas profundas + Peces (año 2000...)**



**Figura 5.** Evolución de los sistemas de cultivo en zonas propensas a inundaciones



**Tierras inundadas profundas:  
Arroz seguido sólo de peces (año 2000...)**



trabajo mucho más amplio para comprender la viabilidad social y económica de estos enfoques en diferentes entornos socioculturales e institucionales, y diseñar acuerdos institucionales adecuados para diferentes escenarios sociales. De forma similar, los acuerdos de gobernanza para la piscicultura en sistemas de riego (canales, campos, embalses) requieren también de un análisis detallado si se pretende aprovechar todo el valor social de estos recursos.

Al nivel de cuenca o de ecosistema, el agua proporciona una amplia variedad de bienes y servicios que han de ser considerados todos ellos en análisis más exhaustivos del valor obtenido del agua. La mayor parte de los estudios anteriores de la productividad del agua se han centrado en medir únicamente el valor de la producción de los cultivos, excluyendo las contribuciones existentes y potenciales de los recursos acuáticos vivos. Por tanto, existe no sólo una necesidad de aumentar la productividad del agua, sino también de mejorar las metodologías para medir esta productividad.

### **Evolución de los sistemas de cultivo en llanuras inundables**

Las prácticas de cultivo en los ecosistemas propensos a inundarse están regidas por una serie de factores físicos que interactúan entre sí, siendo los más importantes el régimen de inundación (comienzo, profundidad, recesión y variabilidad), la topografía, el régimen de lluvias, la textura del suelo y régimen de gestión del agua. Tradicionalmente, los campesinos pescaban y cultivaban arroz de aguas profundas durante la estación de lluvias/inundaciones y posteriormente producían una amplia variedad de cultivos (como por ejemplo legumbres, semillas oleaginosas y hortalizas) durante la estación seca que seguía a las inundaciones (Figura 1). En las llanuras inundables del Ganges (Bangladesh e India oriental), los campesinos solían obtener un máximo de 2 toneladas de arroz tradicional y aproximadamente 200 kg de peces silvestres por hectárea al año, con unos ingresos medios de unos 300 dólares EE.UU. anuales por hectárea.

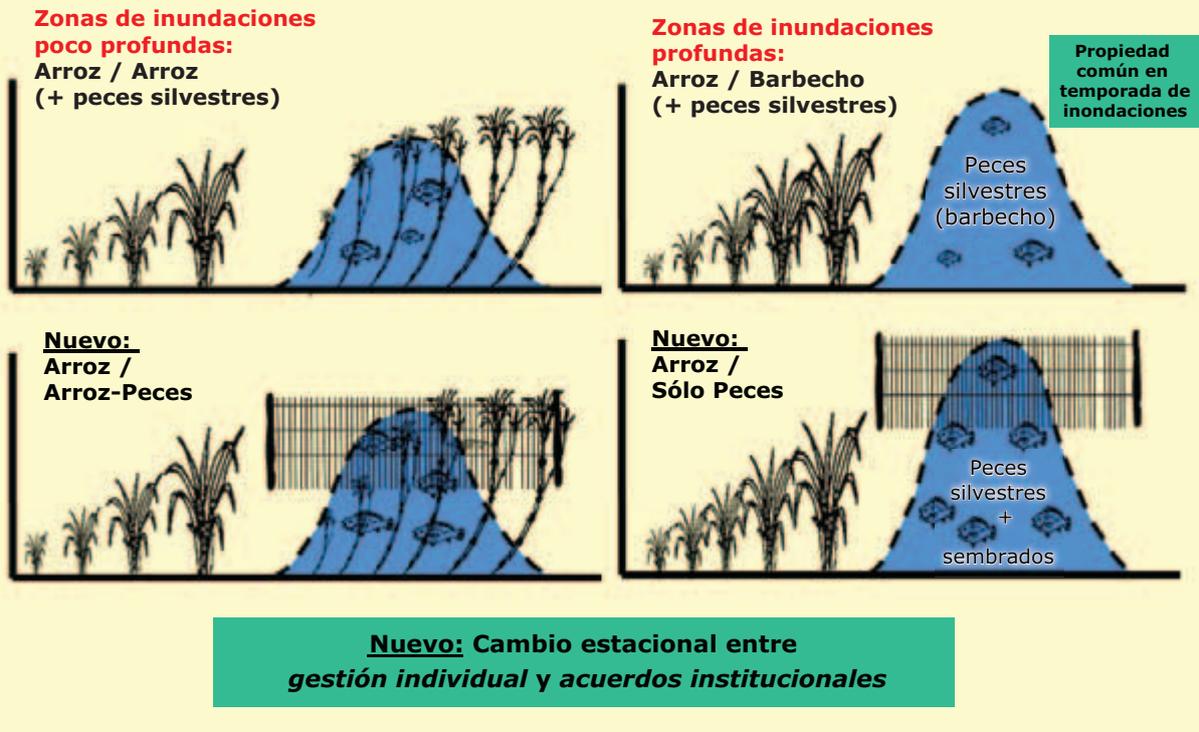
Durante las últimas décadas, los ecosistemas de Asia propensos a inundaciones han experimentado algunos cambios drásticos debido a la puesta en marcha de pozos profundos (por ejemplo, en Bangladesh e India oriental) y a la construcción de sistemas de riego, drenaje y control de inundaciones (FCDI, por sus siglas en inglés). Al disponer de instalaciones de riego, los campesinos cultivan variedades de alto rendimiento (VAR) de arroz durante la

estación seca en condiciones de riego. En las llanuras inundables del Ganges el patrón de cultivo predominante en zonas inundadas poco profundas son las VAR de riego durante la estación seca seguidas de variedades de arroces de aguas profundas transplantadas durante las estaciones de lluvias (Figura 2), mientras que el patrón predominante en las zonas inundadas profundas es el monocultivo de VAR de riego (Figura 3). La cosecha tardía de VAR en la estación seca (invierno) no permite realizar de forma oportuna un cultivo de arroz de aguas profundas en las zonas inundadas profundas durante la estación de lluvias.

En las zonas inundadas poco profundas en el Delta del Río Rojo (Viet Nam septentrional), los campesinos cultivan generalmente arroz de riego de alto rendimiento durante la estación seca, y una variedad local de elevada altura o de mayor rendimiento durante la estación de lluvias. En el Delta del Mekong al sur de Viet Nam, en donde los arrozales también están inundados en profundidad en la estación de lluvias, se producen dos cultivos de riego de variedades de arroz de alto rendimiento con un periodo de barbecho inundado entre ambos. Aunque la introducción de la tecnología de la «revolución verde» basada en el riego ha aumentado la producción total de arroz en las zonas propensas a inundaciones (de unas 2 toneladas/ha/año a unas 6–7 toneladas/ha/año), la cosecha de peces silvestres en los arrozales inundados ha disminuido considerablemente (de 200 kg/ha/año a menos de 100 kg/ha/año).

Una oportunidad para aumentar en mayor medida la producción en los ecosistemas propensos a inundaciones es la integración de la piscicultura con el cultivo de arroz. Las zonas propensas a inundarse se inundan estacionalmente durante el monzón y permanecen sumergidas de 4 a 6 meses. En estas zonas propensas a inundaciones, la propiedad de la tierra se establece en virtud de unos acuerdos de tenencia durante la estación seca. Pero durante la estación de inundaciones, las propiedades individuales no pueden distinguirse y las aguas son una propiedad comunitaria que permite a todos los miembros acceso a los peces en todas las zonas de la comunidad. Por tanto, es fundamental que la acuicultura en los arrozales en el ecosistema propenso a inundaciones sea desarrollada por la comunidad rural mediante un enfoque grupal. El grupo debería incluir a los campesinos sin tierras, que tradicionalmente han accedido a las zonas inundadas para pescar, pero que perderían este recurso esencial si se les deniega el acceso debido a la siembra de peces en estas zonas.

**Figura 6.** Llanuras inundables estacionales: dos opciones para la mejora de sistemas de cultivo mediante la piscicultura comunitaria



En general, pueden establecerse tres tipos de sistemas de acuicultura en los arrozales en zonas propensas a inundaciones: (i) cultivo simultáneo de arroz de aguas profundas (con tolerancia de inmersión<sup>1</sup>) con peces sembrados durante la estación de inundaciones seguido de arroz de la estación seca en zonas inundadas poco profundas; (ii) cultivo simultáneo de arroz de aguas profundas (con capacidad de alargamiento<sup>2</sup>) con peces sembrados durante la estación de inundaciones, seguido de cultivos diversos al arroz de la estación seca; y (iii) cultivo alternativo de arroz de la estación seca seguido de peces sembrados únicamente durante la estación de inundaciones (es decir, sin arroz) en la zona cercada (por ejemplo, en un corral para peces).

El Centro Mundial de Pesca y sus socios nacionales ensayaron recientemente la

alternancia del cultivo combinado de arroz y peces (opción i más arriba; Figura 4) en las zonas inundadas poco profundas y el cultivo alternativo de arroz y peces (opción iii más arriba; Figura 5) en las zonas inundadas más profundas de Bangladesh y Viet Nam a través de un sistema de gestión comunitaria. Los resultados indican que la piscicultura comunitaria en los arrozales puede aumentar la producción pesquera en unos 600 kg/ha/año en las zonas inundadas menos profundas y en hasta 1,5 t/ha/año en las zonas inundadas profundas, sin reducir el rendimiento del arroz ni las capturas de peces silvestres. Éstas (como también se muestra en la Figura 6) y otras opciones técnicas potenciales necesitan ser ensayadas y validadas en diferentes llanuras inundables de Asia y África bajo diversos acuerdos institucionales adecuados para las condiciones políticas, socioeconómicas y culturales existentes.

### Conclusiones de los ensayos realizados recientemente

En los ensayos realizados durante un período de tres años en Bangladesh y en el sur y norte de

<sup>1</sup> Variedad de arroz utilizada en zonas de inundaciones poco profundas o moderadas, en las que las plantas jóvenes toleran la inmersión total de las hojas hasta 10 días (algunas variedades permiten un máximo de 20), y después de este periodo crecen rápidamente y producen panículas.

<sup>2</sup> Variedad de arroz utilizada en zonas de aguas profundas con inundaciones más prolongadas de hasta 4-5 meses, en las que los tallos tienen la capacidad de alargarse rápidamente, en respuesta a la profundidad creciente de las inundaciones.

Viet Nam, el enfoque consistió en animar a las comunidades a determinar los criterios de gestión y acuerdos institucionales que consideraban adecuados para sus condiciones locales y su entorno social. Se proporcionan más detalles en Dey y Prein (en prensa)

### ***Acuerdos institucionales***

Los acuerdos entre las partes interesadas son necesarios, ya que durante la estación de inundaciones, cuando las parcelas individuales no son distinguibles, la masa de agua se convierte temporalmente en una propiedad común, a diferencia de la estación seca en la que las propiedades individuales se distinguen y respetan claramente. Este enfoque es necesario para explotar el recurso.

Se utiliza un enfoque colectivo con unas 20 familias por grupo, incluyendo a propietarios, pescadores de la comunidad y trabajadores sin tierra (con los habituales derechos de acceso para la pesca durante la estación de inundaciones). Los acuerdos de beneficios se necesitan para organizar y consolidar el grupo. Entre los propietarios hay personas que participan (activas) y otras que no lo hacen (pasivas). Los propietarios que participan activamente en las actividades del grupo reciben un porcentaje adicional de los beneficios por su papel como miembros del grupo (además del porcentaje que ya reciben por el mero hecho de poner a disposición sus tierras).

Se descubrió que para una exitosa implementación del enfoque de piscicultura comunitaria era necesario que, previamente a su introducción, imperara la armonía social entre los grupos. Se ha comprobado que las afiliaciones artificiales basadas en vínculos previos con organizaciones facilitadoras (por ejemplo ONGs) tienen efectos desestabilizadores o incluso perjudiciales. La predisposición de la población a actividades comunitarias en algunos países también fue un factor determinante. Por ejemplo, en el sur de Viet Nam, los campesinos eran muy reacios a cualquier acuerdo colectivo, incluso cuando éstos involucraban a familiares cercanos, y preferían la gestión individual de zonas más pequeñas de propiedad y control individual. Para el futuro están previstas más evaluaciones de las características de los enfoques colectivos exitosos y las razones para su adopción espontánea y la difusión de la tecnología.

### ***Elección de sistemas simultáneos versus alternos***

La elección dependerá del patrón de inundaciones en la zona y de las preferencias entre los grupos.

### ***Elección de sitios adecuados***

Los sitios deberían ser zonas adecuadas por su topografía y existe una necesidad de incluir el mayor número posible de terraplenes ya existentes. Inicialmente se pensó que el número de sitios adecuados era limitado, sin embargo, «adoptantes espontáneos» vallaron hasta un 75 por ciento del perímetro (el resto eran terraplenes ya existentes) a un coste comparativamente elevado. No obstante, estos sitios demostraron ser muy beneficiosos.

### ***Especies de peces, densidad de siembra, tamaños***

Se recomendaron densidades de siembra de diversas especies de peces en el policultivo, preferentemente de tamaños grandes para evitar la depredación y para conseguir tamaños mayores en la cosecha. Sin embargo, no eran paquetes preceptivos (para evitar un rechazo inmediato) y en realidad el número de alevines sembrados y el tamaño de las especies dependieron de la disponibilidad local de las piscifactorías y otras fuentes. Dado el tamaño de algunas de las zonas valladas, fueron cantidades elevadas, mucho mayores que las requeridas habitualmente para estanques piscícolas, lo que unido a la preferencia por tamaños mayores y diversas especies diferentes planteó considerables desafíos logísticos (aprovisionamiento, transporte) para las comunidades y las ONGs implicadas.

### ***Oferta del mercado versus calendario de las cosechas***

Tanto la fase de captura en los peces silvestres como la fase de cosecha están obligadas a coincidir ya que dependen de la duración, niveles y patrón de recesión de las inundaciones. Sin embargo, la operación de cultivo puede extenderse durante un periodo de tiempo mayor mediante cosechas secuenciales que produzcan una merma de la población fija de peces para un mayor crecimiento y mayores ganancias. Más aún, los hoyos más profundos de la zona pueden ser utilizados para mantener a los peces más allá de la temporada normal de captura hasta que los precios del pescado aumenten y se puedan obtener mayores ganancias en los mercados. Así procedieron algunos de los grupos de ensayo.

### ***Aspectos de la gestión financiera***

El primer año las comunidades recibieron apoyo financiero para las inversiones iniciales en vallas. En los años siguientes, las comunidades debían

reinvertir una parte de las ganancias de las ventas de pescado del año anterior en la operación de cultivo de peces del año siguiente, por ejemplo para la compra de alevines y el mantenimiento de las vallas.

### **Efectos sobre la biodiversidad (peces silvestres)**

De forma general se llegó a la conclusión de que la biodiversidad y abundancia de los peces silvestres no se vio afectada por la operación de cultivo, aunque no se realizaron análisis específicos como parte de estos primeros ensayos. La conclusión se basa en comparaciones con la captura de peces silvestres en términos de biomasa y composición de las especies, que resultaron esencialmente similares, excepto para depredadores como la cabeza de serpiente (*Channa* sp.) y el pez-gato (*Clarias* sp.), cuya cantidad se redujo. Sin embargo, en algunos casos los cultivadores observaron que la biomasa de las pequeñas especies indígenas era notablemente superior que la de las zonas adyacentes no valladas, y unas pocas especies que anteriormente eran poco comunes en sus zonas habían vuelto a ser capturadas en las zonas valladas. Esto se atribuyó a la menor abundancia de depredadores en la zona vallada. Se necesitan estudios más detallados para confirmar que la siembra de peces en zonas cercadas de lugares inundados estacionalmente no tiene efectos negativos, y que las vallas limitan el acceso de los peces depredadores juveniles a las zonas cercadas durante las inundaciones.

### **Beneficiarios e impacto**

Los peces continentales han sido caracterizados en general como el grupo de vertebrados de uso humano más amenazado, con una constante tendencia negativa. Estos peces son de la mayor importancia para los ingresos, nutrición y seguridad alimentaria de la población rural pobre, pero su demanda está aumentando, lo que se refleja en constantes incrementos de precio. Los peces también son muy valiosos para la nutrición de la población pobre dada la densidad y calidad de nutrientes (proteínas, lípidos y micronutrientes) presentes en formas biodisponibles en gran medida en casi todas las especies de peces pequeños.

La producción pesquera en las zonas valladas de las llanuras inundables aumentará como mínimo de dos a diez veces en relación a la captura natural a través de las actividades de cultivo, como se ha demostrado en nuestro trabajo anterior en Bangladesh y Viet Nam.

Las cosechas son al por mayor y por tanto se venden en el mercado generando ganancias en efectivo que se reparten entre los miembros del grupo, incluyendo a los que carecen de tierras. Los grupos permiten expresamente la pesca de pequeñas especies indígenas no sembradas por parte de los campesinos sin tierras con métodos tradicionales en las zonas de cultivo durante el periodo de cultivo, garantizándoles así un suministro continuo de proteínas e ingresos de las zonas valladas durante esta fase. Los ingresos en efectivo aumentarán para todos los participantes, especialmente para los campesinos sin tierra en relación con sus ingresos base. Esperamos un nivel similar de beneficios de los enfoques grupales de la piscicultura en sistemas de riego.

A largo plazo, el enfoque pretende proporcionar a las poblaciones rurales de las llanuras inundables y a los sistemas de riego de las cuencas objetivo una fuente equitativa de ingresos adicionales y suministro de pescado, tanto de la producción pesquera natural como de las especies sembradas para el cultivo. Esto beneficiará de forma directa a los miembros implicados de las comunidades, pero también a los consumidores de pescado de otras zonas debido al aumento de la oferta en los mercados, contrarrestando de esta forma la tendencia negativa de la producción pesquera continental. Los beneficios de la producción pesquera también pueden ser empleados para mejorar el mantenimiento y por tanto la sostenibilidad de los sistemas de riego.

### **Dominios de extrapolación**

Las zonas potenciales para la aplicación del enfoque de piscicultura comunitaria en llanuras inundables y sistemas de riego son considerables. Estas zonas suelen estar densamente pobladas, si bien sus aguas de crecida estacional están infrautilizadas.

El enfoque ayuda a mitigar la tendencia descendente de la producción pesquera continental de captura, con un precio del pescado cada vez mayor que lo hace menos asequible para la población pobre. Por ejemplo, sólo en Bangladesh, hay 3 millones de hectáreas de zonas de inundación media y profunda, de las cuales se estima que aproximadamente 1,5 millones son adecuadas para la piscicultura comunitaria. Si se adoptara este enfoque únicamente en el 50 por ciento de estas zonas, la producción pesquera anual aumentaría en 450 000 toneladas (además de las 60 000 toneladas de peces silvestres que actualmente se capturan en estas áreas) con un valor aproximado de 340 millones de

dólares EE.UU. y se estima que beneficiaría a 6,7 millones de personas (2,7 millones de ellas campesinos sin tierras y/o funcionalmente sin tierras). Existen oportunidades similares para las llanuras inundables y los sistemas deltaicos en otros países de Asia y África.

En la cuenca del río Mekong existen 0,8 millones de hectáreas de zonas de inundación media y profunda que podrían ser utilizadas por las comunidades que habitan en ellas para la piscicultura conjunta durante la estación de inundaciones, que de lo contrario sería una temporada de barbecho con muy poca actividad agrícola y económica. De los 5,2 millones de hectáreas de zonas de inundación media y profunda en la cuenca Indo-Gangética, 3 millones de hectáreas se encuentran en Bangladesh, en donde habitan 27 millones de beneficiarios directos potenciales. Si sólo una cuarta parte de ellos adoptara este enfoque, se podrían beneficiar 6,7 millones de personas, 2,7 millones de las cuales carecen de tierras. Otras zonas con inundaciones estacionales adecuadas para este enfoque en otras cuencas en Asia se encuentran en Myanmar (1,2 millones de hectáreas), Tailandia (0,7 millones de hectáreas), y el delta del Río Rojo en Viet Nam (0,1 millones de hectáreas).

En África, el potencial para aplicación de la piscicultura comunitaria es mayor en las llanuras inundables estacionales y en las zonas de riego. En las llanuras inundables de África occidental, se emplean 470 000 hectáreas para cultivar arroz de aguas profundas (Catling, 1992), que podrían ser utilizadas para el cultivo simultáneo de peces y de este tipo de arroz.

## Referencias

- Ali, M.H., Miah, M.N.I. & Ahmed, N.U.** 1993. Experiences in deepwater rice-fish culture. *Bangladesh Rice Research Institute Publication* No. 107, Gazipur, Bangladesh. 28 pp.
- Ali, M.H., Miah, M.N.I. & Elahi, M.N.** 1998. Increasing farm income by incorporating fish culture in deepwater rice environment. *Bangladesh Journal of Fisheries Research*, 2(2): 183-188.
- Bakker, M., Barker, R., Meinzen-Dick, R.S. & Konradsen, F.** (eds). 1999. Multiple uses of water in irrigated areas: a case study from Sri Lanka. *SWIM Report 8*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. (disponible en [www.cgiar.org/iwmi/pubs/SWIM/Swim08.pdf](http://www.cgiar.org/iwmi/pubs/SWIM/Swim08.pdf)).
- Catling, D.** 1992. Rice in deep water. London, MacMillan Press and International Rice Research Institute. 542 pp.
- Das, D.N., Roy, B. & Mukhopadhyay, pp.K.** 1990. Fish culture with DW rice in West Bengal. En: *Deepwater and Tidal Wet Land Rice Bulletin*, No. 17, November 1990, International Rice Research Institute, Philippines.
- Dey, M.M. & Prein, M.** 2000. Case 3: Fish in deepwater ricelands. En PRGA Program. ed. *Equity, well-being, and ecosystem health: participatory research for natural resources management*, pp. 19-20. CGIAR Program on Participatory Research and Gender Analysis, CIAT, Cali, Colombia. 62 pp.
- Dey, M.M. & Prein, M.** 2003. Participatory research at landscape level: floodprone ecosystems in Bangladesh and Viet Nam. En B. Pound, S.S. Snapp, C. McDougall & A. Braun, eds. *Uniting science and participation for sustainable livelihoods and adaptive natural resource management*. Earthscan/IDRC.
- Dey, M.M. & Prein, M.** Community-based fish culture in seasonally deep-flooding ecosystems. *IFAD Technical Advisory Notes 1*, Aquaculture Series, IFAD, Roma (en prensa).
- Dey, M.M. & Prein, M.** Community-based concurrent rice-fish culture in seasonal moderately deep-flooding ecosystems. *IFAD Technical Advisory Notes 2*, Aquaculture Series, IFAD, Roma (en prensa).
- Dey, M.M. & Prein, M.** *Community-based fish culture in seasonally flooding ecosystems*. WorldFish Center Technical Report (en prep.).
- Gregory, R. & Guttman, H.** 1996. Management of ricefield fisheries in South East Asia: capture or culture? *ILEIA Newsletter* 12(2): 20-21.
- Guttman, H.** 1999. Ricefield fisheries - a resource for Cambodia. Naga, *The ICLARM Quarterly* 22(2): 11-15.
- Halwart, M.** 1998. Trends in rice-fish farming. *FAO Aquaculture Newsletter* 18: 3-11 (disponible en [www.fao.org/documents/docrep/005/w8516e/w8516e00.htm](http://www.fao.org/documents/docrep/005/w8516e/w8516e00.htm)).
- Meinzen-Dick, R.S.** (ed.) 2001. Multiple uses of water in irrigated areas. *Irrigation and Drainage Systems* 15(2). (6 artículos).
- Mukhopadhyay, pp.K., Das, D.N. & Roy, B.** 1991. *Deepwater Rice-Fish Farming Bulletin*, Issue no. 1, February 1991, Rice Research Station, Chinsurah, West Bengal, India.
- Prein, M. & Dey, M.M.** 2001. Rice and fish culture in seasonally flooded ecosystems. En IIRR, IDRC, FAO, NACA and ICLARM, pp. 207-214. *Utilizing different aquatic resources for livelihoods in Asia: a resource book*. International Institute of Rural Reconstruction, Silang, Cavite, Philippines. 416 pp. (disponible en [www.iirr.org/aquatic\\_resources](http://www.iirr.org/aquatic_resources)).

**Rothuis, A.J., Nhan, D.K., Richter, C.J.J. & Ollevier, F.** 1998a. Rice with fish culture in the semi-deep waters of the Mekong delta, Viet Nam: a socio-economic survey. *Aquaculture Research* 29: 47–57.

**Rothuis, A.J., Nhan, D.K., Richter, C.J.J. & Ollevier, F.** 1998b. Rice with fish culture in the semi-deep waters of the Mekong delta, Viet Nam: interaction of rice culture and fish husbandry management on fish production. *Aquaculture Research* 29: 59–66.

**Roy, B., Das, D.N. & Mukhopadhyay, pp.K.** 1990. Rice-fish-vegetable integrated farming: towards a sustainable ecosystem. Naga, *The ICLARM Quarterly*, October 1990.

**Sultana, pp. & Thompson, pp.** 2003. Methods of consensus building for community based fisheries management in Bangladesh and the Mekong delta. *CAPRI Working Paper* 30. Washington DC: IFPRI. (disponible en [www.capri.cgiar.org/pdf/capriwp30.pdf](http://www.capri.cgiar.org/pdf/capriwp30.pdf))

## UN ESTUDIO DEL DESARROLLO DE LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA (IIA), CON ESPECIAL REFERENCIA A ÁFRICA OCCIDENTAL

Cécile Brugère  
Departamento de Pesca y Acuicultura  
FAO, Roma, Italia

**Brugère, C.** 2010. Un estudio del desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA), con especial referencia a África occidental. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 27–60.

### Resumen

Se presenta un estudio de la bibliografía disponible sobre las actividades de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en 13 países de África occidental. El concepto de la IIA ha sido objeto de algunas publicaciones que han hecho énfasis en el potencial «teórico» y las ventajas de esta práctica. Otros estudios han optado por evaluar el desarrollo/potencial del riego y la acuicultura en estos países de forma separada y se han centrado en los aspectos técnicos de cada actividad. Se ha identificado a los fondos de valles interiores, las llanuras inundables y los sistemas de riego con control total como ambientes clave para respaldar la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. Se proporciona información de antecedentes sobre el contexto y justificación para la integración de las actividades acuícolas y de riego, y se detallan actividades específicas de IIA para cada ambiente clave basándose en estudios de casos documentados en África occidental. Entre las cuestiones identificadas como positivas o negativas que afectan al potencial de la integración se encuentran las preocupaciones por la salud vinculadas a la incidencia de las enfermedades transmitidas por el agua, gestión de plagas y maleza, reciclaje de aguas residuales, mitigación de la salinización de la tierra, conservación de los humedales, demanda de pescado, comercialización y procesamiento, asignación óptima y la determinación del precio del agua de riego. Se subraya la necesidad de incorporar de forma plena los factores socioeconómicos y culturales en las evaluaciones del potencial de la IIA, ya que éstos influyen notablemente en la adopción final de nuevas tecnologías. A pesar de que existen diversos desafíos técnicos y socioeconómicos que superar, las actividades de la IIA deberían contribuir de forma positiva a los medios de vida de los campesinos y operarios, siempre y cuando se les den oportunidades para iniciativas privadas y las tecnologías se adapten a sus necesidades.

### Introducción

El Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura de la FAO<sup>1</sup> encargó la elaboración de este estudio para utilizarlo como documento de trabajo en el Taller Regional de la FAO-ADRAO sobre Integración de sistemas de irrigación y acuicultura celebrado en Bamako, Malí, del 4 al 7 de noviembre de 2003. Desde un punto de vista geográfico, el estudio se centra en África occidental e incluye a Burkina Faso, Malí, Níger, Nigeria, Senegal, Ghana, Chad, Côte d'Ivoire así como países miembros del Consorcio del Inland Valley (IVC, por sus siglas en inglés) del ADRAO: Benin, Camerún, Togo, Sierra Leona y Guinea.

La investigación del desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura se centra

en tres zonas claves equipadas para el riego: los fondos de valles interiores, las llanuras inundables y los sistemas de riego con control total e incluye las actividades de cultivo de peces y arroz. Se estudian las actividades de IIA en cada ambiente clave en África occidental, evaluando su potencial, limitaciones, oportunidades y otras cuestiones relacionadas con el futuro desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África y se ofrecen recomendaciones sobre cómo desarrollar la IIA en cada país y en la región como conjunto.

La primera sección de este documento proporciona información de antecedentes y fundamentos para desarrollar la IIA. La sección 2 describe los ambientes clave y los sistemas de acuicultura y riego objeto de análisis, e incluye estudios de caso de actividades de integración de sistemas de irrigación y acuicultura en

<sup>1</sup> Ahora Servicio de Acuicultura (FIRA)

llanuras inundables, fondos de valles interiores y sistemas de riego con control total de los países analizados. Otras cuestiones relacionadas con el desarrollo de la IIA como pueden ser la preocupación por la salud, el control de la maleza, el reciclaje de aguas residuales, la salinización de la tierra, la conservación de los humedales y la determinación del precio del agua de riego se abordan en una tercera sección. En la cuarta sección –y en base a toda la información anterior– se analizan los desafíos y oportunidades para la integración futura. La última sección resume las conclusiones.

### **Información de antecedentes y fundamentos para la IIA**

#### ***Riego: cuestiones relacionadas con la escasez y productividad del agua***

Cuando el 70 por ciento del suministro mundial de agua aprovechada es utilizado para el riego y se prevé que aumente la extracción total, la creciente escasez y competencia por el agua añaden una nueva dimensión al debate sobre la seguridad alimentaria (Seckler *et al.*, 1998). Los problemas relacionados con el riego son la escasa eficiencia del uso del agua, la costosa explotación de nuevos recursos hídricos, la degradación de los recursos a través del anegamiento, la polución y la salinización, que tienen un impacto negativo sobre el abastecimiento de agua potable y la salud, junto a las subvenciones e incentivos distorsionados que provocan un mayor agotamiento y generan beneficios desiguales (Rosegrant, 1995). Frente a estos desafíos y para garantizar una mayor producción alimentaria y estabilidad de los precios en las próximas décadas, se necesitan realizar inversiones y reformas políticas para mejorar la gestión del agua y del riego (Rosegrant y Cai, 2001).

Seckler *et al.* (1998) han clasificado a los países según un cálculo de la amenaza de escasez de agua. Ninguno de los países estudiados pertenecía al grupo de países que carecen actualmente de agua. Sin embargo, Níger, Camerún, Côte d'Ivoire, Nigeria, Ghana, Benin, Chad y Burkina Faso fueron clasificados como países del Grupo 2, en los que las condiciones para la producción agrícola suelen ser a menudo desfavorables y que deben fomentar más del doble del agua que usan actualmente para satisfacer unas necesidades futuras razonables. En estos países se recomendó hacer hincapié en la expansión del riego a pequeña escala y el riego suplementario para aumentar la

productividad de la agricultura de secano. En el Grupo 3 se encuadró a Guinea, Senegal y Malí<sup>2</sup>, que necesitan aumentar sus extracciones en un 48 por ciento de media para satisfacer sus necesidades hídricas.

En el contexto de usos integrados, la productividad del agua –es decir, la cantidad de alimentos producidos por cada unidad de volumen de agua empleada– proporciona más información que la eficiencia del riego, la cantidad de agua necesaria para un determinado fin dividida por la cantidad de agua desviada a un dominio espacial de interés (Guerra *et al.*, 1998; Molden, 1997). Como los costes de desarrollar nuevos recursos hídricos aumentan, incrementar la productividad de los recursos existentes, tanto el riego como la lluvia, resulta más atractiva y puede conseguirse de cuatro maneras (Seckler *et al.*, 1998):

- reduciendo las pérdidas por evaporación;
- reduciendo el caudal de agua utilizable a los sumideros;
- controlando la salinidad y la polución;
- redistribuyendo el agua desde los cultivos de menor valor a los de mayor valor.

Una quinta forma de incrementar la productividad del agua es mediante la integración de un uso no consuntivo de agua (piscicultura) en las fuentes de riego ya existentes.

#### ***Acuicultura***

La acuicultura es la industria de producción alimentaria que más rápido crece en el mundo (FAO, 2000a). Más allá de algunos impactos medioambientales negativos (generalmente específicos de la acuicultura marina o costera intensiva) la piscicultura continental tiene el potencial de contribuir positivamente a los medios de vida y a la seguridad alimentaria de la población pobre (Ahmed y Lorica, 2002; Edwards, 2000; Halwart *et al.*, 2003) y actualmente se está haciendo hincapié en la acuicultura para el desarrollo, en vez de únicamente en el desarrollo de la acuicultura (Friend y Funge-Smith, 2002). Sin embargo, los recursos acuáticos vivos están en un periodo de transición y afrontan cuestiones relacionadas con la eficiencia, especialmente en las operaciones postcosecha, equidad, gestión, intensificación y elaboración de políticas (Williams, 1996). Una mejor gestión del agua que satisfaga a los recursos acuáticos y agrícolas podría ser la manera de optimizar los usos del agua y aumentar los medios de vida locales, si bien requiere de políticas integradas

<sup>2</sup> Togo y Sierra Leona no formaban parte del estudio.

que reconozcan los múltiples usos de las masas de agua continentales y la complejidad de los medios de vida para fomentar su sostenibilidad.

### **Sistemas de explotación agrícola integrados**

El concepto de integrar la producción pesquera con otras actividades (cultivos, aves de corral, ganado) como parte de sistemas complejos de explotación agrícola no es nuevo y sus ventajas son reconocidas desde hace mucho tiempo (Pullin y Shehadeh, 1980; Little y Muir, 1987; FAO/ICLARM/IIRR, 2004). Desde una perspectiva de reducción de la pobreza, estos sistemas contribuyen a mejorar los resultados de los medios de vida mediante la diversificación de la producción alimentaria y las actividades familiares, aumentos de los ingresos, mejoras nutricionales y un mayor reparto del riesgo y la incertidumbre (FAO, 2000b; Prein, 2002). Desde una perspectiva medioambiental, contribuyen a una gestión sostenible de los recursos por medio del reciclaje/reutilización de los recursos y nutrientes, gestión de plagas respetuosa con el medio ambiente, aumento de la eficiencia en el uso del agua y la tierra y la gestión de residuos (ibíd.).

Mientras que las contribuciones del desarrollo del riego y la acuicultura a la mitigación de la pobreza han sido evaluadas de forma separada (Hussain y Biltonen, 2001 y Chambers, 1988 en el caso del riego; Friend y Funge-Smith, 2002 y Edwards, 2000 en el caso de la acuicultura), la integración de ambas actividades es relativamente nueva, especialmente en África. A pesar de ser conocida como «zona propensa a las sequías», África subsahariana ha explotado escasamente los recursos e infraestructuras de riego que podrían beneficiarse de la rehabilitación y modernización (Alam, 1991), así como de enfoques integrados en la gestión del agua para acomodar tanto al riego como la acuicultura.

### **Integración de sistemas de irrigación y acuicultura**

Gran parte de la bibliografía actual reconoce el potencial «teórico» de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. Este potencial está basado en evaluaciones separadas de las actividades acuícolas y de riego y del potencial para un desarrollo posterior. Mientras que los sistemas integrados, como la acuicultura en los arrozales o el cultivo en jaulas en embalses artificiales (para riego), han sido estudiados a fondo, los aspectos técnicos de la IIA en canales y las cuestiones de gestión relacionadas con los

usos múltiples del agua han sido documentadas en muy pocos estudios (p. ej. Li, 2002; Ingram *et al.*, 2000). Según Fernando y Halwart (2000), el cultivo de peces en sistemas de riego es una práctica que data, al menos, de hace dos milenios. Aunque los registros son escasos, se cree que se generalizó en las zonas tropicales y subtropicales, especialmente en los arrozales de regadío. Los sistemas de riego que utilizan agua almacenada o desviada han aumentado exponencialmente en los últimos 50 años, si bien la piscicultura en estos sistemas de riego no se ha desarrollado de forma similar y actualmente existe un enorme potencial para su integración (Fernando y Halwart, 2000).

La integración de sistemas de irrigación y acuicultura es un aspecto de la integración de la agricultura y la acuicultura. Es la práctica de dos tecnologías asociadas con el objetivo de aumentar la productividad por unidad de agua empleada. En el caso de la producción simultánea de peces y arroz de regadío, la integración puede ser parcial o completa dependiendo del emplazamiento físico de las unidades acuícolas y de riego: los peces pueden criarse en un estanque aguas arriba o abajo del arrozal, pero también en su interior. En los sistemas de riego de conducción, los peces también pueden criarse en jaulas ubicadas en los canales (Li *et al.*, 2005; Ingram *et al.*, 2000; Haylor, 1994). En la próxima sección se detallan otros posibles sistemas.

La IIA ofrece una serie de ventajas genéricas, muchas de las cuales proceden de los beneficios de los sistemas integrados de explotación agrícola. Entre los efectos medioambientales positivos se incluyen (después de Kabré, 2000):

- En el caso de los estanques piscícolas para el suministro de riego: fertilización del agua y del suelo por medio de excrementos de peces, acumulación de materia orgánica en el fondo de los estanques que aumenta el desarrollo de la micro-flora y la micro-fauna y mejora su productividad.
- En el caso de los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces: las especies de peces, en particular algunas especies de tilapias, controlan la maleza en los arrozales y sus movimientos impiden que crezcan de nuevo. Los peces actúan controlando biológicamente los parásitos del arroz y las larvas de mosquitos, impidiendo la propagación de la malaria y otras enfermedades transmitidas por el agua.

A nivel familiar, los efectos positivos incluyen el aumento de la seguridad alimentaria, una nutrición equilibrada y mayores ingresos (Moehl

et al., 2001) mediante la producción de un producto básico (pescado) fácilmente disponible en tiempos de necesidad y el suministro de riego suplementario para cultivos en la estación seca (Little y Muir, 1987). También se demostró que es posible aumentar los ingresos de los campesinos pobres sin tierras mediante la adopción de jaulas de peces (carpas de la India) en canales de riego (Brugère, 2003).

Mientras que la integración de la acuicultura en los sistemas de riego está recibiendo cada vez mayor atención, las limitaciones técnicas y la oposición a la integración han dificultado su desarrollo en algunas zonas. En el caso de embalses a gran escala, la acuicultura en jaulas/corrales puede limitar o alterar el valor del agua en múltiples usos alterando los regímenes de flujo, el valor escénico, interrumpiendo el desove, interfiriendo con la navegación e impidiendo el acceso y contaminando el agua, especialmente cuando los embalses son utilizados para el suministro de agua potable (Haylor, 1994; Beveridge, 1987). En los canales de abastecimiento del riego, las jaulas –especialmente cuando se ensucian–, pueden representar una barrera para el flujo de agua y han experimentado una cierta oposición a su uso (Costa-Pierce y Effendi, 1988 en el caso de Indonesia; Jauncey y Stewart, 1987 en el caso de Egipto). Además, la integración de la producción pesquera en una zona de riego supone una carga adicional para su gestión, requiriendo de un equilibrio entre las necesidades y las limitaciones de la producción pesquera y agrícola (Li et al., 2005; Haylor, 1994).

### **Ambientes clave y desarrollo de la IIA en África occidental**

Es necesario determinar qué ambientes de riego y qué sistemas acuícolas son adecuados para la integración. El Cuadro 1 vincula cada ambiente clave definido por la FAO (fondos de valles interiores, llanuras inundables y sistemas de riego con control total) y los sistemas de riego/ingeniería hidráulica relacionados con los sistemas acuícolas a los que potencialmente pueden apoyar, tal y como sugiere Haylor (1994). La siguiente sección da cuenta del análisis de estudios de casos de esta integración, con su potencial y limitaciones, en África occidental.

#### **Desarrollo de la IIA en África occidental**

Dado que este estudio se centra de forma específica en la integración de sistemas de

irrigación y acuicultura, no se repiten los análisis a nivel nacional de los sectores acuícola y de riego. Sin embargo se han resumido en un Cuadro, que también incluye el potencial de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura por país, evaluado por medio de estudios de viabilidad e información de otras fuentes (Anexo 1).

No hay constancia de muchos ejemplos de iniciativas prácticas en África occidental y algunos estudios de casos de acuicultura no mencionan el ambiente donde se desarrollaron. Una excepción notable es la integración de la acuicultura en los arrozales. Tras el taller de la FAO para una red africana de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (Moehl et al., 2001), se realizaron estudios de casos en Malí (Bamba y Kienta, 2000), Côte d'Ivoire (Coulibaly, 2000), y Burkina Faso (Kabré, 2000). Estos estudios figuran entre los más rigurosos que existen sobre las actividades de la IIA (generalmente ensayos o actividades pasadas) en África y describen las características técnicas así como algunos impactos económicos y sociales de los sistemas desarrollados. Todavía prevalecen los enfoques sectoriales en el desarrollo de cada actividad entre los profesionales y planificadores de políticas. Apenas se mencionan los «enfoques integrados» en la gestión del agua de riego teniendo en cuenta otros usos, en particular la producción pesquera (pesca o acuicultura) y los usos domésticos.

#### **Llanuras inundables**

Las llanuras inundables juegan un papel fundamental a la hora de sostener a una población numerosa. Muchas de las actividades que permiten dependen de su hidrología (Thompson y Polet, 2000). La promoción de su gestión para la producción pesquera mediante técnicas acuícolas extensivas (por ej. estanques excavados en la llanura inundable, presas que bloquean los canales de drenaje y diques circundando zonas) no es nueva (Welcomme, 1976).

El uso de los recursos de las llanuras inundables suele estar sincronizado con los ciclos anuales de las inundaciones, como sucede en los humedales de Hadejia-Nguru al noreste de Nigeria (Thompson y Polet, 2000), donde se cultiva arroz en las zonas anegadas en las que se plantan otros cultivos cuando se retiran las inundaciones. La intensidad de la pesca y del pastoreo de ganado también varía con la subida y bajada de los niveles de agua. El emplazamiento del cultivo de arroz y del riego a pequeña escala está determinado por la disponibilidad de agua en las estaciones húmeda y seca.

**Cuadro 1:** Ambientes clave, sistemas de ingeniería hidráulica y sistemas acuícolas

<b>Ambiente clave (tal y como se define en FAOSTAT)</b>	<b>Sistemas de ingeniería hidráulica (después de Haylor, 1994)</b>	<b>Estado de la pesca (de captura y fomentada) y la acuicultura (después de Haylor, 1994)</b>	<b>Sistemas acuícolas con potencial para la integración</b>
Sistemas de riego con control total (gran escala)	Grandes embalses (presas) para control de almacenamiento/inundaciones	Parte importante y cada vez mayor de la producción pesquera en muchos países, si bien en África sólo es una innovación reciente, en particular la acuicultura basada en embalses <sup>1</sup> .	Jaulas/corrales
	Canales de suministro de riego	La entrada de peces en el sistema y las poblaciones autosuficientes son importantes en Asia. Los peces sembrados se utilizan para controlar el crecimiento de las plantas acuáticas y los vectores que transmiten enfermedades.	Jaulas/corrales (p.ej. policultivo de carpas en China)
	Dispersión del agua (aguas residuales y agua de drenaje)	No hay pesca de captura. La acuicultura se utiliza para producir biomasa de un medio acuático controlado y para tratar las aguas residuales.	Estanques, pequeños embalses
	Sistemas de transferencia de agua (redes de conducción)	No existe constancia de pesca en muchos lugares.	Jaulas/corrales
Sistemas de riego con control total (pequeña escala)	Subsistemas de explotación agrícola (= arrozales)	La pesca de captura es tan antigua como el cultivo de arroz con rendimientos de unos 135–175 kg/ha <sup>2</sup> . El cultivo piscícola proporciona rendimientos más elevados pero varían con las condiciones del terreno.	Acuicultura en los arrozales (p. ej. producción de alevines en China)
	Embalses de pequeña escala (= presas en la explotación agrícola, embalses de doble uso, tanques o embalses de regadío) para el almacenamiento de agua de lluvia y de las inundaciones	Combinación de pesca y prácticas acuícolas.	Jaulas/corrales, acuicultura en los arrozales, ensenadas en embalses (p. ej. producción de alevines en China)
	Riego con aguas subterráneas (pozo, perforación, bomba)	Acuicultura extensiva en pozos abiertos, aunque existe riesgo de conflicto con otros usos (consumo humano/del ganado) <sup>3</sup> .	Peces sembrados en pozos <sup>3</sup>
Fondos de valles interiores/humedales	Embalses o estanques en la explotación agrícola	Acuicultura extensiva a semi-intensiva <sup>4</sup> .	Jaulas/corrales, estanques
	Embalses de presa de pequeña escala	Entrada de peces en el sistema y poblaciones autosuficientes <sup>5</sup> .	Jaulas/corrales, estanques
Llanuras inundables, incluyendo zonas de recesión de inundaciones	Arrozales	Entrada de peces en el sistema, en ocasiones sembrados <sup>5</sup>	Arroz-peces
	Embalses de presa de pequeña escala	Entrada de peces en el sistema y poblaciones autosuficientes <sup>6, 7</sup>	Jaulas/corrales, estanques
	Arrozales	Entrada de peces en el sistema, en ocasiones sembrados <sup>5, 7</sup>	Arroz-peces

<sup>1</sup>Beveridge y Phillips (1987), ICLARM y GTZ (1991); <sup>2</sup>Hora y Pillay (1962), Ali (1990); <sup>3</sup>Institute of Aquaculture (1998); <sup>4</sup>Little y Muir (1987); <sup>5</sup>Coulibaly (2000); <sup>6</sup>Welcomme (1976); <sup>7</sup>Bamba y Kienta (2000).

### *Acuicultura en los arrozales*

En la región de Mopti en Malí, se evaluó la acuicultura en los arrozales en la llanura inundable del río Níger (zona de Tiroguel) en un análisis de un estudio de caso para un proyecto potencial (Bamba y Kienta, 2000). Se estimó que el proyecto se beneficiaría del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) permitiendo a los habitantes de las llanuras inundables pescar de forma legal peces capturados en la red de riego de las mismas y aumentar la producción pesquera en la zona

de riego de la llanura inundable destinada al cultivo de arroz de aguas profundas. Con la rehabilitación de una zona de riego de pequeña escala gestionada comunalmente, se crearía un estanque de 10 ha en medio de una zona de 13 ha de cultivo de arroz de aguas profundas. El agua en la zona de riego alojaría simultáneamente a los peces y al arroz: se excavaría un agujero en mitad del estanque para que los peces sobrevivieran tras el drenaje para la cosecha de arroz. La gestión tanto del estanque como del arroz dependería de la participación de todos los

miembros de la comunidad y de la armonización de los intereses de gestión. Se podrían sembrar tilapias y *Clarias* spp. en el estanque utilizando poblaciones naturales que entraran en la llanura inundable y población adicional. El alimento para los peces estará elaborado a partir de fertilizantes orgánicos (reciclaje de residuos de las explotaciones agrícolas).

El análisis financiero de esta integración basada en una serie de objetivos de producción indicó beneficios netos positivos. De todos los impactos previstos, nueve podrían ser positivos, cinco negativos, seis potencialmente negativos y dos insignificantes. Los beneficios estarían relacionados con incrementos en el capital social (cohesión comunitaria mediante la gestión comunal de la producción de peces y arroz), transferencia de la gestión de recursos del Estado a las partes interesadas, mayor autonomía en la toma de decisiones, suministro puntual de pescado cuando los recursos se reducen en el delta, con mayores ingresos para los productores –en particular las mujeres– y una dieta mejorada.

Las limitaciones a superar podrían estar relacionadas con la falta de apoyo institucional y la gestión del agua con un único fin en los arrozales de regadío, la falta de financiación para las actividades acuícolas en general, la percepción de la acuicultura por los agricultores como una actividad secundaria y la falta de disponibilidad de agua fuera de las zonas equipadas para un control total del riego. No obstante, se consideró que el potencial para la integración de la acuicultura en los arrozales es elevado y que con un apoyo político adecuado el ejemplo de la zona de Tiroguel podría extenderse a todas los arrozales de aguas profundas, estanques y fondos de valles interiores de Malí.

En Burkina Faso se evaluaron ejemplos de integración directa de la acuicultura en los arrozales (cría de peces en el arrozal) en el Valle de Kou y de integración indirecta (estanques de peces aguas arriba del arrozal) en la zona de riego de Bragué (Kabré, 2000). El Valle del Kou es una llanura inundable equipada para el riego por gravedad, mientras que la zona de riego de Bragué obtiene agua desde los canales procedentes del embalse de la presa de Bragué. A pesar del éxito parcial, el ensayo del Valle de Kou proporcionó más información que el estudio de caso de Bragué, que aportó pocos datos para una mejor comprensión de la IIA (la producción pesquera era un uso secundario del estanque, diseñado originalmente como una fuente suplementaria de riego para el arroz; los campesinos no participaron en la cría de peces y los peces no fueron cosechados). En el ensayo

del Valle de Kou (1987–1988), las parcelas de arroz eran abastecidas de forma individual por un canal de riego. Las compuertas se dotaron de rejillas para impedir que se mezclaran las poblaciones de peces sembrados y silvestres. Un grupo de pescadores gestionó de forma comunal un estanque construido en medio de la zona de riego para criar alevines de tilapia, abonado con insumos orgánicos y minerales. Hubo algunas dificultades en el establecimiento y gestión de la operación: los campesinos se mostraban escépticos mientras que los pescadores estaban interesados, surgieron conflictos respecto a la asignación de agua en el perímetro de riego y una inundación repentina interrumpió un segundo ensayo de forma inesperada. Además, el impacto financiero de la actividad integrada en el presupuesto familiar fue limitado y un análisis en profundidad demostró que el cultivo combinado de arroz y peces estaba muy condicionado por la disponibilidad de mano de obra suficiente en la familia.

Otras limitaciones al desarrollo amplio de la actividad, evaluada por Kabré y Zerbo (2001), están relacionadas con las escasas directrices proporcionadas por la agencia gubernamental de desarrollo pesquero y de los institutos de investigación en cuanto al desarrollo de la acuicultura y, en particular, de la acuicultura en los arrozales. También son limitaciones la escasez de alevines, la competencia por los piensos, y la falta de financiación, suelo y agua para la IIA. Sin embargo, durante el ensayo los campesinos comenzaron a percatarse de los beneficios de la integración de los peces en los arrozales o en un estanque utilizado para el riego. Se estima que su actitud podría cambiar fácilmente con un esfuerzo de extensión agraria y una mayor concienciación sobre el reciclaje de nutrientes, conocimientos técnicos sobre la gestión de la IIA y algunas formas de ahorro cooperativo para financiar y desarrollar nuevas actividades de IIA. La demanda existente de pescado y la posibilidad de actividades postcosecha (p. ej. ahumado de pescado) en las que participaran mujeres, contribuirían a este cambio de actitud.

#### *Estanques*

Thomas (1994) informó del desarrollo de un estanque piscícola en la llanura inundable de los humedales de Hadejia-Ngura en Nigeria. Este estudio puso de relieve una característica común de muchos proyectos acuícolas en África: el error de obviar los aspectos económicos y sociales para garantizar el éxito de los desarrollos técnicos. El objetivo del proyecto era aumentar la producción pesquera de los estanques estacionales para compensar los descensos en

la pesca de captura. Las técnicas empleadas implicaron ahondar los estanques y controlar el caudal de salida después de la decrecida, abonar con estiércol de vaca, y aumentar la densidad de peces naturales con alevines de *Clarias lazera* y tilapia (*Sarotherodon galilaeus*) capturados en libertad. La depresión elegida era un estanque comunitario y, por tanto, estaba gestionado comunalmente. Se dejó un estanque cercano sin gestionar y se usó como elemento de control. Los pescadores proporcionaron los alevines y el estiércol se recolectó de los campos de los Fulani (pastores nómadas).

En 4 meses se cosecharon 13 kg de peces del estanque sin gestionar y en 8 meses se obtuvieron 35 kg del estanque gestionado. Sin embargo, el análisis económico del ensayo mostró beneficios menores para la mano de obra en el estanque gestionado (5,19 nairas por persona y hora) en comparación con el estanque sin gestionar (6,04 nairas por persona y hora), aunque el exceso de mano de obra disponible en la estación seca durante la cosecha de peces y la posibilidad de venderlos en el «período de escasez» podría compensar los menores beneficios.

A pesar de los resultados esperanzadores, la participación de la comunidad y la adopción de la tecnología fueron bajas debido a los siguientes factores:

- La organización de la comunidad y la gestión individual tradicional de las actividades pesqueras en la llanura inundable, que hicieron que el concepto de actividades «gestionadas comunitariamente» fuera novedoso.
- El bajo nivel educativo que dificultó el archivo de datos e hizo que los pescadores fueran reacios a proporcionar los alevines necesarios para poblar el estanque.
- Costumbres y derechos de acceso sobre el estanque de siembra y la pesca en la llanura inundable (algunos grupos vieron el proyecto como una amenaza para sus derechos).
- Relaciones étnicas tensas y sospechas de robo.
- Microeconomía de la actividad: mientras que la pesca puede proporcionar beneficios instantáneos, la acuicultura ha de plantearse en un lapso de varios meses y un cambio en el flujo de ingresos puede tener muchas repercusiones para la supervivencia familiar.

### **Fondos de valles interiores**

#### *Acuicultura en los arrozales*

Oswald *et al.* (1996) mostraron que se producen interacciones positivas y beneficios en la

combinación del cultivo de peces (principalmente *Oreochromis niloticus*) en estanques adyacentes a los arrozales de tierras bajas en zonas periurbanas de Côte d'Ivoire. Esta actividad era una estrategia adecuada de diversificación agrícola y se benefició de la cercanía de los mercados.

En Senegal, el potencial de la acuicultura en los arrozales fue evaluado en el valle del río Senegal (al norte del país) y en los fondos de valles interiores y llanuras inundables (al sur, en la zona de Casamance) (Sanni, 2002). En el valle del río Senegal el arroz es cultivado de forma intensiva y el agua es gestionada para satisfacer sus necesidades de crecimiento (incluyendo los periodos de aguas bajas o secano) que podrían limitar el crecimiento de los peces sembrados en parcelas de arroz. Sin embargo, el potencial es mayor en la zona de Casamance, donde el arroz es cultivado de forma extensiva y ya existe alguna forma de integración de la acuicultura en los arrozales que podría ser fácilmente mejorada. A pesar del interés de los campesinos en la IIA –en particular del cultivo combinado de arroz y peces–, de los conocimientos existentes sobre la gestión del riego, de la elevada demanda de pescado fresco en zonas interiores remotas y de la disponibilidad de alevines y alevines pequeños, se encontraron una serie de limitaciones.

Algunas de ellas son comunes a las actividades de la IIA en general tal y como se practica en cualquier otro lugar (consultar también las contribuciones de Peterson *et al.*, en este volumen). El ambiente local (por ej. cercanía al Delta, donde los peces son numerosos) y el origen étnico también se consideraron como factores influyentes para el potencial de la IIA. Mientras que estos análisis mostraron potencial, Sanni (2002) admitió la necesidad de realizar evaluaciones socioeconómicas, en particular en el contexto de cultivo combinado intensivo de arroz y peces en el valle del río Senegal.

### **Sistemas de riego con control total**

#### *Presas/embalses*

Diallo (1995) informó de resultados esperanzadores de la cría de *Tilapia guineensis* y *Sarotherodon melanotheron* en corrales en valles represados en Casamance, Senegal, como un método para cubrir la demanda de proteínas tras la pérdida de hábitat y la reducción de las capturas.

En el Lago Kainji en Nigeria se realizó un experimento utilizando seis jaulas con marco de madera y malla de gallinero de 1 m<sup>3</sup> sembradas con especímenes de *Tilapia galilaea*, *T. zillii* y *Oreochromis niloticus* juntas y *T. galilaea*

por separado (Ita, 1976). Las jaulas estaban suspendidas con cuerdas de nylon atadas a la plataforma de un muelle de atraque a escasos metros de la presa de Kainji. Los peces eran alimentados a diario con gránulos preparados con una mezcla de pescado seco, cacahuets tostados o frescos, salvado de maíz de Guinea, harina de ñame y una premezcla comercial de vitaminas o harina de sangre. Los resultados indicaron que el crecimiento de la *T. galilaea* en 164 días fue mayor que en el caso del policultivo durante 171 días. Se sugirió mejorar el diseño de las jaulas para disminuir las pérdidas de pienso y el coste de construcción y mejorar así la viabilidad económica de la operación.

#### *Canales*

En Senegal, Sanni (2002) evaluó el potencial de diversas formas de IIA. En los canales primarios los ensayos no tuvieron éxito debido a los robos, la depredación por las aves y la falta de participación del grupo objetivo, si bien mostraron cierto potencial. En los canales secundarios y terciarios, la poca profundidad y la fácil depredación fueron limitaciones importantes. Los embalses a gran escala ubicados en los sistemas de riego ofrecieron el mayor potencial para el cultivo intensivo de peces en jaulas. Las zonas de drenaje no fueron adecuadas debido a la presencia de pesticidas nocivos en el agua.

#### *Acuicultura en los arrozales*

En Côte d'Ivoire se realizó un análisis de un estudio de caso sobre ensayos de IIA (acuicultura en los arrozales) en la aldea de Luenoufla, en el fondo de un valle en la región de Daloa (Coulibaly, 2000). Los ensayos, desarrollados inicialmente bajo el denominado Proyecto Piscícola Centro Oeste (PPCO, por sus siglas en francés) en 1992, fueron continuados por la APDRA-CI (siglas en francés de la Asociación para la Piscicultura y el Desarrollo Rural en África tropical húmeda – Côte d'Ivoire) y han ofrecido resultados positivos. Las zonas en las que se realizó el cultivo combinado de arroz y peces son habitualmente sistemas en cascada, con parcelas de arroz aguas arriba y abajo de un pequeño embalse represado en el que se crían los peces. Se construyó un estanque de cría como parte del sistema de riego, que también fue diseñado para alojar cultivos orgánicos (hortalizas) y un abrevadero de ganado. Se practicó el policultivo de tilapia, *Hemichromis fasciatus*, *Heterotis niloticus* y carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*)

En términos económicos, se demostró que la actividad pesquera contribuyó al 20 por

ciento del valor total de la producción (arroz, hortalizas y maíz) y aumentó el valor del fondo del valle equipado para el riego. Sin embargo, los beneficios para la mano de obra fueron menores que los obtenidos de la tierra. Entre los beneficios a nivel familiar se encuentran los cambios en la toma de decisiones en relación a la explotación del terreno, con un cambio desde el cultivo aguas arriba a la explotación de los fondos de valles de regadío, mayores beneficios para la mano de obra en comparación con cultivar únicamente arroz, dieta mejorada, aumentos en el consumo de subsistencia, presupuestos familiares con ingresos del almacenamiento de peces para hacer frente a gastos mayores y mayor independencia de las mujeres a través del cultivo mediante diques y de las actividades acuícolas postcosecha. A nivel de las aldeas, el incremento de la actividad humana alrededor del embalse a lo largo de todo el año fue una muestra de una mejor gestión general del agua. Además, otros efectos positivos del proyecto fueron la creación de empleo, el fortalecimiento del capital social y humano (colaboración grupal, participación de la mujer) junto a las oportunidades de mercado para el pescado fresco.

Se realizaron ensayos de cultivo combinado de arroz y peces en parcelas de prueba en grandes zonas de riego en la región noreste de Ghana (Kumah *et al.*, 1996). Se evaluaron dos sistemas diferentes, ambos con estanques refugio en un lado del arrozal. Uno tenía un foso lateral alrededor de todo el arrozal. El otro sólo tenía un único foso central. Después de 105 días, los rendimientos del arroz estaban comprendidos entre 1,6 y 4,1 toneladas por hectárea. Los fosos laterales impidieron la infestación de ratas en el cultivo de arroz, aumentando de esta forma los rendimientos. En ese mismo periodo, la producción pesquera ascendió a unos 133–142 kg por hectárea. Los resultados animaron a los campesinos a lanzarse a realizar ensayos en sus propias parcelas de regadío.

### **Cuestiones y beneficios relacionados con el desarrollo de la IIA**

Las cuestiones planteadas en esta sección no son específicas de África occidental, si bien se ha procurado hacer referencia a los países estudiados en la medida de lo posible. Las experiencias en otras zonas pueden informar sobre el proceso de desarrollo de la IIA en la región. La lista de ejemplos no es exhaustiva, más bien pretende ilustrar estas cuestiones.

### **Cuestiones relacionadas con la salud humana**

Existen diversas opiniones en el debate sobre cómo afecta a la salud humana el desarrollo de la acuicultura en países tropicales. Algunos argumentan que la retención del agua en estanques y otras masas de agua empleadas para la acuicultura aumenta la frecuencia de las enfermedades transmitidas por el agua (West, 1996). Otros sostienen que los peces larvívoros y molusquívoros sembrados en estanques piscícolas y otras masas de agua, combinados con otros agentes, pueden ser utilizados para el control biológico y aumentar la producción pesquera (Chiotha, 1995; Fletcher *et al.*, 1993).

El desarrollo de la piscicultura en masas de agua continentales destinadas a esta actividad puede venir acompañado de un aumento repentino de las enfermedades transmitidas por el agua. Se ha descubierto que los estanques piscícolas albergan mayor cantidad de caracoles portadores de la bilharzia que los cursos de agua y canales que los alimentan, en particular cuando estos estanques tienen márgenes repletos de malas hierbas, aumentando así el riesgo de infección (Chiotha y Jenya, 1991). Sloomweg *et al.* (1993) informaron de conclusiones similares en Camerún, donde la introducción del riego (trabajo en arrozales de regadío y creación de embalses permanentes cerca del pueblo) aumentó la exposición a la esquistosomiasis. Se produjo una situación similar en el embalse de Weija en Ghana, donde la combinación de factores medioambientales (proliferación de malezas acuáticas, cambios en las tasas de flujo del agua) y sociales (migración de los campesinos y pescadores infectados, programas de reasentamiento deficientes) ha contribuido a una mayor frecuencia de la esquistosomiasis (Ampofo y Zuta, 1995).

Sin embargo, la introducción de la acuicultura ofrece un enfoque alternativo para abordar el problema de las enfermedades de transmisión vectorial creado por la construcción de obras de irrigación (Sloomweg, 1991; ejemplo de Camerún). La selección de especies de peces adecuadas, como la *Trematocranus anaphyrmis*, *T. placodon* y *Astotilapia callistera*, que son peces molusquívoros, podría cumplir un doble objetivo al controlar los caracoles –que son vectores de bilharzia– y aumentar la productividad de los estanques mediante la ocupación de los nichos vacíos (Chiotha, 1995). De forma similar para la malaria, Fletcher *et al.* (1992) demostraron que la siembra de un pez indígena ciprinodóntido, *Aphanius dispar*, en todo tipo de contenedores de almacenamiento de agua en Assab (Etiopía), fue

un método exitoso y bien aceptado para controlar las larvas de mosquito, siendo necesaria la siembra mensual para mantener unos adecuados niveles de control. En una evaluación del papel de los peces como agentes de control biológico, Halwart (2001) concluyó que las operaciones acuícolas con un buen mantenimiento no aumentaban, sino que más bien contribuían –habitualmente de forma significativa– a la calidad y diversidad del ecosistema.

A menudo también se apunta que los insecticidas organoclorados, en particular el DDT y el HCT, utilizados para controlar las poblaciones de mosquitos y contener la propagación de otras enfermedades, se han acumulado en las cadenas tróficas y en el medio ambiente (D'Amato *et al.*, 2002) y han aumentado la contaminación del agua, convirtiéndola en potencialmente inadecuada para la acuicultura (Dua *et al.*, 1996). El desarrollo de la acuicultura se ha visto dificultado en los canales de riego del Proyecto de Gezira (Sudán) debido al empleo de pesticidas, larvicidas y molusquicidas nocivos y a la falta de medidas administrativas y técnicas coordinadas para hacer frente a la contaminación en estos canales (George, 1976). La presencia de contaminantes –especialmente pesticidas filtrándose desde los campos a los canales de riego y drenaje– puede tener impactos negativos para el crecimiento de los peces, aunque existen métodos disponibles para minimizarlos (Haylor, 1994). La aplicación aérea de insecticidas para controlar los simúlidos (transmisores de la oncocerciasis o ceguera de los ríos) en zonas y masas de agua muy infectadas no tuvo impactos significativos en las poblaciones de peces e invertebrados acuáticos (Biney *et al.*, 1994; FAO, 1996).

### **Control de plagas, enfermedades y malas hierbas**

La proliferación incontrolada de malezas acuáticas (*Salvinia molesta* y *Eichhornia crassipes*) en los sistemas de riego y canales africanos ha constituido una preocupación creciente, pero la gestión adaptada de estas plantas podría beneficiar a las poblaciones de peces en las aguas continentales y utilizarse en la acuicultura (Petr, 1992). En los proyectos de regadío de South Chad y Baga, en Nigeria –donde las malezas acuáticas estaban extendiéndose en los canales y el sistema de drenaje– la introducción de peces herbívoros como la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) se consideró como una alternativa biológica adecuada a los costosos tratamientos de control de malezas, al tiempo que aumentó la producción pesquera total (Okafor, 1986). Sin

embargo, antes de considerar la introducción de especies foráneas se debería de dar preferencia al uso de especies indígenas.

En los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces existe constancia de que la presencia de éstos conlleva un menor número de plagas agrícolas, una escasa incidencia de las malezas o un menor perjuicio causado por las plagas y las enfermedades (Halwart, 2001). Sin embargo, también se ha informado del daño provocado por algunas especies de peces en plantas de arroz en la llanura inundable del delta central del Níger en Malí (Matthes, 1978). Si bien pocos peces atacaron las plantas de arroz –fundamentalmente en busca de alimento– (*Tilapia zillii*, *Alestes* spp. y *Distichodus* spp.), otras especies (por ej. *O. niloticus*) sólo las atacaron cuando escasearon otros alimentos, o dañaron las plantas en el transcurso de otras actividades (por ej. *Heterotis* y *Clarias*). Esta situación podría revertirse usando variedades locales (por ej. *Oryza glaberrima*) o variedades de «arroz flotante» de aguas profundas de floración tardía (Matthes, 1978). Además, el perifiton en los tallos del arroz puede ser una fuente importante de alimento para los peces y a veces se malinterpreta el mordisqueo de los tallos, creyendo que se están alimentando de la propia planta de arroz (M. Halwart, comunicación personal, 2003).

### **Gestión de las aguas residuales**

La gestión y reciclaje de las aguas residuales deben ser tenidos en cuenta si se pretende aumentar la productividad del agua. La acuicultura produce y transforma residuos y como tal, amplía el alcance de la IIA abarcando consideraciones medioambientales y las relacionadas con los múltiples usos del agua.

#### *Reciclaje de aguas residuales*

Los estanques de estabilización de aguas residuales pueden utilizarse simultáneamente para refinar el tratamiento de las aguas residuales municipales (Metcalf, 1995) y apoyar la producción pesquera. Los efluentes ricos en nutrientes de las aguas residuales de los estanques piscícolas han resultado adecuados para aplicaciones de riego (Shereif *et al.*, 1995) y los fangos de los estanques de oxidación adecuados para fertilizar la tierra (Hosetti y Frost, 1995). La acuicultura en los estanques de aguas residuales contribuye a la eutroficación y al control de la calidad del agua al tiempo que proporciona beneficios económicos directos a través de la venta del pescado (Yan y Zhang,

1994). Se han documentado extensamente los riesgos para la salud asociados a la utilización de aguas residuales para la producción pesquera y todos los estudios coinciden en señalar que el pescado producido en efluentes municipales (Slabbert *et al.*, 1989), de aguas domésticas e industriales mezcladas (Sandbank y Nupen, 1984) y en los de aguas residuales primarias o secundarias tratadas (Khalil y Hussein, 1997) son inocuos para el consumo desde un punto de vista microbiológico.

#### *Estanques alimentados con residuos*

Los sistemas de estanques piscícolas integrados suelen ser un medio para reciclar nutrientes –que de otra forma serían desperdiciados– a través del uso del agua y los sedimentos de los estanques para abonar y regar los cultivos adyacentes (Little y Muir, 1987). Los desechos animales son muy utilizados para abonar los estanques piscícolas en Asia como parte de sistemas integrados de ganadería (cerdo, pato, vaca, pollo) y piscicultura (ibíd; Edwards y Little, 2003; Yan *et al.*, 1998). El empleo del agua de los estanques piscícolas para regar las parcelas de hortalizas en Sudáfrica ha demostrado un aumento de los rendimientos (Prinsloo y Schoonbee, 1987). Mientras estos ejemplos se centran en el riego con agua de los estanques piscícolas, la evaluación de la eficiencia del agua de Prinsloo *et al.* (2000) utilizó efluentes de un estanque piscícola combinados con tecnologías de microrriego y riego por inundación. Se constató que la eficacia del uso del agua enriquecida con nutrientes es mayor para las hortalizas y el maíz cuando se aplica la tecnología anterior (riego por tambor y goteo) que con el riego por inundación. Esto demuestra cómo se podría reducir la brecha existente entre las tecnologías de riego con ahorro de agua (por ej. microrriego) y la tecnología de la IIA, que a priori no podría llevarse a cabo sin dispositivos de almacenamiento del agua de riego o de las inundaciones.

En las llanuras inundables de África occidental –que han demostrado carecer de los nutrientes esenciales para el cultivo (N, P y K) (Buri *et al.*, 1999)–, la utilización de efluentes procedentes de las operaciones acuícolas podría emplearse para la «ferti-irrigación» de los cultivos en las estaciones secas (Valencia *et al.* 2001, ejemplo de cultivos forrajeros en las Islas Vírgenes, Estados Unidos). Según Edwards (1998), los países con mejores perspectivas para la puesta en marcha de sistemas acuícolas de aguas residuales serían los áridos y semiáridos en los que existe una presión creciente para reutilizar el agua.

### **Mitigación de la salinización de la tierra**

La salinización es uno de los múltiples problemas que afrontan los sistemas de riego en el mundo y se debe en parte a un uso excesivo de agua (Agnew y Anderson, 1992). En África occidental, la degradación del suelo por la sal debida a las actividades de riego es una amenaza importante para la sostenibilidad de los cultivos de arroz en condiciones semiáridas (van Asten *et al.*, 2003). El uso de agua salina para el riego afecta a los rendimientos, pero las medidas para rehabilitar las zonas salinizadas o reducir los niveles de salinidad del agua de riego suelen ser muy costosas para los pequeños agricultores. Esto, unido al anegamiento y la escasez general de agua disponible para el riego, provoca que los terrenos más pobres se dejen sin cultivar (J. Gowing, comunicación personal, 2003).

Sin embargo, para aumentar la producción alimentaria será necesario convertir las tierras marginales para otros usos adecuados, con tecnologías que aumenten la eficiencia del uso de nutrientes mediante mecanismos integrados de gestión y reciclaje, así como mejorar la eficiencia del uso del agua por medio del desarrollo y adopción de la captación y reciclaje del agua y del riego (Lal, 2000). Se ha sugerido que el coste de oportunidad de realizar un embalse (o estanque) en la tierra cultivable de una explotación agrícola es menor que el de utilizar esa misma tierra para fines agrícolas (Brugère y Little, 1999). El coste de oportunidad de la tierra salina sin cultivar sería menor a fortiori. Esto concuerda con el hecho de que la productividad de las zonas degradadas por la salinidad podría aumentar sembrando los estanques con especies de peces de agua dulce resistentes a la sal y utilizando el agua de los estanques para regar los cultivos con mayor resistencia a la sal (por ej. sorgo, cacahuete, mijo perla). En Egipto, tierras ganadas al mar afectadas por la sal fueron puestas en cultivo con continuas inundaciones y producción pesquera y posteriormente transformadas para el cultivo de arroz (Halwart, 1998).

### **Conservación y uso sostenible de los humedales**

Los humedales en todo el mundo proporcionan una amplia variedad de funciones valiosas y beneficios, pero están amenazados por la sobreexplotación y un desarrollo desacertado, siendo el más importante la construcción de presas y el equipamiento de los humedales para el regadío moderno (Hollis *et al.*, 1988). Existe una evidencia creciente de que las zonas de

riego de gran escala suelen ser menos eficientes que los sistemas tradicionales extensivos con actividades de cultivo, pastoreo y pesca, tal y como se muestra en la comparación entre la productividad del agua en la llanura inundable natural del delta interior del Níger y la zona de riego de arroz del Office du Niger en Malí (Drijver y Marchand, 1985; citado en Hollis *et al.*, 1988). Por tanto, es posible que los humedales ampliamente equipados puedan proporcionar un entorno más adecuado para el desarrollo de actividades adaptadas de IIA a pequeña escala, que también deberían de cumplir los principios de conservación y uso sostenible de los humedales, tal y como se definen en la Convención de Ramsar.

### **Demanda, mercados y procesamiento del pescado**

Los aspectos relacionados con el procesamiento y comercialización de un producto básico que se pretende producir en grandes cantidades son factores significativos para el éxito y desarrollo de las actividades de la IIA. En Burkina Faso, donde el pescado seco se añade a menudo en la preparación de las comidas, se ha informado de modificaciones en la composición de la dieta, pasando de los productos tradicionales a los comerciales (Lykke *et al.*, 2002). Esto sugiere que los productos pesqueros –en particular los acuícolas– deberían seguir el ritmo de la creciente demanda de productos elaborados con el valor añadido de la postcosecha (el grueso de la producción acuícola a pequeña escala en África se vende fresca, a diferencia de la pesca de captura que es sometida a la transformaciones postcosecha como el ahumado, asado o secado) (Chimatiro, 1998). Sin embargo, estas transformaciones implican riesgos sanitarios, ya que ni existen ni se cumplen los estándares de manipulación (*ibíd.*) y especies como el pez gato pueden carecer de protección frente a los dermestros, a través únicamente del secado al sol (Lal y Sastawa, 1996).

Las mejoras en las infraestructuras de procesamiento mejoraron la manipulación, comercialización y desarrollo de la demanda de productos pesqueros en Ghana (Mensah, 1990). Además, se debería subrayar el papel del sector privado en el procesamiento del pescado y el de las mujeres como agentes comerciales de la producción acuícola (Jaffee, 1995; Gladwin, 1980). Esto es especialmente importante para la promoción y despegue de la IIA y la creación de una demanda sostenida de pescado. Sin embargo, Hecht y de Moor (sin fecha) destacaron que las conclusiones de estudios de mercado y

preferencias del pescado previos y localizados, no deberían ser generalizados a toda África subsahariana. Añadieron que las preferencias de los consumidores deberían investigarse allí donde se fomente la acuicultura, modificando en consonancia las prácticas de cultivo y la elección de especies.

### **Asignación y precio óptimos del agua de riego**

Se debe hacer una distinción entre el uso y la asignación óptimos del agua entre los usuarios –basados en un análisis socioeconómico de las ventajas y desventajas de la IIA– y el precio del agua, un instrumento político para la gestión de la demanda y la recuperación de costes (Hellegers, 2002). Otra distinción hace referencia a la asignación eficiente y la asignación óptima (ibíd.), tal y como queda reflejado en los dos principios fundamentales, pero opuestos, de la gestión del agua: eficiencia –es decir, la cantidad de riqueza generada por un determinado recurso–, y equidad –la imparcialidad del reparto en grupos con disparidades económicas– (Dinar *et al.*, sin fechas). El agua de riego es un caso especial, porque –en comparación con otros usos alternativos– tiene elevados costes de oportunidad, pero sin embargo la capacidad para pagar por el agua de riego es aún limitada, especialmente para la agricultura de escasos recursos y en zonas dependientes del riego (Hellegers, 2002).

Los enfoques basados en la demanda han sido defendidos para proporcionar a las familias los servicios de suministro de agua que desean y por los que están dispuestos a pagar (Whittington *et al.*, 1998). En la gestión del riego se ha previsto cobrar el agua en función de la cantidad empleada (Banco Mundial, 2003), abogando por pasar de cobrar por área de terreno regada a cobrar por volumen de agua utilizada (Rosegrant, 1997; Rosegrant y Pérez, 1997). Sin embargo, este proceso se enfrenta a dificultades en términos de su implementación, aplicación y aceptación por los usuarios, así como de su legitimidad general en los países en desarrollo (Molle, 2001; Perry, 2001). Esto se debe especialmente a que las actividades pesqueras y acuícolas no suelen ser consideradas en los escenarios futuros de demanda y gestión del agua (consultar Rosegrant *et al.*, 2002; Rosegrant y Ringler, 1999). Que la pesca y la acuicultura no consuman agua seguramente complicará más las cuestiones relacionadas con su cobro.

### **Desafíos para el futuro desarrollo de la IIA**

Haylor (1994: 92) sugiere que «para evaluar la viabilidad de una situación específica, es necesario cuantificar cómo de apropiado resulta integrar los objetivos principales de la producción pesquera con los objetivos primarios de cada sistema (por ej. conducción del agua en canales de suministro de riego). Se deberían estudiar las principales características del sistema, los costes y beneficios de la integración, el tipo de especies de peces que pueden ser adecuadas, los productores pesqueros potenciales (operadores) y el grado de inversión». Sin embargo, para conseguir lo anterior hay que superar una serie de desafíos.

#### **Desafíos técnicos**

Existen más desafíos técnicos que superar para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en el caso de los sistemas de riego diseñados con control total, debido a la falta de flexibilidad en la gestión de estos sistemas, especialmente si son a gran escala. La fiabilidad del suministro de agua es una limitación crucial para la integración de la acuicultura debido al elevado tiempo de respuesta de los canales de suministro largos a los ajustes operativos, las variaciones en las precipitaciones a lo largo de amplias zonas de riego y una mala comunicación entre el equipo de operaciones, lo que dificulta la coordinación de acciones de gestión para garantizar el suministro adecuado de agua que permita mantener las poblaciones de peces. Además, la fiabilidad de las condiciones adecuadas para la acuicultura depende de las decisiones operativas y de diseño que influyen en la continuidad del suministro y/o almacenamiento.

Cuando se utilizan jaulas en los canales de riego también deberían tenerse en cuenta los aspectos relacionados con su diseño, como pueden ser la velocidad en el interior de las jaulas y su impacto en el crecimiento de los peces, las fuerzas de arrastre y los impactos en el caudal del canal, el impacto en su capacidad de conducción, el rendimiento operativo y la posible interferencia con las actividades de mantenimiento del canal. Es probable que sea necesario adaptar el diseño de las jaulas a las condiciones hidráulicas prevalentes (Li *et al.*, 2005). La morfología y la pendiente de los canales influirán en la selección del emplazamiento para las jaulas.

En principio, el suministro de un almacenamiento secundario debería reducir la desigualdad entre las secciones inicial y final de los sistemas de riego (Brugère y Lingard, 2003), al tiempo que

proporcionaría oportunidades para el desarrollo de la acuicultura en comparación con los sistemas de riego a gran escala sin almacenamiento (Li *et al.*, 2005). Sin embargo, esto sólo se conseguirá si los procedimientos operativos reducen las fluctuaciones rápidas en el almacenamiento de agua, –como se observó en Sri Lanka–, ya que esto no aumenta la eficiencia del riego y constituye una importante barrera para la integración de la piscicultura en las estructuras de almacenamiento (Gowing *et al.*, 2004). Incluso para satisfacer los usos no consuntivos de agua, la gestión con fines múltiples es compleja y difícil. Los objetivos de eficiencia y equidad suelen ser irreconciliables. La acuicultura añade una variable más a la ecuación (Brugère, 2002).

### **¿Qué tecnologías de la IIA hay que fomentar y dónde?**

Se debería hacer hincapié en el desarrollo de la IIA en sistemas de riego a pequeña escala ya que sólo necesitan pequeñas modificaciones para incorporar la producción pesquera. Los campesinos pueden realizar estos cambios por sí mismos y son más fáciles de mantener que las modificaciones importantes a gran escala (Haylor, 1994). En este contexto, el cultivo combinado de arroz y peces en fondos de valles interiores y llanuras inundables parece ser la actividad más fácil y realizable con mayor rapidez. La construcción de estanques piscícolas en fondos de valles interiores, llanuras inundables y sistemas con control total del riego también puede ser relativamente sencilla, si bien al necesitar inversiones más importantes y transformaciones del terreno, puede resultar inviable para los campesinos individuales con recursos limitados. Los sistemas de riego a gran escala tienen un potencial «teórico» elevado, con la ventaja de resultar accesibles para las personas sin tierra. Sin embargo, fomentar la integración de la acuicultura en estos sistemas necesitará de la colaboración entre grupos de usuarios e instituciones de gestión del agua (autoridades pesqueras y de riego) para garantizar la gestión polivalente del agua así como las mejoras en la tecnología acuícola.

### **Adopción de tecnología**

La adopción de tecnología gira en torno a la evaluación de dos cuestiones diferentes aunque relacionadas. La primera consiste en escoger a un grupo adecuado para garantizar el éxito a largo plazo y la difusión de la actividad. La segunda está relacionada con los motivos para la adopción o no adopción de algunas intervenciones. Al

analizar las razones para el éxito y fracaso de las tecnologías mejoradas de integración de cultivos y animales, Paris (2002) subrayó la escasa información relacionada con los impactos socioeconómicos de estas intervenciones en las comunidades rurales. Sus razones para una baja adopción también pueden ser aplicadas a la acuicultura:

- falta de semillas;
- escasez o coste de oportunidad elevado de la mano de obra masculina;
- falta de capital y escaso acceso a créditos formales para realizar la inversión inicial;
- competencia creciente entre la ganadería y otras actividades;
- servicios débiles de investigación y extensión;
- falta de formación.

A todo lo anterior hay que añadir las limitaciones de los conocimientos locales y de la disponibilidad de agua, así como, en el caso de África, el legado de anteriores experiencias acuícolas, situaciones económicas nacionales, canales de comercialización, percepción de las familias de la escasez y la seguridad y formas de tenencia de la tierra y de su seguridad, en especial en el caso de las mujeres (Harrison, 1991). Diversas otras razones asociadas habitualmente con todos los tipos de piscicultura han contribuido al desinterés y el abandono de la piscicultura, como pueden ser la mortalidad y el escape de los peces, los elevados costes de los piensos, la pesca furtiva en las jaulas, la distancia desde la masa de agua o la falta de cooperación entre los miembros familiares o grupos de acuicultores (Bulcock y Brugère, 2000).

Abordar solamente las dificultades técnicas puede ser insuficiente, ya que las tasas de adopción también se explican por las características de la unidad de toma de decisiones y de los participantes (pertenecientes o no a la familia) implicados (Solano *et al.*, 2001). La consideración inadecuada o el obviar el papel de la mujer en la toma de decisiones familiares y en la generación de ingresos, así como la escasa adaptación de la tecnología a sus necesidades y la rápida apropiación por parte de los hombres, son algunas de las causas para el bajo interés y la poca adopción de la tecnología acuícola (Suwanrangi, 2001).

Para estanques construidos en sistemas con control total del riego en Zambia y Tanzania, Van der Mheen (1999) sugirió un método para analizar y controlar las percepciones y criterios de adopción de la actividad de los agricultores. Mientras que los criterios físicos y medioambientales

influyeron en la participación y asimilación, otros factores relacionados con el ejercicio de la actividad (disponibilidad de la mano de obra familiar, insumos, información), la adopción de las innovaciones (ventaja comparativa, compatibilidad, complejidad, capacidad de ensayo y de observación) y las necesidades de los campesinos (de proteínas, diversificación y asignación flexible del agua) fueron primordiales para el éxito de la IIA. Demostró que unas condiciones adecuadas aumentan las tasas de adopción, pero que una topografía desfavorable no afectó a la participación tanto como a menudo se piensa: los campesinos construyeron sus estanques incluso en laderas empinadas. Sin embargo, la compatibilidad de la piscicultura en zonas de riego con escasez de agua, la complejidad de la tecnología y la dificultad de intentar desarrollar la actividad de forma independiente y a pequeña escala limitaron la integración de los estanques en los sistemas de distribución del agua y motivaron la preferencia por estanques piscícolas independientes. Las tasas de adopción aumentaron en zonas en las que los campesinos y sus familias sentían de forma moderada o intensa al menos dos de las necesidades evaluadas (proteínas, diversificación y reparto flexible del agua). Desde el punto de vista de los agricultores, los beneficios derivados de disponer de una fuente independiente de agua superaban a las ganancias en forma de pescado e ingresos. Sin embargo, esta actitud no debiera ser vista como un impedimento para el desarrollo de la acuicultura en las estructuras de riego, ya que los peces siguen proporcionando un «plus» a las familias. Tal y como ha sucedido con la «conservación de los estanques piscícolas para emergencias», más que incrementar su productividad (Harrison 1991), la asimilación de la tecnología a largo plazo tendrá más posibilidades de éxito cuando los campesinos decidan qué tecnología quieren utilizar, independientemente de su productividad en comparación con otras actividades (Brummett y Noble, 1995).

### **Desafíos socioeconómicos**

Muchos desafíos socioeconómicos están asociados a la toma de decisiones correctas al comienzo de la iniciativa, para determinar quién es el objetivo de la actividad. Tal y como se ha mencionado anteriormente, éste también es un factor determinante clave para las futuras tasas de adopción. Sin embargo, estas decisiones se confunden con decisiones políticas y sus implicaciones a nivel macroeconómico, en particular en relación a las prioridades del

desarrollo nacional y a las políticas que un país desea poner en marcha.

### **¿5' euién sY VYbYZVJUP?**

#### *¿Los muy pobres o los más ricos?*

El objetivo de incrementar la productividad del agua puede alcanzarse sólo parcialmente si sus beneficios no son compartidos por la población muy pobre u otros grupos desfavorecidos. Sin embargo, se ha cuestionado centrar los esfuerzos de desarrollo de la acuicultura en la población más pobre (A. Coche, comunicación personal, 2003; Hecht, 2002; Wijkström, 2001). Esto no significa que los más pobres hayan de ser excluidos de los procesos de desarrollo de la acuicultura y el riego ya que inicialmente podrían beneficiarse de forma indirecta de un suministro mayor y más barato de pescado. Pero los elevados costes de desarrollo del riego, incluso a pequeña escala, y el elevado riesgo asociado a algunas de las tecnologías de la IIA (por ej. jaulas de peces en los canales) pueden hacer que ésta sea poco atractiva inicialmente para los grupos más pobres (Brugère, 2003). Sin embargo, a medida que la tecnología se mejora y se adapta a los sistemas locales de riego y su coste se reduce con el tiempo gracias a una mayor adopción por parte de las familias más acomodadas, se convertirá en una actividad alternativa para la población de escasos recursos, siempre y cuando se garantice su acceso a las estructuras de riego e insumos acuícolas necesarios.

#### *¿Sin tierras o propietarios de tierras?*

Las zonas de riego a gran escala sólo son utilizadas por una minoría de los agricultores en el mundo (Haylor, 1994). La accesibilidad a las zonas de riego a gran escala es una grave limitación para la participación de los campesinos sin tierra en las actividades acuícolas. Aunque el alcance de la falta de tierras puede no ser tan importante en África como en otras partes del mundo (A. Coche, comunicación personal, 2003), la premisa del cultivo combinado de arroz y peces es que haya arrozales disponibles, excluyendo así a los campesinos sin tierra de esta actividad. Existen restricciones similares para la construcción de estanques piscícolas, con el requisito adicional de tener que acceder y poder pagar una fuente de agua (por ej. bombas o pozos). Estas limitaciones, que no pueden aplicarse de la misma manera a sistemas de riego de gran escala –a los que los campesinos sin tierra pueden acceder por otros motivos que el riego– reducen el potencial de la acuicultura como punto de partida para la mitigación de la pobreza en este grupo.

### *¿Hombres o mujeres?*

Hasta ahora, el objetivo de la mayor parte del desarrollo de la acuicultura y el riego han sido los hombres, ocultando el hecho de que las mujeres juegan un papel considerable en la gestión de ambas actividades, en particular de la acuicultura a pequeña escala para consumo doméstico (Harrison, 1991). Centrarse en hombres o mujeres tiene implicaciones para la formación, ya que los agentes de extensión suelen ser hombres (ibíd.). Trabajar con mujeres puede resultar en una adopción más rápida de una nueva actividad, mientras que la despreocupación de los hombres puede ralentizar el proceso, tal y como se demostró durante la puesta en marcha de la cooperación Sur-Sur del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria en Senegal (FAO, 2002c).

### *¿Familias basadas en la pesca o en la tierra?*

El desarrollo tradicional de la acuicultura se ha centrado en cultivadores y operaciones basadas en la tierra, como pueden ser los estanques piscícolas. Los pescadores se parecen más a «cazadores-recolectores» y tienen atributos únicos que deben ser estudiados con detalle si han de ser objetivo de las actividades acuícolas en, por ejemplo, los embalses de riego (Balarin *et al.*, 1998). Si la acuicultura y, en particular la integración de sistemas de irrigación y acuicultura, es reconocida como una actividad agrícola y no como una actividad pesquera, esto también tiene consecuencias para su ampliación, ya que en África subsahariana la mayor parte de los programas dependen de agentes con experiencia en la pesca de captura y escaso conocimiento de los sistemas agrícolas (Harrison, 1991).

### *¿Qué nivel de prioridades?*

Con la promoción de cualquier tipo de integración de sistemas de irrigación y acuicultura, los responsables de la toma de decisiones se enfrentarán a un dilema político. En un primer nivel, el primer desafío es abordar la habitual falta de coincidencia de todos los recursos necesarios, como el agua, la tierra y la disponibilidad de mano de obra, en especial para las familias más pobres. El segundo reto está relacionado con la contribución de la actividad a la mejora de los ingresos, la nutrición y el bienestar. En un nivel mayor, los donantes y los gobiernos se enfrentarán también a ventajas comparativas y selecciones difíciles relacionadas con la priorización de las intervenciones a nivel básico y la puesta en marcha de instrumentos normativos a nivel nacional (Cuadro 2). La acuicultura en los sistemas de riego puede ser una actividad atractiva y una prioridad para la mitigación de la pobreza. Pero superar las disyuntivas de su

promoción será crucial para mejorar la eficiencia y equidad en el uso del agua y reducir con éxito la vulnerabilidad de la población rural pobre. En último término depende en gran parte de las decisiones de los gobiernos y las agencias de desarrollo.

## **Conclusión**

### ***Resumen de conclusiones***

Existe potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental. Muchas de las dificultades identificadas son comunes a todos los países y suelen estar relacionadas con las limitaciones en el desarrollo del riego o de la acuicultura. A continuación se clasifican en orden decreciente de importancia, según su frecuencia de aparición en el Anexo 1:

1. Falta de apoyo técnico/ extensión. Conflicto/ competencia por los recursos (hídricos).
2. Baja disponibilidad de créditos.
3. Falta de información. Apoyo/dirección gubernamental. Costes de desarrollo del riego elevados. Presencia de pesticidas en los canales. Condiciones climáticas/hidrográficas desfavorables. Factores socioeconómicos.
4. Escasez de alevines y pienso para los peces.
5. Falta de experiencia en acuicultura y en el cultivo combinado de arroz y peces. Falta de financiación de los donantes internacionales.

Se analizaron algunas cuestiones que afectaban positiva o negativamente al potencial de desarrollo de la IIA en África. Las preocupaciones sanitarias derivadas de las enfermedades transmitidas por el agua en los sistemas de riego pueden limitarse mediante la combinación adecuada de especies de peces utilizadas como agentes de control biológico de los vectores. Previamente a la introducción de la acuicultura, se deberían realizar análisis de la presencia de contaminantes en las fuentes de agua utilizadas para el riego. Los efectos positivos de la cría de peces en los arrozales tienen más peso que los negativos. El diseño de los campos puede cambiarse con relativa facilidad para acomodar y retener a las poblaciones de peces, incluyendo el uso para la acuicultura de un estanque aguas arriba o abajo del terreno. Las aguas residuales pueden utilizarse tanto para el riego como para la acuicultura después de un ligero tratamiento. Esto último podría ser una opción adecuada en zonas más urbanas (agua para jardines y producción pesquera).

**Cuadro 2.** Ventajas comparativas del desarrollo de la acuicultura en sistemas de riego (Brugère, 2003)

Suministro de agua en la estación seca/mejoras en los medios de vida	versus	Agotamiento de las aguas subterráneas (daño medioambiental)
Cultivos de secano adaptados a la escasez de agua y destinados a la subsistencia	versus	Cultivos comerciales de regadío para exportación e ingresos nacionales
Adopción de la acuicultura por las familias más ricas y elección de zonas en las que exista una red de apoyo, es decir, fomentar la acuicultura a escala «comercial»	versus	Reducción de la brecha entre ricos y pobres, creando oportunidades para los más pobres, es decir, manteniendo el «enfoque en la pobreza» del desarrollo internacional
Suministro de ayudas (subsidios)	versus	Incentivos empresariales (crédito)
Producción pesquera para mercados locales y mejora de la nutrición	versus	Actividades de valor añadido y precios más elevados para la población urbana

Los impactos humanos y medioambientales relacionados con la construcción de presas han ralentizado el ritmo del desarrollo de la irrigación en grandes zonas de riego, lo que podría ser una limitación para el potencial de la IIA. Se prioriza la rehabilitación de las zonas ya existentes o la mejora de las de pequeña escala (Alam, 1991), que de hecho son más adecuadas para la puesta en marcha de las actividades de integración de riego y la acuicultura y para los principios de conservación de los humedales.

La comercialización y procesamiento de la producción de peces cultivados merecen atención para garantizar la manipulación inocua del pescado y el mantenimiento o mejora de los beneficios derivados para las personas implicadas en las actividades postcosecha, es decir, las mujeres, a medida que la producción pesquera y la oferta del mercado aumentan. Desde una perspectiva más amplia, también merece la misma atención la fijación de los precios del agua de riego, que podría ser más compleja si cabe con la introducción de una actividad no consuntiva de agua, –aunque sí dependiente– y que podría ralentizar la adopción y fomento de la IIA por parte de los gobiernos nacionales.

Por tanto, existen oportunidades para el desarrollo de las actividades de IIA si bien son específicas de cada país. En general, parece que predominan en los regadíos a pequeña escala, comunitarios o gestionados por campesinos (ya existentes o rehabilitados), que ofrecen la flexibilidad necesaria para la gestión polivalente del agua y favorecen la participación de las partes locales interesadas. Otras fortalezas a aprovechar son la relativa simplicidad técnica del cultivo combinado de peces y arroz y lo familiarizados que se encuentran la mayoría de los campesinos con el arroz, el riego y las poblaciones de peces silvestres. Este tipo de integración podría tener una ventaja frente a sistemas integrados de mayor complejidad –como el de jaulas de peces en canales–, que requieren insumos técnicos más complejos y son aventuras arriesgadas.

Sin embargo, desde el punto de vista de la investigación, es importante no obviar opciones de la IIA mientras se promueven otras en base únicamente a un criterio de «simplicidad», ya que existen otros muchos factores que influyen en el éxito de las intervenciones técnicas. Entre ellos se encuentran cuestiones de índole social, cultural y económica. La mayoría de los estudios de casos demostraron que no haber tenido en cuenta estos factores llevó al fracaso, a resultados por debajo de las expectativas o una reducida adopción de la tecnología. Aunque limitada, la búsqueda de bibliografía ha permitido una mejor comprensión de los aspectos técnicos relacionados con la puesta en marcha sobre el terreno de las actividades de la IIA. Sin embargo, apenas se han estudiado los efectos socioeconómicos de la actividad allá donde ha sido ensayada. Teniendo en cuenta que la suma del potencial del riego y la acuicultura no es igual al potencial de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura, se necesita investigar más para profundizar en estas cuestiones, así como en el impacto en los medios de vida, la adopción de tecnología y los aspectos de género y comercialización relacionados con la introducción de la IIA.

### **Comentarios finales**

Reproducir las enseñanzas y experiencias de Asia no siempre ha dado buenos resultados en el continente africano, con su diversidad cultural y sus particularidades medioambientales. Pasar de un desarrollo de la acuicultura impulsado por los donantes, a intervenciones privadas e individuales basadas en las iniciativas y recursos de los campesinos, ayudará a evitar una planificación de la actividad con suposiciones falsas de disponibilidad de mano de obra y recursos, a la producción para consumo doméstico y la facilidad de la piscicultura (FAO, 2000b). Con mayor flexibilidad y tiempo para que se lleven a cabo los cambios y las iniciativas de los campesinos, la sostenibilidad y adopción de las actividades de

la IIA puede tener un éxito mayor que proyectos anteriores de desarrollo de la acuicultura.

Sin embargo, la IIA no debería ser considerada como un paradigma completamente nuevo. Ha venido sucediendo de forma «natural», en forma más simple (un estanque que retiene de forma natural unos pocos peces utilizado para regar el huerto), en muchas partes de África y en el mundo en general. Si se fijan objetivos para el desarrollo y fortalecimiento de la actividad, éstos deberían centrarse inicialmente en la consolidación de la base de conocimientos sobre la integración de la acuicultura y el riego. En términos de adopción de tecnología, esto es más importante que, por ejemplo, un mayor número de estanques o cifras más elevadas de producción pesquera, ya que contribuirá a que la actividad se mantenga cuando desaparezcan las ayudas de los donantes (Harrison, 1991).

## Referencias

- Agnew, C. & Anderson, E.** 1992. *Water resources in the arid realm*. London, Routledge.
- Agro-Ind.** 2002. Fisheries and aquaculture industries in Guinea (disponible en [www.agro-ind.com/html\\_en/guinea22.html](http://www.agro-ind.com/html_en/guinea22.html)).
- Ahmed, M. and Lorica, M.H.** 2002. Improving developing country food security through aquaculture development – lessons from Asia. *Food Policy*, 27: 125–141.
- Alam, M.** 1991. Problems and potential of irrigated agriculture in sub-Saharan Africa. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering – ASCE*, 117(2): 155–172.
- Ali, A.B.** 1990. Some ecological aspects of fish populations in tropical rice fields. *Hydrobiologia*, 190: 215–222.
- Ampofo, J.A. & Zuta, pp.C.** 1995. Schistosomiasis in the Weiija Lake: A case study of the public health importance of man-made lakes. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 1(3): 191–195.
- Balarin, J.D.** 1984. National reviews for aquaculture development in Africa. 3. Sierra Leone. *FAO Fisheries Circular 700/3*. Roma, FAO.
- Balarin, J.D., Lomo, A. & Asafo, C.A.** 1998. Aquaculture defined in animal husbandry terms: A case study from Ghana. En L. Coetzee, J. Gon, & C. Kulonowski, eds. *African Fishes and Fisheries Diversity and Utilisation. Poissons et Pêches Africains, Diversité et Utilisation*. Grahamstown, FISA/PARADI Publication, pp. 191.
- Bamba, A. & Kienta, M.** 2000. Intégration irrigation aquaculture: Étude de cas de Dagawomina. Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA– Mali). Consultancy Report. Roma, FAO.
- Bamba, A. & Kienta, M.** 2001. Annex 6 – Intégration irrigation aquaculture au Mali. En J.F. Moehl, I. Beernaerts, A.G. Coche, M. Halwart & and V.O. Sagua, eds. Proposal for an African Network on integrated irrigation and aquaculture. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO, pp. 42–48.
- Banco Mundial.** 2003. E-Conference on Irrigation in Sub-Saharan Africa, 13 January – 21 February 2003. Summary Report, E-mail Conference Discussion Issues. (disponible en [http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/essdext.nsf/26DocByUnid/23F026E963A9A02A85256CD8004B8604/\\$FILE/SSAIrrigationEconferenceSummaryReport.pdf](http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/essdext.nsf/26DocByUnid/23F026E963A9A02A85256CD8004B8604/$FILE/SSAIrrigationEconferenceSummaryReport.pdf)).
- Beveridge, M.C.M.** 1987. *Cage Aquaculture*. Oxford, Fishing News Books.
- Beveridge, M.C.M. & Phillips, M.J.** 1987. Aquaculture in reservoirs. En *Reservoir Fishery Management and Development in Asia*. Proceedings of a workshop held in Kathmandu, Nepal, 23–28 November 1987. Ottawa, International Development and Research Centre, pp. 245–258.
- Biney, C., Calamari, D., Maembe, T.W., Naeve, H., Nyakageni, B. & Saad, M.A.H.** 1994. Bases scientifiques du contrôle de la pollution. En D. Calamari, & H. Naeve, eds. *Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain. CIFA Technical Report 25 / Document Technique du CPCA 25*. FAO, Roma (disponible en [www.fao.org/docrep/005/V3640F/V3640F00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/V3640F/V3640F00.htm)).
- Brugère, C.** 2003. *The integration of poverty-focused aquaculture in large-scale irrigation systems in South Asia: Livelihoods and economic perspectives*. University of Newcastle, Newcastle-upon-Tyne (PhD thesis).
- Brugère, C. & Lingard, J.** 2003. Irrigation deficits and farmers' vulnerability in Southern India. *Agricultural Systems*, 77: 65–88.
- Brugère, C. & Little, D.C.** 1999. An approach to valuing ponds within farming systems for aquaculture. Output to Project R7064, Stirling, Institute of Aquaculture (disponible en [www.dfid.stir.ac.uk/Afgrp/projects/r7064/outputs/pondvalu.pdf](http://www.dfid.stir.ac.uk/Afgrp/projects/r7064/outputs/pondvalu.pdf)).
- Brummett, R.E. & Noble, R.** 1995. Aquaculture for African smallholders. *ICLARM Technical Report 46*, Manila, ICLARM.

- Bulcock, pp. and Brugère, C.** 2000. Identifying research methods in adoption of cage culture, Bangladesh. *Aquaculture News*, 26: 7–9.
- Buri, M.M., Ishida, F., Kubota, D., Masunaga, T. & Wakatsuki, T.** 1999. Soils of floodplains of West Africa: General fertility status. *Soil Science and Plant Nutrition*, 45(1): 37–50.
- Chambers, R.** 1988. *Managing Canal Irrigation. Practical Analysis from South Asia*. Wye Studies in Agricultural and Rural Development. Cambridge, Cambridge University Press.
- Chimatiro, S.K.** 1998. Aquaculture production and potential for food safety hazards in sub-Saharan Africa: with special reference to Malawi. *International Journal of Food Science and Technology*, 33 (2): 169–176.
- Chiotha, S.S.** 1995. Bilharzia control in fish ponds as a key to sustainable aquaculture development. En Fisheries Society of Africa. *Sustainable Development of Fisheries in Africa*. Pan-African Fisheries Congress on Sustainable Development of Fisheries in Africa, Nairobi (Kenya), 31 July–4 August 1995. Nairobi, FISA, pp. 86–87.
- Chiotha, S.S. & Jenya, C.** 1991. The potential of fish ponds in bilharzia (Schistosomiasis) transmission. En B.A. Costa-Pierce, C. Lightfoot, K. Ruddle & R.S.V. Pullin, eds. *Aquaculture research and development in rural Africa*. Summary report on the ICLARM-GTZ/Malawi Fisheries Department/University of Malawi Conference, Zomba, Malawi, 2–6 April 1990. ICLARM Conference Proceedings 27. Manila, ICLARM, pp. 21.
- Coche, A.G.** 1998. Supporting aquaculture development in Africa: research network on integration of aquaculture and irrigation. *CIFA Occasional Paper* 23. Accra, FAO. 141 pp.
- Coche, A.G. & Pedini, M.** 1998. Establishment of a research network on the integration of aquaculture and irrigation. *FAO Aquaculture Newsletter*, 19:10–13 (disponible en [www.fao.org/DOCREP/005/W9542E/W9542e10.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/W9542E/W9542e10.htm)).
- Costa-Pierce, B. & Effendi, pp.** 1988. Sewage fish cages of Kota Cianjur, Indonesia. *NAGA, the ICLARM Quarterly*, 11 (2): 7–9.
- Coulibaly, D.** 2000. Étude de cas d'intégration irrigation aquaculture (IIA) à Luenoufla (Région de Daloa) en Côte d'Ivoire. Consultancy Report, APDRA-CI. Roma, FAO.
- D'Amato, C., Torres, J.P.M. & Malm, O.** 2002. DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane): Toxicity and environmental contamination – A review. *Quimica Nova*, 25(2A): 195–1002.
- Diallo, A.** 1995. Fish-pen culture as a new production system in dammed valleys in mid-Casamance, Senegal. Dans Fisheries Society of Africa, *Sustainable Development of Fisheries in Africa*. Pan African Fisheries Congress on Sustainable Development of Fisheries in Africa, Nairobi (Kenya), 31 July – 4 August 1995. Nairobi, FISA, pp. 196.
- Dike, E.** 1990. Problems of large-scale irrigation schemes in Nigeria. *Science, Technology and Development*, 8(3): 245–252.
- Dinar, A., Rosegrant, M.W. & Meinzen-Dick, R.** undated. Water allocation mechanisms – Principles and examples. Washington, DC, The World Bank (disponible en [www.worldbank.org/html/dec/Publications/Workpapers/WP1700series/wps1779.pdf](http://www.worldbank.org/html/dec/Publications/Workpapers/WP1700series/wps1779.pdf)).
- Dua, V.K., Kumari, R. & Sharma, V.P.** 1996. HCT and DDT contamination of rural ponds of India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 57(4): 568–574.
- Edwards, pp.** 1998. *Wastewater-fed aquaculture: state-of-the-art*. Paper presented at the international conference on Ecological Engineering, 23–27 November 1998, Science City, Calcutta, India (disponible en [www.fao.org/ag/ags/agism/sada/asia/docs/DOC/Edwards1.doc](http://www.fao.org/ag/ags/agism/sada/asia/docs/DOC/Edwards1.doc)).
- Edwards, pp.** 2000. Aquaculture, Poverty Impacts and Livelihoods. *Natural Resource Perspectives*, Number 56. London, Overseas Development Institute (disponible en [www.odi.org.uk/nrp/56.html](http://www.odi.org.uk/nrp/56.html)).
- Edwards, pp. & D.C. Little.** 2003. Integrated livestock-fish farming systems. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/Y5098E/Y5098E00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y5098E/Y5098E00.HTM)).
- Egborge, A.B.M.** 1996. Natural constraints to inland fisheries development in Nigeria. En K.O. Adenji, ed. *Aquaculture in Africa/ Aquaculture en Afrique*. Lagos Organisation of African Utility (OAU)/ Scientific, Technical and Research Commission (STRC), pp. 212–220.
- Ezenwa, B.I.O.** 1994. Aquaculture development and research in Nigeria. En A.G. Coche, ed. *Aquaculture development and research in sub-Saharan Africa*. National reviews. *CIFA Technical Paper* 23 Supplement. Roma, FAO, pp.41–80.
- FAO.** 1996. Le Programme de contrôle de l'onchocercose ou cécité des rivières en Afrique de l'Ouest. SD dimensions, September 1996. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/sd/FRdirect/LTre0003.htm](http://www.fao.org/sd/FRdirect/LTre0003.htm)).
- FAO.** 2000a. El estado mundial de la pesca y la acuicultura – 2000 (SOFIA). Roma, FAO.
- FAO.** 2000b. Los pequeños estanques: Grandes integradores de la producción agropecuaria y la cría de peces. Servicio de Gestión Agraria y Economía de la Producción; Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura,

- Roma, FAO. 30 pp. (disponible en [www.fao.org/docrep/003/x7156s/x7156s00.htm](http://www.fao.org/docrep/003/x7156s/x7156s00.htm)).
- FAO.** 2002a. Agua y Cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Roma, FAO. 26 pp (disponible en [www.fao.org/DOCREP/005/Y3918S/Y3918S00.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y3918S/Y3918S00.HTM)).
- FAO.** 2002b. La sal de la tierra: peligro para la producción de alimentos. Cumbre mundial sobre la alimentación: en profundidad. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/newsroom/focus/focus1.htm](http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/newsroom/focus/focus1.htm)).
- FAO.** 2002c. Les idées Viet Namiennes germent au Sénégal. Programa especial para la seguridad alimentaria. (disponible en [www.fao.org/spfs/detail\\_event.asp?event\\_id=13519](http://www.fao.org/spfs/detail_event.asp?event_id=13519)).
- FAO.** 2002d. Cameroon (disponible en [www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/agpc/doc/riceinfo/AFRICA/Cameroon.HTM](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/agpc/doc/riceinfo/AFRICA/Cameroon.HTM)).
- FAO.** 2002e. Guinea (disponible en [www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/agpc/doc/riceinfo/AFRICA/Guinea.HTM](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/agpc/doc/riceinfo/AFRICA/Guinea.HTM)).
- FAO/ICLARM/IIRR.** 2004. Agro-acuicultura integrada: Manual básico. *FAO Documento Técnico de Pesca* 407. Roma, FAO. 159 p. (disponible en [www.fao.org/docrep/006/y1187s/y1187s00.htm](http://www.fao.org/docrep/006/y1187s/y1187s00.htm)).
- Fernando, C.H. & Halwart, M.** 2000. Possibilities for the integration of fish farming into irrigation systems. *Fisheries Management and Ecology*, 7: 45–54.
- Fletcher, M., Teklehaimanot, A. & Yemane, G.** 1992. Control of mosquito larvae in the port city of Assab by an indigenous larvivorous fish, *Aphanius dispar*. *ACTA Tropica* 52(2–3): 155–166.
- Fletcher, M., Teklehaimanot, A., Yemane, G., Kassahun, A., Kidane, G. & Beyene, Y.** 1993. Prospects for the use of larvivorous fish for malaria control in Ethiopia – Search for indigenous species and evaluation of their feeding capacity for mosquito larvae. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 96(1): 12–21.
- Friend, R.F. & Funge-Smith, S.J.** 2002. Focusing Small-Scale Aquaculture and Aquatic Resource Management on Poverty Alleviation. Bangkok, FAO Regional Office Asia and the Pacific.
- George, T.T.** 1976. Water pollution in relation to aquaculture in Sudan. En FAO/CIFA, Supplement 1 to the report of the Symposium on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 30 September – 2 October 1975. Reviews and Experience Papers. *CIFA Technical Paper* No. 4 (Supplement 1). FAO, Roma (disponible en [www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B00.htm)).
- Gladwin, H.** 1980. Indigenous knowledge of fish processing and marketing utilized by women traders of Cape Coast, Ghana. En D.W. Brokensha; D.M. Warren & O. Werner, eds. *Indigenous Knowledge Systems and Development*. Lanham, Maryland, University Press of America, pp. 131–150.
- Gnekpo, B. & Ziehi, A.D.** 2001. Annex 4 – Intégration irrigation aquaculture en Côte d’Ivoire. En J.F. Moehl, I. Beernaerts, A.G. Coche, M. Halwart & V.O. Sagua, eds. *Proposal for an African Network on integrated irrigation and aquaculture*. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO, pp. 30–36.
- Gowing, J.W.; Li, Q.; Gunawardhana, T.** 2004. Multiple use management in a large irrigation system: Benefits of distributed secondary storage. *Irrigation and Drainage Systems*, 18(1):57–71.
- Guerra, L.C., Bhuiyan, S.I., Tuong, T.P. & Barker, R.** 1998. Producing more rice with less water. *SWIM Paper* 5. Colombo, IWMI. (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim05.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim05.pdf)).
- Halwart, M.** 1998. Trends in rice-fish farming. *FAO Aquaculture Newsletter* 18: 3–11 (disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/w8516e/w8516e00.pdf>).
- Halwart, M.** 2001. Fish as biocontrol agents of vectors and pests of medical and agricultural importance. Dans IIRR, IDRC, FAO, NACA and ICLARM. *Utilizing different aquatic resources for livelihoods in Asia – a resource book*. International Institute of Rural Reconstruction, Silang, Cavite, Philippines, pp. 70–75.
- Halwart, M., Funge-Smith, S. & Moehl, J.** 2003. The role of aquaculture in rural development. In FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service. Review of the state of world aquaculture. *FAO Fisheries Circular* 886 (Rev. 2). Roma, FAO, pp. 47–58 (disponible en [www.fao.org/docrep/005/y4490e/y4490e00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/y4490e/y4490e00.htm)).
- Harrison, E.** 1991. Rethinking «failure»: fish ponds and projects in sub-Saharan Africa. Summary findings of ODA-supported research «Socio-Economics of African Aquaculture». School of African and Asian Studies, University of Sussex, Brighton.
- Haylor, G.S.** 1994. Fish production from engineered waters in developing countries. En Muir, J.F. & Roberts, R.J., eds. *Recent Advances in Aquaculture*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, pp. 1–103.
- Hecht, T.** 2002. Strategies and measures for sustainable aquaculture in sub-Saharan Africa. Paper presented at the World Aquaculture Conference, 23–27 April 2002, Beijing, China.

- Hecht, T. & de Moor, I.** non daté. Small-scale aquaculture in sub-Saharan Africa. Disponible en [http://cdserver2.ru.ac.za/cd/011120\\_1/Aqua/SSA/main.htm](http://cdserver2.ru.ac.za/cd/011120_1/Aqua/SSA/main.htm).
- Hellegers, pp.J.G.J.** 2002. *Treating water in irrigated agriculture as an economic good*. Paper submitted for the conference on Irrigation Water Policies, 15–17 June 2002, Agadir, Morocco.
- Hollis, G.E., Holland, M.M., Maltby, E. & Larson, J.S.** 1988. Wise use of wetlands. *Nature and Resources*, 26(1): 2–12.
- Hora, S.L. & Pillay, T.V.R.** 1962. Handbook of fish culture in the Indo-Pacific region. *FAO Fisheries Biology Technical Paper* 14, Roma, FAO.
- Hosetti, B.B. & Frost, S.** 1995. A review of the sustainable value of effluents and sludges from wastewater stabilization ponds. *Ecological Engineering*, 5(4): 421–431.
- Hussain, I. & Biltonen, E., eds.** 2001. *Irrigation Against Rural Poverty: An Overview of Issues and Pro-Poor Intervention Strategies in Irrigated Agriculture in Asia*. Proceedings of National Workshops on Pro-Poor Intervention Strategies in Irrigated Agriculture Areas in Asia. Colombo, IWMI.
- ICLARM & GTZ** 1991. The context of small-scale integrated agriculture-aquaculture systems in Africa: A case study of Malawi. *ICLARM Studies Review*, 18.
- Ingram, B.A., Gooley, G.J., McKinnon, L.J. & De Silva, S.S.** 2000. Aquaculture-agriculture systems integration: an Australian perspective. *Fisheries Management and Ecology*, 7: 33–43.
- Institute of Aquaculture.** 1998. An investigation of aquaculture potential in small-scale farmer-managed irrigation systems of Raichur District, Karnataka, India. *Working Paper* 7, DFID project R7064, Institute of Aquaculture, Stirling (disponible en [www.dfid.stir.ac.uk/Afgrp/projects/r7064/outputs/wpind07.pdf](http://www.dfid.stir.ac.uk/Afgrp/projects/r7064/outputs/wpind07.pdf)).
- Ita, E.O.** 1976. Observations on the present status and problems of inland fish culture in some northern states of Nigeria and preliminary results of cage culture experiments in Kainji Lake, Nigeria. En Dube, J. and Gravel, Y., eds. Supplement 1 to the report of the Symposium on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 30 September – 02 October 1975. Reviews and Experience Papers. *CIFA Technical Paper* No. 4 (Supplement 1). Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B00.htm)).
- Jaffee, S.** 1995. Fish mammals and tuna conglomerates: Private sector fish processing and marketing in Ghana. En S. Jaffee & J. Morton, eds. *Marketing Africa's High-Value Foods: Comparative Experiences of an Emergent Private Sector*. Dubuque, Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company, pp. 375–416.
- Jauncey, K. & Stewart, A.L.** 1987. The development of aquaculture in the Ismalia/Sinai regions of Egypt. Internal Report, Institute of Aquaculture, Stirling.
- Kabré, A.T.** 2000. Étude de cas d'intégration irrigation et aquaculture (IIA) à la Vallée du Kou et au périmètre irrigué de Bagré, Burkina Faso. Consultancy Report. FAO, Roma.
- Kabré, A.T. & Zerbo, H.** 2001. Annex 3 – Développement et recherche sur l'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture au Burkina Faso. En Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O., eds. *Proposal for an African Network on integrated irrigation and aquaculture*. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO, pp. 23–29.
- Kay, M.** 2001. Smallholder irrigation technology: prospects for sub-Saharan Africa. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage, *Knowledge Synthesis Report* No.3. Roma, IPTRID/FAO (disponible en [www.fao.org/DOCIREP/004/Y0969E/y0969e00.htm](http://www.fao.org/DOCIREP/004/Y0969E/y0969e00.htm)).
- Khalil, M.T. & Hussein, H.A.** 1997. Use of waste water for aquaculture: an experimental field study at a sewage-treatment plant, Egypt. *Aquaculture Research*, 28(11): 859–865.
- Kortenhorst, L.F.** 1985. The existing farming system: a neglected criterion for irrigation project design. Annual Report 1985. Wageningen, International Institute for Land Reclamation and Improvement.
- Kumah, D., Bagbara, D. & Ofori, J.K.** 1996. Rice-fish culture experiments in the Tono irrigation scheme. En Prein, M.; Ofori, J.K. & Lightfoot, C., eds. *Research for the future development of aquaculture in Ghana*. ICLARM Conference Proceedings No. 42. Manila, ICLARM, pp. 42–47.
- Kusiaku, A.Y.** 1976. Etat actuel de l'aquaculture au Togo. En: Dube, J. & Gravel, Y., eds. Supplement 1 to the report of the Symposium on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 30 September – 02 October 1975. Reviews and experience papers. *CIFA Technical Paper* No.4, Suppl. 1. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B06.htm#chI.A.15.5](http://www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B06.htm#chI.A.15.5)).
- Lal, R.** 2000. Soil management in the developing countries. *Soil Science*, 165(1): 57–72.
- Lal, N.E.S. & Sastawa, B.M.** 1996. The effect of sun-drying on the infestation of the African

- catfish (*Clarias gariepinus*) by post-harvest insects in the Lake Chad District of Nigeria. *International Journal of Pest Management*, 42 (4): 281–283.
- Li, Q.** 2002. *An investigation of integrated management of irrigation systems for agriculture and aquaculture*. University of Newcastle, Newcastle upon Tyne (PhD thesis).
- Li, Q., Gowing, J.W. and Mayilswami, C.** 2005. Multiple use management in a large irrigation system: an assessment of technical constraints to integrating aquaculture within irrigation canals. *Irrigation and Drainage*, 54(1): 31–42.
- Little, D.C. & Muir, J.F.** 1987. *A guide to integrated warm water aquaculture*. Stirling, Institute of Aquaculture Publications.
- Lykke, A.M., Mertz, O. & Ganaba, S.** 2002. Food consumption in rural Burkina Faso. *Ecology of Food and Nutrition*, 41(2): 119–153.
- Matthes, H.** 1978. The problem of rice-eating fish in the Central Niger Delta, Mali / Le problème des poissons rizophages dans le Delta central du Niger, Mali. En Welcomme, R.L., ed. Symposium on river and floodplain fisheries in Africa, Bujumbura, Burundi, 21 November–23 November 1977, Review and Experience Papers. *CIFA Technical Paper* No. 5. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/AC673B/AC673B00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/AC673B/AC673B00.htm)).
- Mensah, E.M.** 1990. Fish marketing on Volta Lake, Ghana – Kpandu Torkor experience. *FAO Fisheries Report* 400, Supplement, pp. 281–284. Roma, FAO.
- Metcalf, M.R.** 1995. Investing in aquacultural waste-water techniques for improved water-quality – A coastal community case-study. *Coastal Management*, 23(40): 327–335.
- Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O.** 2001. Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO. 75 pp.
- Molden, D.** 1997. Accounting for water use and productivity. *SWIM Paper* 1. Colombo, IWMI (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim01.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim01.pdf)).
- Molle, F.** 2001. Water pricing in Thailand: theory and practice. Research Report No. 7, DORAS Centre. Bangkok, Kasetsart University.
- Niare, T., Kassibo, B & Lazard, J.** 2000. Quelle pisciculture mettre en œuvre au Mali, pays de pêche artisanale continentale? *Cahiers Agricultures*, 9 (3): 173–179.
- Njock, J.C.** 1994. Développement et recherche aquacoles au Cameroun. Dans Coche, A.G., ed. *Aquaculture development and research in sub-Saharan Africa. National reviews. CIFA Technical Paper* 23, Supplement. Roma, FAO, pp.81–106.
- ODI.** non daté. Multi-Agency Partnerships in West Africa: Mali. London, Overseas Development Institute, Rural Policy and Environment Group (disponible en [www.odi.org.uk/rpeg/mali\\_web\\_page.html](http://www.odi.org.uk/rpeg/mali_web_page.html)).
- Okafor, I.I.** 1986. Fish production from aquatic weeds. *Proceedings of the Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria*, 3: 68–71.
- Oswald, M., Copin, Y. & Monteferrer, D.** 1996. Peri-urban aquaculture in Midwestern Côte d'Ivoire. En Pullin, R.S.V.; Lazard, J.; Legendre, M.; Amon Kottias, J.B. & Pauly, D. eds. *The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings* No. 41. Manila, ICLARM, pp. 525–536.
- Owusu, B.S. & Kuwornu, L.** 2001. Annex 5 – Integrated irrigation-aquaculture development and research in Ghana. En Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. et Sagua, V.O., eds. *Proposal for an African Network on integrated irrigation and aquaculture*. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO, pp. 37–41.
- Paris, T.R.** 2002. Crop-animal systems in Asia: socio-economic benefits and impacts on rural livelihoods. *Agricultural Systems*, 71: 147–168.
- Perry, C.J.** 2001. Charging for irrigation water: the issues and options, with a case study from Iran. Research Report 52. Colombo, IWMI.
- Petr, T.** 1992. Aquatic weeds in developing regions. Abstracts of the Aquatic Plant Management Society, Inc. Thirty-second Annual Meeting and International Symposium on the Biology and Management of Aquatic Plants, 12–16 July 1992, Daytona Beach, Florida.
- Prein, M.** 2002. Integration of aquaculture into crop-animal systems in Asia. *Agricultural Systems*, 71: 127–146.
- Prinsloo, J.F. & Schoonbee, H.J.** 1987. Investigations into the feasibility of a duck/fish/vegetable integrated agriculture/aquaculture system for developing areas in South Africa. *Water S. A.*, 13(2): 109–118.
- Prinsloo, J.F., Schoonbee, H.J. & Theron, J.** 2000. Utilisation of nutrient-enriched wastewater from aquaculture in the production of selected agricultural crops. *Water S. A.*, 1: 125–132.

- Pullin, R.S.V. and Z.H. Shehadeh** (eds.) 1980. Integrated agriculture-aquaculture farming systems. *ICLARM Conf. Proc. 4*, 258 pp. Proceedings of the ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems, Manila, Philippines, 6–9 August 1979. ICLARM, Manila, Philippines and SEARCA, Los Baños, Laguna, Philippines.
- République Populaire du Bénin.** 1976. La pisciculture traditionnelle dans la Basse Vallée du Fleuve Ouémé. En Dube, J. y Gravel, Y., eds. Supplement 1 to the report of the Symposium on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 30 September – 02 October 1975. Reviews and experience papers. *CIFA Technical Paper No.4, Suppl. 1*. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B01.htm#chI.A.3](http://www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B01.htm#chI.A.3)).
- Rosegrant, M.W.** 1995. Dealing with water scarcity in the next century. Brief 21, 2020 Vision.
- Rosegrant, M.W.** 1997. Water resources in the 21st century: challenges and implications for action. *Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 20*. Washington, D.C, IFPRI.
- Rosegrant, M.W. & Cai, X.** 2001. Water for food production. En R.S. Meinzen-Dick & M.W. Rosegrant, eds. *Overcoming Water Scarcity and Quality Constraints*. Focus 9, 2020 Vision, Brief 2 of 14. Washington, D.C, IFPRI.
- Rosegrant, M.W., Cai, X. & Cline, S.A.** 2002. Global water outlook: Averting an impending crisis. A Report Summary of the 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment Initiative. Washington, D.C., IFPRI, and Colombo, IWMI (disponible en [www.ifpri.org/pubs/fpr/fprwater2025.pdf](http://www.ifpri.org/pubs/fpr/fprwater2025.pdf)).
- Rosegrant, M.W. & Perez, N.C.** 1997. Water resource development in Africa: a review and synthesis of issues, potentials and strategies for the future. Environment and Production Technology Division (EPTD) Discussion Paper 28. Washington, D.C., IFPRI.
- Rosegrant, M.W. & Ringler, C.** 1999. Impact on food security and rural development of reallocating water from agriculture. Environment and Production Technology Division (EPTD) Discussion Paper 47. Washington D.C., IFPRI.
- Sandbank, E. & Nupen, E.M.** 1984. *Warmwater fish production on treated wastewater effluents*. Aquaculture South Africa, Cathedral Peak, 3–4 May 1984.
- Sanni, D.** 2002. Évaluation de mise en valeur intégrée des ressources en eaux continentales dans les zones sujettes à la sécheresse récurrente en Afrique de l’Ouest. évaluation des opportunités pour l’intégration de l’irrigation et de l’aquaculture au Sénégal. Consultancy Report. FAO Africa Regional Office, Accra.
- Seckler, D., Amarasinghe, U., Modlen, D., de Silva, R. & Barker, R.** 1998. World water demand and supply, 1990–2025: Scenarios and issues. Research Report 19. Colombo, IWMI. (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/PUB019/REPORT19.PDF](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/PUB019/REPORT19.PDF)).
- Shereif, M.M., Easa, M.E.S., El Samra, M.I. & Mancy, K.H.** 1995. A demonstration of wastewater treatment for reuse applications in fish production and irrigation in Suez, Egypt. *Water Science and Technology* 32(11): 137–144.
- Slabbert, J.L., Morgan, W.S.G. & Wood, A.** 1989. Microbiological aspects of fish cultured in wastewaters: The South African experience. *Water Science and Technology* 21(3): 307–310.
- Slootweg, R.** 1991. Water resources management and health – general remarks and a case study from Cameroon. *Landscape and Urban Planning*, 20(1–3): 111–114.
- Slootweg, R., Kooyman, M., de Koning, pp. & van Schooten, M.** 1993. Water contact studies for the assessment of schistosomiasis infection risks in an irrigation scheme in Cameroon. *Irrigation & Drainage Systems* 7(2): 113–130.
- Solano, C., Léon, H., Pérez, E. & Herrero, M.** 2001. Who makes farming decisions? A study of Costa Rican dairy farmers. *Agricultural Systems* 67: 181–199.
- Suwanrangi, S.** 2001. Technological changes and their implications for women in fisheries. En M.J. Williams, M.C. Nandeesha, V.P. Corral, E. Tech & S.P. Choo, eds. *International Symposium on Women in Fisheries*. Penang, ICLARM – The World Fish Centre publication, pp. 63–67.
- Thomas, D.H.L.** 1994. Socio-economic and cultural factors in aquaculture development: a case study from Nigeria. *Aquaculture*, 119: 329–343.
- Thompson, J.R. & Polet, G.** 2000. Hydrology and land use in a Sahelian floodplain wetland. *Wetlands* 20 (4): 639–659.
- Valencia, E., Adjei, M. & Martin, J.** 2001. Aquaculture effluent as a water and nutrient source for hay production in the seasonally dry tropics. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32(7–8): 1293–1301.
- van Asten, pp.J.A., Barbiero, L., Wopereis, M.C.S., Maeght, J.L. & van der Zee, S.E.A.T.M.** 2003. Actual and potential salt-related soil degradation in an irrigated rice scheme in the Sahelian zone of Mauritania. *Agricultural Water Management* 60(1): 13–23.

- van der Mheen, H.W.** 1999. Adoption of Integrated Aquaculture and Irrigation. *ALCOM Working Paper* No. 23. Harare, ALCOM/FAO. Available in summary form in FAO Aquaculture Newsletter, 22 (disponible en [www.fao.org/DOCREP/005/X3185E/X3185e10.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/X3185E/X3185e10.htm)).
- Welcomme, R.L.** 1976. Supplement 1 to the report of the Symposium on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana 30 September – 2 October 1975. Reviews and experience papers /Supplément 1 au rapport du Symposium sur l'Aquiculture en Afrique, Accra, Ghana 30 Septembre – 2 Octobre 1975. Exposés généraux et compte-rendus d'expériences. *CIFA Technical Paper* No.4, Suppl. 1. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/AC672B/AC672B00.htm)).
- West, W.Q.B.** 1996. The status of aquaculture in Africa: Its contribution to fish production, development and growth. En Adenji, K.O., ed. *Aquaculture in Africa. Aquaculture en Afrique*. Lagos, Organisation of African Unity / Scientific, Technical and Research Committee (OAU/STRC), pp. 42–70.
- Whittington, D., Davies, J. & McClelland, E.** 1998. Implementing a demand-driven approach to community water supply planning: A case study of Lugazi, Uganda. *Water International* 23(3): 134–145.
- Wijkström, U.** 2001. Policy making and planning in aquaculture development and management, Plenary Lecture I. En R.P. Subasinghe, pp. Bueno, M.J. Philipps, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. Roma and Bangkok, FAO, pp. 15–21.
- Williams, M.** 1996. *The transition in the contribution of living aquatic resources to food security*. Brief 32, 2020 Vision. Washington, D.C., IFPRI.
- Yan, J. & Zhang, Y.** 1994. How wetlands are used to improv water quality in China. En Mitsch, W.J., ed. *Global Wetlands: Old World and New*. Amsterdam, Elsevier Publication, pp. 369–376.
- Yan, J., Wang, R.S. & Wang, M.Z.** 1998. The fundamental principles and ecotechniques of wastewater aquaculture. *Ecological Engineering*, 10(2): 191–208.
- Ziehi, A.** 1994. Développement et recherche aquacoles en Côte d'Ivoire. En Coche, A.G., ed. *Aquaculture development and research in sub-Saharan Africa*. National reviews. *CIFA Technical Paper*, 23, Supplement. Roma FAO, pp.1–40.

## Apéndice 1. Estudio por países del riego, acuicultura, actividades y potencial de la IIA<sup>1</sup>

### CUADROS A–N.

<b>A: BENIN</b>	Fuentes: Kay (2001), FAO (1995), República Popular de Benin (1976)
Potencial de riego (ha)	86 000 (1982); 300 000 (1994)
Grandes zonas de riego (ha)	7 556 (1994)
Tamaño medio (ha)	192 (1994)
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	1 038 (1994)
Superficies de regadío (ha)	22 000 (1982); 17 224 con riego con control total en 1994.
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Llanuras inundables de ríos y riego en zonas de ladera (SH), riego superficial (40% de las zonas con riego controlado en 1994)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985–1997)	1167
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (93% de los cultivos de regadío), 2. Cebolla (5%) (1993)
Limitaciones al desarrollo del regadío	N/D
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	N/D
Actividades de IIA realizadas	A finales de la década de 1970 se señaló la excavación de algunos agujeros, o canales, para criar peces en las llanuras inundables de los ríos Ouémé y Sô
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de IIA	N/D
Limitaciones al desarrollo de la IIA	A finales de la década de 1970, el proyecto de regadío del valle del río Ouémé (llanura inundable) se enfocó al cultivo agrícola, dejando poco margen para la producción pesquera, incluso integrada con arroz. El elevado uso de pesticidas también fue una limitación
Investigaciones de IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	N/D

<b>B: BURKINA FASO</b>	Fuentes: Kabré y Zerbo (2001), Kabré (2000), Kay (2001), Coche y Pedini (1998), FAO (1995)
Potencial de riego (ha)	> 200 000 (2001). Pequeño potencial de riego
Grandes zonas de riego >500 ha (ha)	7 980 (1992)
Zonas medianas (ha)	0 (1992)
Pequeños agricultores/zonas pequeñas <100 ha (ha)	7 450 (1992)
Superficie de regadío (ha)	45 730 con control total del riego en 1992; >16 000 (2001)
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Riego superficial (75% con control total del riego en 1992)/Llanuras inundables (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985–1997)	1 083
Pequeñas masas de agua	2 100 (domésticas, agrícolas, hidroeléctricas)
Embalses permanentes (ha)	300
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (68% de los cultivos de regadío) 2. Hortalizas (12%) 3. Sorgo (9%) 4. Caña de azúcar (8,5%) (1992)
Limitaciones al desarrollo del riego	– Sedimentación de embalses – Despilfarro de agua – Falta de financiación – Cuestiones sanitarias (malaria, bilharziosis/esquistosomiasis)

<sup>1</sup> NB – Las discrepancias entre las cifras deben atribuirse a las diversas fuentes y sus métodos de evaluación.

<b>B: BURKINA FASO (continuación)</b>	
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de integración en programas de desarrollo agrícola</li> <li>- Falta de financiación pública</li> <li>- Escasa comprensión de las percepciones locales</li> </ul>
Actividades de IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración directa de la acuicultura en los arrozales en el Valle de Kou (1987-1988)</li> <li>- Integración indirecta de la acuicultura en los arrozales en la zona de riego de Bragué</li> <li>- Se realizaron varias propuestas para la zona de riego de Souror, pero no se ejecutaron</li> <li>- Mejora de la pesca en pequeñas masas de agua practicada durante varios años</li> <li>- Embalses de Tanguiga, Goudri y Ramitenga</li> <li>- Integración con hortalizas aguas arriba de las presas</li> </ul>
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego con control total: valles de Kou, Banzon y Sourou</li> <li>- Fondo de valle interior, p. ej. río Comoé</li> <li>- Zonas de secano</li> <li>- Proyectos de integración de peces y ganado</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de experiencia en la acuicultura en arrozales</li> <li>- Escasez de alevines</li> <li>- Competencia por los recursos de las explotaciones agrícolas, conflictos por la asignación del agua</li> <li>- Redes de comunicación deficientes</li> <li>- Falta de financiación (organismos internacionales)</li> <li>- Ausencia de directrices del gobierno para el desarrollo de la acuicultura en arrozales</li> <li>- Extensión precaria</li> </ul>
Investigaciones de la IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acuicultura en arrozales con diferentes variedades de arroz combinadas con el mono/policultivo de peces</li> <li>- Programas de cría para poblar estanques y embalses</li> <li>- Cultivo combinado de patos y peces</li> </ul>
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualmente hay 16 000 ha de regadío, con prioridad para el arroz</li> <li>- Muchos embalses pequeños</li> <li>- Buena gestión de la pesca</li> <li>- Marcos normativos e institucionales que ayudan</li> <li>- Alta demanda de peces y posibilidad de desarrollar actividades postcosecha que añaden valor</li> </ul>

<b>C: CAMERÚN</b>	Fuentes: FAO (2002d), Kay (2001), FAO (1995), Njock (1994)
Potencial de riego (ha)	240 000 (1985)
Grandes zonas de riego (ha)	11 000 (1982)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	9000 (1982)
Superficie de regadío (ha)	20 000 (1982); 20 970 con riego controlado (1987)
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Llanuras inundables de ríos (SH), riego en colinas (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	0
Pequeñas masas de agua	10 000 (<3ha)
Embalses permanentes (ha)	N/D
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (77%) 2. Hortalizas (19%) 3. Banano (4%)
Limitaciones al desarrollo del riego	N/D

<b>C: CAMEROUN (continuación)</b>	
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de cooperación entre las instituciones de investigación y las agencias gubernamentales (desarrollo)</li> <li>- Ausencia de una política coherente de desarrollo de la acuicultura y de financiación orientada a objetivos</li> <li>- Falta de facilidades crediticias para los piscicultores y baja disponibilidad de alevines</li> <li>- Deficiente gestión de la acuicultura y de los laboratorios de cría</li> <li>- Falta de estudios socioeconómicos relacionados con el desarrollo de la acuicultura, incluyendo la ausencia de indicadores de rendimiento económico</li> <li>- Inexistencia de un servicio de extensión</li> <li>- Dificultades relacionadas con la tenencia de la tierra</li> </ul>
Actividades de IIA realizadas	N/D
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	N/D
Limitaciones al desarrollo de la IIA	- Infraestructuras de regadío en proceso de deterioro
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	N/D

<b>D: CHAD</b>	Fuentes: Kay (2001), FAO (1995)
Potencial de riego (ha)	1 200 000 (1982); 935 000 (1994) <sup>4</sup> .
Grandes zonas de riego >500 ha (ha)	9 250 (grande irrigation)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas <100 ha (ha)	4 770 (petite irrigation) (1988)
Superficie de regadío (ha)	113 420 (1988)
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Decrecida (69% de la superficie total de regadío), fondos de valles interiores (19%), riego con control total/parcial (12%, del cual el 77% es utilizando riego superficial). Llanuras inundables de ríos y captación del agua de lluvia (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	833
Principales cultivos de regadío	1. Sorgo (62% de los cultivos de regadío, cultivado en zonas de decrecida) 2. Arroz (24%, cultivado en zonas con control total y parcial y en fondos de valles interiores) 3. Cereales (excepto arroz y sorgo, 9%).
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irregularidad en el abastecimiento de agua a las fuentes debido a las condiciones climáticas variables</li> <li>- Camerún y Chad comparten las aguas del río (Logone), limitando el riego en la estación seca</li> <li>- Nivel decreciente del lago Chad, que limita el riego en las zonas asociadas, aumenta la salinidad y disminuye el abastecimiento de agua potable</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	N/D
Actividades de IIA realizadas	N/D
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	N/D
Limitaciones al desarrollo de la IIA	- [ya existe una elevada competencia por el agua del lago Chad, en aumento a causa de la decreciente disponibilidad]
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	- Desde la década de 1990, se hace hincapié en el desarrollo de pequeñas zonas de riego con la participación de los campesinos

<sup>4</sup> Este dato no tiene en cuenta las restricciones medioambientales (en particular, las relacionadas con el nivel decreciente del lago Chad) ni el uso compartido de los recursos hídricos entre los países ribereños del río Logone y el lago Chad.

<b>E: CÔTE D'IVOIRE</b>	Fuentes: Gnekpo y Ziehi (2001), Kay (2001), Coulibaly (2000), Oswald <i>et al.</i> (1996), FAO (1995), Ziehi (1994)
Potencial de riego (ha)	130 000 (1982), 475 000 (1994)
Grandes zonas de riego >500 ha (ha)	42 000 (1982)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas <100 ha (ha)	10 000 (1982)
Superficie de regadío (ha)	89 000 con riego controlado en 1994; 72 000 (2001).
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Riego con control total (54%) y fondos de valles equipados (28%) en 1994. Llanuras inundables de ríos (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	1 583
Pequeñas masas de agua	172 (1994)
Embalses de presas permanentes (ha)	
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (riego por gravedad, fundamentalmente en fondos de valles interiores) 2. Caña de azúcar (aspersor) 3. Plátano (aspersor) 4. Hortalizas (gravedad)
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En 1994, la agricultura de regadío desempeña un papel menor en comparación con la agricultura de secano</li> <li>- Falta de planificación nacional</li> <li>- Altos costes de inversión</li> <li>- Ausencia de investigación en riego</li> <li>- Ausencia de tradición de riego (cultivos de secano)</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificultades a pesar de que el desarrollo de la acuicultura ha sido respaldado por entidades de investigación adecuadas y ha recibido apoyo del gobierno (divulgación, créditos y subvenciones)</li> <li>- Falta de estadísticas de producción</li> <li>- Campesinos demasiado dependientes del apoyo externo (extensión)</li> <li>- Problemas relacionados con la selección de piscicultores para las actividades acuícolas y los créditos (pequeños agricultores, incluyendo jóvenes y mujeres)</li> <li>- Situación económica del país</li> <li>- Falta de investigación sobre los aspectos socioeconómicos del desarrollo de la acuicultura</li> </ul>
Actividades de IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la pesca en pequeños embalses</li> <li>- Acuicultura en arrozales: dentro de los arrozales y aguas arriba y abajo. «Projet d'appui à la profession piscicole du Centre Ouest» en la región de Doloa (basado en explotaciones agrícolas pero sin difusión de los resultados)</li> <li>- Peces en estanques adyacentes a los arrozales de tierras bajas en zonas periurbanas</li> </ul>
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	Sur y oeste del país (Zone de Forêt): cursos de agua perennes y mayores precipitaciones
Limitaciones al desarrollo de la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de apoyo institucional y financiación para las actividades integradas</li> <li>- Falta de información y elevados costes de riego que los pequeños agricultores y las mujeres no pueden asumir. No hay créditos</li> <li>- Empleo de pesticidas en la agricultura</li> <li>- Extensión y apoyo técnico insuficientes</li> <li>- Sequías y conflictos entre los usuarios del agua</li> </ul>
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las superficies de arroz de regadío deben aumentar en 34 000 ha entre 1992 y 2015</li> <li>- Los fondos de valles interiores y los pantanos costeros son propicios para el cultivo de arroz de regadío (superficie equivalente a 275 000 ha) pero permanecen subexplotados</li> </ul>

<b>F: GHANA</b>	Fuentes: Kay (2001), Owusu y Kuwornu (2001), Coche y Pedini (1998), Kumah <i>et al.</i> (1996), FAO (1995), Kortenhorst (1985)
Potencial de riego (ha)	500 000 (2001). Gran potencial de riego. Estimado en 1 900 000 en 1994.
Grandes zonas de riego (ha)	4 720 (1994)
Zonas medianas (ha)	1 204 (1994)
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	450 (1994)
Superficie de regadío (ha)	10 000 (80% por gravedad) que se incrementarán a 100 000 en 2020
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Superficial (90%, incluyendo zonas SH de riego por gravedad basadas en el desvío de agua almacenada en pequeñas presas), llanuras inundables de ríos (SH) y pantanos de valles interiores
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	333
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (llanuras inundables) 2. Cultivos comerciales (hortalizas, frutas, flores)
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada inversión de capital en infraestructura de regadío</li> <li>- Desacertada gestión de los fondos gubernamentales</li> <li>- Ausencia de políticas consistentes para pequeños y grandes proyectos</li> <li>- Sistema de tenencia de tierras que restringe la participación individual</li> <li>- Capacidad limitada para identificar y redactar proyectos que se adapten a los recursos hídricos y de tierras locales (topografía)</li> <li>- Omisión de las cuestiones de género al planear las zonas de riego para la producción de arroz</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	- Éxito moderado de la extensión de la acuicultura
Actividades de IIA realizadas	<p>Promoción anticipada de la acuicultura y las actividades piscícolas en sistemas de regadío:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- acuicultura en estanques en explotaciones agrícolas</li> <li>- aumento de la pesca en embalses de presas</li> <li>- transformación del 5% de la superficie de regadío en estanques</li> <li>- ensayos de acuicultura en arrozales en grandes zonas de riego en la región noreste</li> </ul>
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de riego de Tono, Veá y Dawhenya (acuicultura en arrozales)</li> <li>- Valle de Mampong (hortalizas y peces) y fondos de valles interiores</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extensión inadecuada</li> <li>- Falta de material de repoblación, alimentos para peces, capital e información para los campesinos</li> <li>- Elevada inversión para el desarrollo del riego</li> <li>- Factores socioculturales</li> </ul>
Investigaciones de la IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acuicultura en arrozales</li> <li>- Cultivo combinado de hortalizas y peces (Instituto de Recursos Naturales Renovables)</li> </ul>
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cría y producción de alevines</li> <li>- Distribución y apoyo a la comercialización adecuados</li> <li>- Existencia de una política de integración</li> <li>- Los pantanos de valles interiores se identifican como alternativas más baratas a las grandes zonas de riego pero, si se desarrollan para el cultivo de arroz, se deberían controlar la sedimentación y el aterramiento con una mejor labranza</li> </ul>

<b>G: GUINEA</b>	Fuentes: Agro-Ind. (2002), FAO (2002e), Kay (2001), FAO (1995)
Potencial de riego (ha)	150 000 (1982), 520 000 (1994)
Grandes zonas de riego (ha)	8 233 (1994)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	7 308 (1994)
Superficie de regadío (ha)	45 000 (1982); 99 148 (1994)

<b>G: GUINEE (continuación)</b>	
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Riego con control total (16% de la superficie total de regadío, incluyendo el riego superficial (90%), fondos de valles interiores (pantanos) (78%) y llanuras inundables de ríos (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985–1997)	417
Principales cultivos de regadío	N/D
Limitaciones al desarrollo del riego	N/D
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	[Se supone que son similares a las que restringen el desarrollo de la pesca de captura continental: –falta de equipamiento –acceso limitado a créditos –aislamiento y lejanía de las aldeas, mal acceso a los mercados internos –Falta de infraestructuras de procesamiento (conservación de peces)]
Actividades de IIA realizadas	N/D
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	N/D
Limitaciones al desarrollo de la IIA	[Tenencia de tierras inadecuada en zonas de riego]
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	La ordenación de los manglares se orienta a sistemas de producción integrados (arroz, peces, sal, etc.)

<b>H: MALI</b>	Fuentes: Bamba y Kienta (2001, 2002), Kay (2001), Niare <i>et al.</i> (2000), Coche y Pedini (1998), FAO (1995), ODI (sin fecha)
Potencial de riego (ha)	560 000 (1992); 1 100 000
Grandes zonas de riego (ha)	63 119 (1994)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	15 501 (1994)
Superficie de regadío (ha)	191 469 (1994); 200 000. Segou es la mayor zona equipada para el riego
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Superficial (100% en grandes zonas de riego con control total), llanuras inundables de los ríos Níger y Bani (SH), fondos de valles interiores en el sudoeste del país. La superficie de cultivos de decrecida constituye el 57% de la superficie total de regadío.
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985–1997)	2 167
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (80%) 2. Sorgo 3. Caña de azúcar 4. Té
Limitaciones al desarrollo del riego	– Investigación de riego limitada – Infraexplotación de las zonas de regadío – Condiciones climáticas desfavorables (importante evaporación, precipitaciones irregulares) y distribución desigual de los recursos hídricos en el país – Elevados costes de infraestructuras (construcción de embalses) – No hay organizaciones de campesinos y demasiado personal de extensión de regadíos (falta de cohesión en la extensión)
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	– Atención centrada en la biología pesquera, formulación de piensos, fertilización de los estanques y cría artificial – No se da importancia a los aspectos socioeconómicos de la actividad (acceso a la tierra, apropiación de técnicas, competencia entre la piscicultura y la pesca de captura)
Actividades de IIA realizadas	Se han ensayado diversos tipos de integración de la acuicultura en grandes zonas de riego, pero actualmente predomina el cultivo combinado de arroz y peces. Éste se promueve en las áreas de Segou (estanque de demostración en una zona de riego comunitaria, como parte del PESA) y Mopti (llanura inundable)
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	Áreas de Mopti, Ségou y Sélingué. Elevado potencial para mejores estanques acuícolas en arrozales en grandes zonas de riego con control parcial/total del delta central del río Níger (>80 000 ha en zonas de arroz de aguas profundas en Mopti y Segou)

<b>H: MALI (continuación)</b>	
Limitaciones al desarrollo de la IIA	<p>Escaso potencial para la IIA en zonas de riego dependientes de las inundaciones (por ej. río Níger) debido a los reducidos picos de crecidas. Las restricciones están relacionadas fundamentalmente al desarrollo de la acuicultura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- escasez de oficiales de extensión y limitada promoción de la actividad entre la población rural</li> <li>- acceso limitado al crédito para la actividad</li> <li>- apoyo institucional limitado (Chambres d'agriculture)</li> <li>- disponibilidad estacional del agua</li> <li>- empleo de pesticidas en la agricultura</li> <li>- falta de apoyo y financiación institucional para el desarrollo de la acuicultura</li> <li>- gestión con un único objetivo de superficies de arroz de regadío</li> <li>- baja prioridad entre los campesinos</li> </ul>
Investigaciones de IIA realizadas	Ensayos de acuicultura en arrozales
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	Puede ser limitado debido a la falta de disponibilidad de agua, pero se están rehabilitando las actuales infraestructuras de regadío y fomentando la iniciativa del sector privado en el desarrollo del riego. El énfasis se sitúa en la participación de las partes interesadas en la gestión del agua y el mantenimiento de las infraestructuras [que podría estimular la creación de un contexto favorable para el desarrollo de la IIA]

<b>J: NÍGER</b>	Fuentes: Kay (2001), FAO (1995)
Potencial de riego (ha)	100 000 (1982); 270 000 (1990)
Grandes zonas de riego (ha)	10 000 (1982)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	20 000 (1982)
Superficie de regadío (ha)	30 000 (1982), 66 480 (1989) con control total y parcial del riego, 78 480 (1989) con riego
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Control total y parcial del riego (85% de la superficie total de regadío), superficie de cultivos de decrecida (15%), llanura inundable del río Níger (SH). El riego en la estación seca (hortalizas) está extendido pero no así el riego complementario en la estación húmeda
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	3 000
Principales cultivos de regadío	1. Arroz 2. Algodón 3. Trigo
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los campesinos ven el riego como un medio para diversificar la producción de cultivos, no para aumentar la productividad</li> <li>- Participación limitada de los campesinos en la planificación del riego</li> <li>- Falta de infraestructuras de regadío y altos costes del riego, especialmente en zonas remotas</li> <li>- Priorización de la agricultura de secano</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	N/D
Actividades de IIA realizadas	N/D
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	N/D
Limitaciones al desarrollo de la IIA	N/D
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	N/D

<b>K. NIGERIA</b>	Fuentes: Kay (2001), Egborge (1996), FAO (1995), Ezenwa (1994), Thomas (1994), Dike (1990), Ita (1976)
Potencial de riego (ha)	2 000 000 (1982); 3 317 000 (1993)
Grandes zonas de riego (ha)	50 000 (1982)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	800 000 (1982)
Superficie de regadío (ha)	850 000 (1982); 956 535 (1991)
Tipo de riego predominante/ entorno principal	Llanuras de decrecida (fadama) (76% de la superficie total de regadío): Llanura inundable del río Níger (SH) al norte de Nigeria, riego con control total/parcial (23%). También riego en zonas de ladera y captación del agua de lluvia (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	2 750
Pequeñas masas de agua	N/D
Embalses de presas permanentes (ha)	300 000 (incluyendo lagos). 60 grandes presas y 100 pequeñas presas
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (75%), 2. Hortalizas (15%), 3. Trigo
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las fadamas son fuente de conflictos debido a sus múltiples usos (agricultura, pesca, pastoreo o caza) y usuarios (campesinos/pescadores, planificadores nacionales del desarrollo del riego y conservacionistas)</li> <li>- Elevado coste de desarrollo del riego</li> <li>- Planificación y diseño inadecuado de la superficie bajo riego o de los sistemas de canales</li> <li>- Experiencias pasadas de mala gestión en grandes sistemas y elección equivocada de cultivos (por ej. trigo)</li> <li>- Falta de formación y extensión en pequeños proyectos públicos</li> <li>- Régimen hidráulico fluctuante de las llanuras inundables (fadamas) debido a la construcción de presas aguas arriba, alterando el uso tradicional e informal del agua para el riego</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada evapotranspiración, aterramiento e infestación de vegetación costera flotante</li> <li>- Suministro inadecuado de insumos, material de repoblación y alimentos para peces</li> <li>- Ausencia de estadísticas de producción acuícola y de una base de datos sobre la biología y ecología de los peces endémicos y falta de indicadores de rentabilidad económica</li> <li>- Servicios de extensión, conocimientos técnicos y vínculos investigación-extensión insuficientes</li> <li>- Baja prioridad de la acuicultura en los planes y asignaciones presupuestarias del gobierno</li> <li>- Desatención a las diferencias sociales y étnicas entre los grupos objetivo</li> <li>- Falta de acceso de los pequeños campesinos a la tierra y al crédito</li> </ul>
Actividades de IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de estanques piscícolas en la llanura inundable de Hadejia-Nguru (aunque fracasó en 1994)</li> <li>- Policultivo y especies únicas en jaulas flotantes en el embalse de la presa Kainji (1976)</li> </ul>
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	La llanura inundable del río Níger se considera tiene el mayor potencial sin explotar para el desarrollo del riego, junto al río Benue y los embalses artificiales, y podría albergar actividades de piscicultura y de la IIA. El humedal de Hadeja-Nguru (noreste del país) alberga riego a pequeña escala y cultivo de arroz en aguas profundas, adecuado para el cultivo combinado de arroz y peces
Limitaciones al desarrollo de la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los costes de acceso a la tierra y a la construcción de estanques quedan fuera del alcance de los campesinos pobres</li> <li>- Fomento del uso de fertilizantes para aumentar la productividad agrícola</li> </ul>
Actividades de IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de investigación sobre jaulas, corrales, sistemas cercados y gestión de lagos naturales y embalses de regadío</li> </ul>
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los amplios sistemas hídricos están subexplotados</li> <li>- Investigaciones en curso sobre sistemas acuícolas alternativos (jaulas, corrales, cultivo en llanuras inundables)</li> </ul>

<b>L. SENEGAL</b>	Fuentes: Sanni (2002), Kay (2001), Diallo (1995), FAO (1995)
Potencial de riego (ha)	180 000 (1982), media de 400 000 (1994)
Grandes zonas de riego (ha)	23 135 (1994)
Zonas medianas (ha)	4 265 (1994)
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	44 000 (1994)
Superficie de regadío (ha)	100 000 (1982); 141 400 (1994) incluyendo 71 400 con control total/parcial del riego; más de 155 000 (2002).
Tipo predominante de riego/ entorno principal	Riego con control total/parcial (50% de la superficie total de regadío), fondos de valles interiores (26%), zonas de decrecida (23%). Llanura inundable del río Senegal y fondos de valles interiores (pantanos) (SH). Arroz de regadío en manglares en Casamance. Arroz de regadío dividido en tres tipos: grandes zonas de riego (grands périmètres), pequeños sistemas privados/individuales (périmètres d'irrigation privée) y zonas de riego en las aldeas (périmètres irrigués villageois)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	
Principales cultivos de regadío	1. Arroz (95% de la superficie de regadío) 2. Caña de azúcar (6% de la superficie de regadío) 3. Hortalizas, frutas, maíz
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A pesar de la creciente demanda urbana y la producción de cultivos orientados a la exportación, el desarrollo del regadío se enfrenta a:</li> <li>- Limitaciones agrotécnicas (mala gestión de los cultivos de regadío)</li> <li>- Restricciones socioeconómicas (dependencia de los campesinos del Estado, impago de los créditos, problemas relacionados con la asignación del agua)</li> <li>- Limitaciones institucionales (predominan las prácticas tradicionales de riego, diversificación de los cultivos más que intensificación)</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La piscicultura está limitada, tras los malos resultados de los proyectos con financiación internacional para el cultivo intensivo en estanques, en jaulas, cultivo extensivo y acuicultura en arrozales. En el río Senegal, esto se debe a:</li> <li>- Limitaciones medioambientales (cambios en el régimen hidrológico, porosidad del suelo, elevada turbidez del agua, baja temperatura y contenido de minerales, pocas consultas sobre las políticas de gestión del agua)</li> <li>- Restricciones tecnológicas e institucionales (mala elección de los emplazamientos, falta de coordinación entre la investigación-desarrollo, escasez de alevines, equipos de extensión, mala gestión de los proyectos y transferencia prematura de la tecnología a los campesinos)</li> <li>- Limitaciones socioeconómicas (altos costes del equipamiento agrícola, competencia con peces marinos y otros recursos de las explotaciones agrícolas, incluyendo la mano de obra, elección inadecuada de los grupos objetivo).</li> <li>- En Casamance los malos resultados se debieron a una gestión inadecuada de los estanques y la alimentación de los peces, la depredación y los elevados costes de mantenimiento y mano de obra</li> </ul>
Actividades de IIA realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acuicultura en arrozales: investigación (USAID + ayuda de China) en Ndiarème dyu Wallo y Guidakhar, apoyo de ONG 's al desarrollo en las regiones de Fatick (Ndiaye Ndiaye, Ndjosmon, Sanghai) y Kédougou (estanque de Fadiga) (parte del PESA)</li> <li>- Piscicultura comunitaria en el gran sistema de riego de Vélingra (cuenca del Anambe)</li> <li>- Corrales en los valles represados de Casamance (1994)</li> <li>- Siembra de peces en canales de riego y grandes embalses</li> </ul>
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	Se está desarrollando la llanura inundable del río Senegal (como parte de un plan nacional de desarrollo para 2015) y rehabilitando sistemas de riego ya existentes. La IIA ya tiene lugar en los valles interiores de Casamance y allí se podrían mejorar los sistemas
Limitaciones al desarrollo de la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de experiencia en acuicultura, y particularmente en la IIA</li> <li>- Tenencia de la tierra y alto coste del equipamiento de regadío</li> <li>- Baja eficiencia de la gestión del agua o gestión de objetivo único</li> <li>- Falta de crédito para actividades acuícolas y de apoyo de extensión.</li> </ul>
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D

<b>L. SENEGAL (continuación)</b>	
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rehabilitación de las zonas actuales y desarrollo de la llanura inundable del río Senegal, si se considera a la acuicultura como un uso adicional y complementario a los ya planeados (cultivos de decrecida, cultivos comerciales de regadío, hortalizas y generación hidroeléctrica)</li> <li>- La acuicultura en arrozales tiene el mayor potencial, sobre todo en sistemas de riego de gestión individual y comunitaria</li> <li>- El potencial de los grandes sistemas con control total del riego no es tan alto, debido a las dificultades institucionales relacionadas con la gestión del agua y la baja demanda de peces en esas zonas</li> <li>- Elevada demanda de peces</li> <li>- Disponibilidad de alevines</li> </ul>

<b>M: SIERRA LEONA</b>	Fuentes: Kay (2001), FAO (1995), Balarin (1984)
Potencial de riego (ha)	100 000 (1982); 807 000 (1981)
Grandes zonas de riego (ha)	5 000 (1982)
Zonas medianas (ha)	N/D
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	50 000 (1982)
Superficie de regadío (ha)	55 000 (1982); 155 360 (1992)
Tipo predominante de riego/ entorno principal	Pantanos en valles interiores y manglares (81% de la superficie total de regadío) y llanuras inundables de ríos (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	83
Principales cultivos de regadío	Arroz (155 000 ha en 1991)
Limitaciones al desarrollo del riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La producción agrícola está dominada por el arroz de secano, cultivado por el 96% de los campesinos</li> <li>- El desarrollo del regadío está ligado fundamentalmente al retorno de la estabilidad política</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	- Las deficientes condiciones socioeconómicas y de la infraestructura limitan el desarrollo de la acuicultura a gran escala, pero los pequeños proyectos han demostrado tener potencial
Actividades de IIA realizadas	N/D
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	N/D
Limitaciones al desarrollo de la IIA	N/D
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencial considerable para el desarrollo de pequeñas zonas dedicadas a la generación hidroeléctrica, que podrían diseñarse para albergar regadío [y la acuicultura.]</li> <li>- Los pantanos están considerados como las mejores tierras para incrementar la producción de arroz [que podría luego integrarse con la acuicultura]</li> <li>- El empleo de arrozales para el cultivo combinado de arroz y peces es prometedor (si el 10% de los arrozales se usara para la IIA, se podrían producir 8 000 toneladas de peces al año)</li> </ul>

<b>N: TOGO</b>	Fuentes: Kay (2001), FAO (1995), Kusiaku (1976)
Potencial de riego (ha)	86 000 (1982), 180 000 (1990)
Grandes zonas de riego (ha)	900 (1990)
Zonas medianas (ha)	772 (1990)
Pequeños agricultores/zonas pequeñas (ha)	336 (1990)
Superficie de regadío (ha)	13 000 (1982); 7 008 (1990)
Tipo predominante de riego/ entorno principal	Fondos de valles interiores (71% de la superficie total de regadío), riego con control total/parcial (28%, de cual el 72% utiliza riego superficial). Presas de tierra pequeñas o medianas dominando las zonas aguas abajo con canales y llanuras inundables de ríos (SH)
Tasa de desarrollo del riego (ha/año entre 1985-1997)	0
Principales cultivos de regadío	1. Caña de azúcar (45% de los cultivos de regadío) 2. Arroz/hortalizas (28%) 3. Frutas (23%)
Limitaciones al desarrollo del riego	- Más de 1 000 ha con control total/parcial del riego están subexplotadas o abandonadas debido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• problemas de gestión</li> <li>• escasez de oportunidades de mercado para los productos agrícolas</li> <li>• el regadío no es una prioridad en los planes de desarrollo del país</li> </ul>
Limitaciones al desarrollo de la acuicultura	- Falta de confianza de los campesinos en las iniciativas de extensión de la acuicultura
Actividades de IIA realizadas	N/D
Emplazamientos potenciales para el desarrollo de la IIA	La mayor zona de riego es la de Anié
Limitaciones al desarrollo de la IIA	N/D
Investigaciones de la IIA realizadas	N/D
Potencial de la IIA (fortalezas actuales)	- La rehabilitación de zonas ya existentes podría estimular el desarrollo del regadío [especialmente si la acuicultura es una nueva actividad integrada en ellas] - El equipamiento de los fondos de valles interiores para el riego ha sido una prioridad desde comienzos de los 90

## **EL POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA Y SU INTEGRACIÓN CON EL RIEGO EN EL CONTEXTO DEL PROGRAMA ESPECIAL PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA FAO EN EL SAHEL**

Jim Miller

Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental

FAO – Oficina Nacional del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria, Abuja, Nigeria

**Miller, J.** 2010. El potencial para el desarrollo de la acuicultura y su integración con el riego en el contexto del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de la FAO en el Sahel. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 61–75.

### **Resumen**

En África occidental la acuicultura integrada puede ayudar a producir más peces y al mismo tiempo, a utilizar el agua de forma más eficiente. En este documento, se evalúa el potencial para aumentar la producción pesquera en Burkina Faso, Malí, Níger y Senegal. Entre los sistemas analizados se incluyen llanuras inundables, sistemas de riego, lagos, humedales y otras masas de agua. Las llanuras inundables son la base de la pesca continental en Senegal, Malí y Níger. En Burkina Faso, la pesca se desarrolla fundamentalmente en lagos y estanques. Los rendimientos de la pesca en llanuras inundables se ven afectados fundamentalmente por las sequías y el desarrollo aguas arriba de presas y zonas de riego. Níger y Burkina Faso se han beneficiado de forma considerable del desarrollo de pequeñas presas y otras masas de agua. De los cuatro países, Senegal ha experimentado el mayor desarrollo de la acuicultura en estanques piscícolas. La acuicultura tradicional en pantanos existe en los cuatro países e implica mantener a los peces vivos durante la estación seca en pozos o agujeros en los humedales. Entre los métodos utilizados se incluyen la captura, contención, transporte y siembra de alevines, combinados con el compostaje y algo de alimentación. Esta acuicultura artesanal prolonga la disponibilidad de peces durante la estación seca y proporciona ejemplares para repoblar los humedales cuando se reanudan las lluvias. Aparte de algunos intentos para desarrollar el cultivo integrado de arroz y peces, los esfuerzos más recientes relacionados con el desarrollo de la acuicultura se han centrado en una tecnología más intensiva que implica el cultivo en canales o jaulas. Se discuten una serie de limitaciones medioambientales, socioculturales, institucionales, financieras y técnicas al desarrollo de la acuicultura en la región del Sahel. La principal oportunidad para el desarrollo reside en sistemas extensivos e integrados que utilicen insumos de bajo coste y disponibles a nivel local en grandes extensiones terrestres como las que existen en las zonas de riego. Éstas están actualmente infrautilizadas y mediante su integración con la acuicultura, se puede aumentar la producción de arroz y peces. También se necesita mayor atención al desarrollo de formas tradicionales de acuicultura. El documento concluye con recomendaciones para la formación y el fortalecimiento institucional.

### **Introducción**

Con la disminución de capturas de peces en África occidental en contraste con el crecimiento demográfico y la mayor demanda de alimentos, la acuicultura puede desempeñar un papel fundamental para ayudar a aumentar la producción pesquera en la región del Sahel. Sin embargo, el agua es un recurso restrictivo y la optimización efectiva de su uso es una cuestión crucial a resolver. Se ha propuesto la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) como una forma de aumentar la eficiencia del uso del agua y de producir proteína animal muy necesaria para el consumo humano. En el pasado, se ha intentado desarrollar la acuicultura en el Sahel a «marchas forzadas», resultando en costosos

fracasos en el cultivo intensivo de tilapias en canales (por ej., Burkina Faso) y jaulas (por ej., Níger). Los principales intentos se han centrado en proyectos de cría de peces extensiva y semi-intensiva, pero hoy la acuicultura sigue limitada a monocultivos con poca integración. Una de las lecciones del pasado es que existe una necesidad clara de una acuicultura integrada.

En 1997, la FAO propuso una Red de IIA para Ghana, Côte d'Ivoire, Malí, Burkina Faso y Zambia (Coche, 1998). El Plan de Acción de la FAO para la Investigación de la Acuicultura en África subsahariana (Coche *et al.*, 1994) había recomendado ocho programas prioritarios de investigación entre los que se incluyen «La acuicultura en las zonas de riego» y «Mejora de la pesca en pequeñas masas de agua». Estos

programas debían funcionar como parte de la red de la IIA para estudios comparativos entre los diversos países, tal y como se recomendó en el Taller de IIA en Accra, Ghana, en septiembre de 1999 (Moehl *et al.*, 2001). El núcleo de la red estaría formado por una serie de instituciones de investigación y desarrollo en cada país. Así se fomentaría la colaboración y el intercambio de información y mejoraría la recogida de datos, las comunicaciones, la creación de capacidad y el desarrollo de la tecnología centrándose en la optimización en las prácticas de gestión del agua. La red estaría relacionada con otros grupos regionales entre los que se incluyen el Centro Africano del Arroz (ADRAO, para el cultivo de arroz), el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), el Centro Mundial de Pesca (antes llamado ICLARM, por sus siglas en inglés), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y su Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) junto a otros.

El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) es la principal iniciativa de la FAO para conseguir en 2015 el objetivo de reducir a la mitad el número de personas que pasan hambre en el mundo. Actualmente hay 852 millones de personas expuestas a la inseguridad alimentaria a nivel mundial. De ellas, el 86 por ciento vive en los 102 países que participan en el PESA. El PESA promueve soluciones tangibles y eficaces para la eliminación del hambre, la subnutrición y la pobreza. Fue lanzado en 1994 con el objetivo de conseguir incrementos sostenibles de la producción alimentaria mediante la difusión de la tecnología agrícola existente de probada eficacia. Para maximizar el impacto de su trabajo, el PESA promueve firmemente la propiedad nacional y la potenciación local en los países en los que opera. El PESA ha entrado en su segunda fase de diversificación de actividades en muchos países. Ello ofrece oportunidades para la integración de la acuicultura en las zonas de riego. Existen muchas limitaciones para el desarrollo agrícola y el PESA utiliza el contacto con las explotaciones agrícolas y las demostraciones a pequeña escala, como puntos de partida para identificar acciones efectivas con las que eliminar las limitaciones actuales a las que se enfrentan los campesinos. El PESA se esfuerza por crear un entorno favorable propicio para el éxito y la adopción generalizada de técnicas agrícolas mejoradas. Por medio de metodologías participativas y asociaciones con organizaciones a nivel de las aldeas y grupos de campesinos, el PESA está aumentando la producción de hortalizas y cereales y mejorando

la producción de pequeños animales y la gestión del agua en las zonas de riego. Cada país tiene un comité de gestión para supervisar la implementación del PESA, vigilar su progreso y asegurar que se adhiere a los principios de asociación. En general, las actividades se centran en los productos básicos, incluyendo arroz, maíz y otros cereales, hortalizas, frijoles de ojo negro y la cría de pequeños animales. Un aspecto importante del programa es la gestión de los recursos hídricos en valles y zonas de riego.

Con un abanico tan amplio de actividades, existen muchas posibilidades para la integración de la acuicultura con los cultivos, animales y zonas de riego. La acuicultura extensiva ya se ha incorporado a las actividades en los cuatro países, con la construcción de pequeñas presas y la siembra de pequeñas masas de agua por parte de los pescadores. A medida que el PESA entra en la Fase II de diversificación y expansión de las actividades, la integración de la acuicultura en las mismas y en las zonas de riego ofrece potencial para mejorar el uso de los recursos de las explotaciones agrícolas y del agua para aumentar la producción y los beneficios. Además de la integración de la acuicultura, otras actividades del PESA podrían incluir estímulos para el crédito y ahorro rural y una mayor atención a la reducción de las pérdidas postcosecha, mediante la demostración y la formación en el empleo de tecnología mejorada de ahumado de pescado.

En este documento, se analiza la situación y el potencial actual para el aumento de la producción pesquera en cuatro países del Sahel: Burkina Faso, Malí, Níger y Senegal. Entre los sistemas estudiados se incluyen llanuras inundables, sistemas de riego, lagos, pantanos, estanques y otras masas de agua (a nivel local, la palabra francesa *mare* se utiliza para estanques en humedales). El documento se centra especialmente en el potencial para incrementar la producción pesquera y la acuicultura en el contexto del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) y evalúa los esfuerzos acuícolas pasados y presentes. Se ofrecen recomendaciones para la integración de la acuicultura en los programas en curso (incluyendo el PESA). La información en la que se basa el documento se recopiló durante una misión del autor a los cuatro países entre diciembre de 1999 y enero de 2000, durante la cual se mantuvieron debates con funcionarios del gobierno y otros expertos en instituciones locales y proyectos de desarrollo, se examinaron documentos relevantes y se visitaron sitios en los que la pesca estaba basada en el cultivo y la acuicultura.

**Cuadro 1.** Información general sobre Senegal, Malí, Níger y Burkina Faso, enero de 2000. Fuentes: EIU (2005); informes estratégicos de acuicultura y pesca de Malí, Níger y Burkina Faso; FAO (2005)

Información	Burkina Faso	Malí	Níger	Senegal
<b>Información general</b>				
Superficie del país (km <sup>2</sup> )	274 000	1 240 190	1 267 000	196 720
Población total (habitantes)	11 400 000	9 790 000	10 100 000	9 000 000
Densidad demográfica (habitantes/km <sup>2</sup> )	42	8	8	45
Población rural (%)	73	83	81	60
PIB/persona (dólares EE.UU.)	217	272	336	520
<b>Precipitaciones</b>				
Media anual (mm)	844	334	norte 180 sur 300	742
Rango anual (mm)				
• Norte	300	100	0	300
• Sur	1300	1400	800	1800
<b>Sector marino</b>				
Producción de la pesca continental (toneladas)	0	0	0	450 000
Número de pescadores marinos				
• industrial	0	0	0	10 000
• artesanal	0	0	0	45 000
<b>Sector de la pesca continental</b>				
Producción de la pesca continental (toneladas)	6 000–8 000	100 000	6 000	14 000
– proporción que procede de ríos (%)	27	80	65	0,05
– proporción que procede de lagos (%)	73	20	35	
Potencial de producción pesquera (toneladas)	12 500	–	–	–
Número de pescadores continentales	8 000	70 000	2 000–3 000	2 500
Producción acuícola (toneladas)	80	100	(est.) 30	(est.) 40
Superficie total de lagos continentales (ha)	55 400	22 000	10 000	
Potencial de agua continental explotable (ha)	200 000	560 000	270 000	400 000
Superficie total de llanuras inundables (ha)	–	2 000 000	400 000	1 000 000
<b>Impacto económico</b>				
Pesca % PIB	1	4,2	insignificante	4
<b>Consumo de proteínas animales</b>				
Pescado (kg/persona/año)	1,5	10,5	0,3 – 0,5	37
Carne (kg/persona/año)	–	7,8	7	
<b>Riego</b>				
Control total/parcial (ha)	15 430	85 620	66 324	69 286
Total de tierras de riego (ha)	45 730	200 000	81 000	141 400
Riego por gravedad (ha)			3 917	
Arroz de regadío (ha)	30 900	193 000	30 000	32 000

## Recursos acuáticos en el Sahel

Los países sahelianos sufren una situación medioambiental severa y en fase de deterioro con sequías cíclicas que incrementan la desertificación, la disminución de las aguas superficiales, pérdidas agrícolas y reducción de las capturas de peces. Esto contrasta con el crecimiento de la población y su necesidad de más alimentos, incluyendo proteínas animales. En vista de esta situación, es urgente buscar métodos que optimicen el uso del agua disponible para la producción alimentaria.

África tiene un potencial considerable para desarrollar la acuicultura, pero no ha explotado esta tecnología de forma significativa. Se ha aprovechado menos del 5% del potencial de África para la acuicultura (Kapetsky, 1994; FAO, 1996). Los 1,39 millones de hectáreas de tierras de regadío en los cuatro países estudiados se han explotado para la producción de arroz y cereales sin considerar la integración, que ofrece un uso más eficiente del agua. Actualmente, la amplia zona de tierras de regadío está subexplotada y ofrece una oportunidad de incluir a la acuicultura

**Cuadro 2.** Ríos y llanuras inundables importantes en Senegal, Malí, Níger y Burkina Faso. Fuentes: Britannica (2005); EIU, (2005); Informes de pesca nacionales

País	Río	Longitud	Superficie de llanuras inundables	
			aguas bajas (ha)	aguas altas (ha)
Senegal	Senegal	1641	78 700	1 295 000
	Gambia	1120		
	Casamance	322		
	Saloum Falémé			
Malí	Níger	700	2 000 000	
	Senegal Bani	368		
Níger	Níger	550	25 000	400 000
Burkina Faso	Komoé	750	10 000	78 000
	Mouhoun (Volta Negro)	1 160		
	Nakambé (Volta Blanco)	640		
	Nazinon			
	Léraba Sourou			

integrada como diversificación en las zonas de riego.

Una de las limitaciones es la falta de estadísticas de pesca y acuicultura. Todos los países de este estudio carecían de datos o su información era cuestionable. En algunas ocasiones, los informes disponibles ofrecían datos contradictorios sobre la producción pesquera e incluso faltaba información cuantitativa básica, como el número de estanques y lagos o incluso el volumen de precipitaciones. Existe una clara necesidad de recopilar información de forma sistemática y de actualizar los datos obtenidos sobre el terreno. Para conseguirlo, se necesita mejorar la capacidad local mediante la formación y una mejor organización.

### **Precipitaciones**

La agricultura y la pesca son rehenes de las escasas precipitaciones, que determinan la estación de siembra, el flujo volumétrico de los ríos y la recarga de los acuíferos subterráneos. Los últimos treinta años han sido testigos de precipitaciones menores e impredecibles, así como de una disminución del flujo de agua en canales y ríos de los cuatro países estudiados. El déficit acumulado de precipitaciones era de un 7% en la década de 1960, pero ascendió a un 16% en la de 1980. Las precipitaciones han aumentado en los últimos años, pero la región ha experimentado de forma repetida flujos de agua excepcionalmente bajos en los ríos y la desecación temprana de las masas de agua temporales (IRD, por sus siglas en francés, 1999). Aunque los cuatro países han experimentado menores flujos de agua en canales y ríos durante los últimos treinta años,

un informe de Níger señala que los acuíferos subterráneos parecen no verse afectados por la reducción de las aguas superficiales. Entre 1950 y 1970 las precipitaciones medias en Níger fueron de 650 mm, pero entre 1971 y 1990 disminuyeron de forma significativa a menos de 400 mm, provocando que se desecara completamente la parte nigerina del Lago Tchad. Sin embargo, el aumento de las precipitaciones en los últimos años ha devuelto al Lago Tchad a sus niveles normales, incluyendo 310 000 ha en Níger. La comparación entre las precipitaciones en los cuatro países se muestra en el Cuadro 1.

### **Ríos y llanuras inundables**

En el Cuadro 2 se muestran algunos datos sobre los ríos y las llanuras inundables en los cuatro países. Una serie de ríos contribuyen a la hidrogeografía de los cuatro países de este estudio. Dos ríos principales atraviesan África subsahariana, el Senegal con una longitud total de 1 641 km y el Níger con 4 200 km. Estos dos ríos y el Gambia (1 120 km) tienen su origen en zonas boscosas y montañosas con precipitaciones relativamente elevadas que proporcionan a una amplia región un sistema hidrográfico bien desarrollado que fluye por zonas desérticas y áridas como las del norte de Senegal, Malí y Níger. Por tanto, las aguas que nacen en las zonas tropicales húmedas fluyen a través de las zonas áridas, permitiendo un potencial de producción mucho mayor que el que normalmente soportaría la zona árida por sí sola. Ello representa una transferencia importante de productividad al Sahel.

Las llanuras inundables constituyen la base de la pesca continental en Senegal, Malí y

**Cuadro 3.** Pequeñas masas de agua (1–100 ha), lagos y presas y estanques piscícolas en las aldeas en los cuatro países de la región del Sahel. Fuente: comunicación personal, encuestadores en cada país

País	Lugar	Número	Superficie (ha)	Comentarios
<b>Pequeñas masas de agua</b>				
Senegal		no hay datos	–	
Malí		no hay datos	–	
Níger		1 023	10 000–27 000	175 permanentes
Burkina Faso		2 100	200 000	400 permanentes
<b>Lagos y masas de agua artificiales</b>				
Senegal	Guiers		17 000–30 000	
	Niaudouba		1 000	
	Anambé		100	
Malí	Manantali		50 000	
	Selingué		40 900	
Níger	Tchad		310 000	
Burkina Faso	Bam		1 200–20 000	
	Sourou		10 000	
	Bagré		25 000	
	Kompiembiga		20 000	
<b>Estanques piscícolas en las aldeas</b>				
Senegal	Basse Casamance	236		
	otros lugares	50		
Malí	Niono, Segou, San	273	12,5	
		4 pozos prestados	9,6	
Níger	dispersos	10		
Burkina Faso	sudoeste	500		

Níger. En Burkina Faso la pesca se desarrolla fundamentalmente en estanques y lagos. La pesca en llanuras inundables está sujeta a mayores fluctuaciones causadas por las sequías. Un ejemplo es la llanura inundable del río Níger en Malí, que produjo solamente 40 000 toneladas durante la sequía de 1990, pero obtuvo rendimientos superiores a las 100 000 toneladas en 1999 (Cuadro 1).

El río Senegal cuenta con 1,295 millones de hectáreas de llanuras inundables, que solían producir 32 000 toneladas de peces al año antes de la sequía. La combinación de los efectos del represamiento del Senegal, las sequías y la instalación de muchas zonas de riego en las llanuras inundables han afectado gravemente a la pesca otrora altamente productiva. Una explotación similar ha afectado al río Níger en Malí y Níger. La sequía y la explotación del río Senegal provocaron una drástica caída en la captura de peces de 32 000 a 14 000 toneladas (Diop, 1999); otras fuentes estiman que las capturas continentales han disminuido hasta las 2 000 toneladas. Esta información es muy discutida en Senegal, ya que no se han recopilado estadísticas de pesca continental desde hace 20 años. No obstante, los pescadores continentales pobres han sufrido enormes descensos en la captura de peces, provocando el traslado de

muchos de ellos. El número de pescadores descendió de unos 10 000 a cerca de 2 500 en este periodo de disminución de capturas (Diop, 1999). También se ha reducido el número de pescadores en Malí y Níger, aunque han intentado activamente diversificarse con la pesca basada en el cultivo o la agricultura. Algunos se han trasladado a otros países, especialmente a Côte d'Ivoire y Ghana.

#### **Pequeñas masas de agua, lagos y estanques piscícolas**

La información sobre las pequeñas masas de agua, lagos y estanques piscícolas está resumida en el Cuadro 3. Níger y Burkina Faso se han beneficiado de forma considerable de proyectos centrados en el desarrollo de pequeñas presas y otras masas de agua. Ambos países tienen programas para sembrar estas masas de aguas temporales y permanentes con la participación de los pescadores en la captura, contención, transporte y siembra de alevines. Entre las especies capturadas se encuentran las tilapias (*Oreochromis niloticus* y *Sarotherodon melanotheron*) y las especies de peces-gato (*Clarias gariepinus*, *Synodontis* spp., *Heterobranchus* spp. y *Chrysichthys nigrodigitatus*) así como algunos *Alestes* sp.

**Cuadro 4.** Estado del riego en Senegal, Malí, Níger y Burkina Faso (FAO, 2005)

Asunto	Senegal	Malí	Níger	Burkina Faso	Total
<b>Situación del riego</b>					
Riego con agua superficial (ha)	–	78 520	–	11 530	
Riego con agua bombeada (ha)	71 400	100	66 480	3 900	
Valles equipados/riego(ha)	37 000	3 826	–	8 900	
Otros valles(ha)	37 000	109 023	12 000	21 400	
Total tierras de regadío (ha)	141 400	191 469	78 480	45 730	
Arrozales de regadío (ha)	32 000	193 000	29 000	30 900	284 900
<b>Potencial para el cultivo combinado de arroz y peces</b>					
Potencial total del riego (ha)	400 000	560 000	270 000	164 460	1 394 460
15% de arroz de regadío (ha) <sup>1</sup>	4 800	28 950	4 350	4 635	42 735
Producción pesquera potencial con 0,25 toneladas/ha (toneladas) <sup>2</sup>	1 200	7 237	1 087	1 159	10 683

<sup>1</sup>Total de los 4 países = 42 735 ha de arroz de regadío (15% del total de arrozales de regadío)

<sup>2</sup>Total de producción pesquera potencial = 10 683 toneladas

Los cuatro países estudiados tienen un cierto número de lagos y masas artificiales de agua de tamaño considerable. Como resultado del programa de descentralización del gobierno, a los pescadores se les permite pescar en diversas masas de agua en Níger, Senegal y Burkina Faso. Las zonas de riego están asociadas a la mayoría de estos lagos.

De los cuatro países, Senegal realizó el esfuerzo más importante para desarrollar el cultivo de peces en las aldeas. En las décadas de 1970 y 1980 se construyeron unos 788 estanques piscícolas pequeños (100–300 m<sup>2</sup>). Hoy en día sólo siguen activos un 30%. Aparentemente se le dio poca importancia al archivo de datos, ya que no hay mención alguna de los estanques piscícolas en la documentación obtenida de los cuatro países (incluyendo estrategias de pesca nacionales y otros documentos importantes).

### Riego

El Cuadro 4 muestra el estado del riego en cada uno de los cuatro países estudiados. Los campesinos que utilizan zonas de riego suelen estar mal organizados. A veces se ven perjudicados en la gestión de algunas zonas de riego, que pueden cobrar hasta 160 000 FCFA, (equivalentes a 246 dólares EE.UU.) por hectárea al año (tasa de cambio 1 dólar EE.UU. = 651 francos CFA en 2000) por un suministro de agua a menudo poco fiable y que en ocasiones no puede evitar que se pierdan las cosechas.

### Desarrollo de la acuicultura en el Sahel

África utiliza menos del 5% de su potencial para la acuicultura (Kapetsky, 1994). A pesar de muchas limitaciones, la región del Sahel tiene

potencial para el desarrollo de la acuicultura y aprovecharlo puede contribuir a aumentar la producción pesquera, el empleo y los ingresos para los campesinos. Los proyectos acuícolas internacionales en la región del Sahel a menudo no han sabido reconocer la existencia de la acuicultura en la zona mucho antes de la llegada de la ayuda internacional.

### Acuicultura extensiva tradicional

La acuicultura extensiva en charcas y estanques (*mares*) se desarrolló en respuesta a las sequías severas, que desecaron los estanques y los lagos poco profundos cercanos a las aldeas, amenazando a las comunidades pesqueras con la pérdida de peces. En un esfuerzo por mantener la población de peces para sus estanques o pantanos, los aldeanos capturaban peces y los preservaban en pozos o agujeros excavados en el fondo de los pantanos. Los peces se mantenían vivos con algo de alimentación y se repoblaban en el estanque o pantano cuando se reanudaban las lluvias. Esta «acuicultura artesanal en pantanos» se ha practicado durante muchas décadas y fue mencionada por los aldeanos en cada uno de los cuatro países visitados. Entre los métodos utilizados se incluían la captura, contención, transporte y siembra de alevines, combinados con el compostaje y algo de alimentos para los peces en estanques y pequeños lagos. Algunas de las especies utilizadas fueron la *Clarias* sp., *Heterobranchus* sp., *Synodontus* sp., y las tilapias, entre otras. Este sistema de cultivo amplía de forma efectiva la disponibilidad de peces para las comunidades cercanas hasta la estación seca y demuestra un caso único de implicación de los pescadores en la cría de peces, un cambio que raras veces es considerado exitoso.

La «propiedad» de la pesca por parte de los pescadores representa un progreso importante respecto al pasado. En gran parte se debe a la descentralización institucional y a los esfuerzos del gobierno por facultar a los pescadores para la gestión comunitaria de los recursos pesqueros. En Níger, los pescadores han desempeñado un papel activo en la acuicultura artesanal en pantanos y hoy en día los pescadores, junto a los aldeanos locales, siembran y explotan extensivamente unos 100 estanques para el cultivo de peces. En algunas zonas de Malí, Níger y Burkina Faso, estos estanques o pequeños lagos están siendo arrendados a los pescadores. En Senegal, se están desarrollando actividades similares en zonas aisladas del país, como por ejemplo Kédougou, con asistencia técnica Viet Namita.

Un problema particular es el aumento de la salinidad del suelo en zonas costeras utilizadas en su día para el cultivo de arroz en la región de Casamance, al sur de Senegal. Aquí se han perdido más de 50 000 ha de tierras agrícolas debido al aumento de la salinidad motivado por la invasión del río Casamance durante las mareas altas. Este río se ha convertido en una mera extensión del océano. Para combatir este problema, los campesinos han establecido sus arrozales en terreno más elevado, utilizando el desbordamiento de agua fresca para los campos salinos, que han sido convertidos en estanques piscícolas. Este esfuerzo integrado tiene tres objetivos: 1) producción de arroz; 2) producción de peces; 3) desalinización de los estanques piscícolas y su recuperación final para la producción de arroz.

### **Cultivo combinado de arroz y peces**

Se ha intentado el cultivo combinado de arroz y peces en los cuatro países. Desafortunadamente, la mayoría de estos esfuerzos concluyeron de forma brusca durante las inundaciones con la pérdida de peces y arroz en algunos casos. No obstante, los resultados de algunos pocos estudios concluyentes en Malí (Malengi-Ma, 1988; 1989) y Níger (Olivier *et al.*, 1998) son prometedores, ya que la producción de arroz fue algo mayor (hasta 6–7 toneladas/ha/año) con la presencia de peces, cuyos rendimientos oscilaron entre los 130 y los 190 kg/ha/año.

### **Cultivo de peces en las aldeas**

En el pasado se iniciaron diversos proyectos acuícolas y se construyeron varias piscifactorías pequeñas, a menudo con ayuda internacional. Aunque perdura el uso de algunos estanques piscícolas en las aldeas en los cuatro países,

la mayoría de las piscifactorías y los estanques han sido abandonados desde entonces. Senegal cuenta con una variedad limitada de actividades acuícolas, entre las que se incluyen el cultivo de peces, camarones y ostras. Sin embargo, a pesar de años de investigación y los esfuerzos actuales en estas actividades, no existe hoy en día ninguna empresa de acuicultura comercialmente viable (Diop, 1999). En Senegal escasea la mano de obra en las zonas rurales debido al éxodo notable de población. En el programa del PESA también se identificó la disponibilidad de la mano de obra como un problema. Todos los países tienen planeados más proyectos acuícolas, entre los que se incluyen una gran piscifactoría comercial al norte de Senegal con ayuda técnica china y participación mixta del sector privado y el gobierno. También se están planificando actividades acuícolas en la región de Zinder en Níger con ayuda del Fondo europeo de desarrollo (FED).

### **Cultivo intensivo de peces**

Dos proyectos notables de acuicultura intensiva –con ayuda francesa– han fracasado en Burkina Faso y Níger. Se intentó un sistema de cultivo muy intensivo y costoso de tilapias en canales en Burkina Faso, pero fracasó por motivos técnicos y falta de viabilidad económica. Se obtuvieron resultados similares con el cultivo intensivo de tilapias en jaulas en Níger. Los peces se criaron en jaulas en el río Níger y se hicieron esfuerzos para extender esta tecnología al sector privado antes de probar que fuera económicamente viable. Se descubrió que las temperaturas descendían en exceso para un crecimiento aceptable durante el periodo invernal y sólo fue posible desarrollar un ciclo de producción al año. Ambos proyectos dependían de costosos insumos importados, sentando las bases para su fracaso desde el principio. Estos esfuerzos utilizaban tecnología costosa y complicada para resolver problemas básicos de incremento de la producción pesquera en un entorno difícil.

### **Discusión: limitaciones y oportunidades para la acuicultura en la región del Sahel**

Se pueden apuntar una serie de aspectos en común entre los cuatro países. Los esfuerzos para mejorar la producción pesquera podrían centrarse en estas actividades comunes en todos los países. Los aspectos compartidos son:

- Antecedentes similares en el ámbito de la acuicultura.

**Cuadro 5.** Limitaciones al desarrollo de la acuicultura en la región del Sahel

Tipo de limitación	Detalles
Ambiental	- condiciones climáticas severas (calor, alta evaporación, grandes oscilaciones de temperatura) - escasez de agua
Social/cultural	- los esfuerzos de extensión han carecido del enfoque participativo y de la implicación de los beneficiarios en la toma de decisiones - falta de concienciación pública - dificultades para encontrar mano de obra en algunas zonas rurales (por ej., Senegal)
Institucional	- excesiva importancia de la infraestructura (piscifactorías) - falta de estadísticas fiables e información general sobre la producción pesquera - técnicos de campo y oficiales técnicos escasamente formados, muchos de ellos involucrados también en actividades represivas, incompatibles con la extensión de la acuicultura - falta de implicación de las universidades e instituciones de investigación - falta de coordinación en y entre los países - falta de un marco o estrategia establecida para avanzar
Económica	- recursos financieros insuficientes - falta de una demostración clara de viabilidad económica
Técnica	- insumos para los alevines y componentes de los piensos para peces limitados, costosos o no disponibles. - robo y depredación de peces - falta de una buena construcción de estanques - falta de una buena gestión de los estanques

- Acuicultura tradicional basada en la pesca de captura en estanques y pequeñas masas de agua.
- Una necesidad común de incrementar la producción pesquera.
- Existencia de amplias zonas de riego para la producción de cereales y arroz.
- Cría de animales adecuada para la integración con el cultivo de peces.
- Elevadas pérdidas postcosecha de peces.
- Falta de personal cualificado y necesidad de formación y creación de capacidad.
- Organización y comunicaciones débiles en los países y entre países.
- Limitada disponibilidad de programas rurales de crédito y ahorro.

Aunque los programas no son idénticos, el PESA está activo en los cuatro países con actividades en la pesca y la acuicultura.

### **Limitaciones**

Las principales limitaciones para el desarrollo de la acuicultura en el Sahel están resumidas en el Cuadro 5. Las limitaciones institucionales y de capacidad humana se dan en los cuatro países, por lo que se necesita formación, especialmente a nivel de los técnicos de campo para transferir la tecnología acuícola a los campesinos y a los inversores individuales. El apoyo a las universidades y las instituciones de investigación también ha sido limitado o inexistente. Otras

limitaciones incluyen la falta de coordinación de las actividades en y entre los países. Los técnicos de cada país podrían beneficiarse y aprender de las experiencias, errores y éxitos de los otros.

### **Oportunidades**

La oportunidad para la acuicultura en el Sahel no reside en sistemas intensivos centrados en maximizar la producción a través de sistemas de uso intensivo de capital y alta tecnología que utilicen la menor superficie con los mínimos costes y mano de obra posibles, sino en la aplicación extensiva de la acuicultura utilizando insumos de bajo coste y disponibles localmente para sistemas extensivos e integrados en grandes superficies como las que se encuentran en las zonas de riego. Actualmente estas zonas de riego están infrautilizadas y mediante su diversificación e integración con la acuicultura se podría incrementar la producción de arroz y peces. Esto podría mejorar el uso del agua y de los recursos de las explotaciones agrícolas así como aumentar la producción agrícola general. Teniendo en cuenta la amplitud de las zonas hídricas involucradas, la producción pesquera podría incrementarse notablemente, fortaleciendo de este modo la seguridad alimentaria en cada país. Esta acuicultura también podría incrementar el empleo en las zonas rurales y contribuir a mantener la seguridad alimentaria.

La acuicultura ofrece a los campesinos mayor flexibilidad que otros tipos de agricultura. Esto

**Cuadro 6.** Incremento potencial de la producción pesquera si el 15% de los arrozales se convierten al cultivo combinado de arroz y peces con un aumento del % en la producción, número de empleos potenciales y valor de los peces a 400 FCFA

País	Producción pesquera media total	Incremento potencial de la producción pesquera con el cultivo combinado de peces y arroz		Número estimado de nuevos empleos agrícolas	Valor	
	(toneladas)	(toneladas)	(%)	(número)	(FCFA*000)	(dólares EE.UU)
Senegal	10 000	1 200	12	600	480 000	737 327
Malí	110 000	7 237	7	3 618	2 894 000	4 446 697
Níger	9 000	1 087	12	543	434 800	667 895
Burkina Faso	7 000	1 159	16	579	463 600	712 135
Total	136 000	10 683	8	5 340	4 273 200	6 564 000

ayuda a garantizar la seguridad alimentaria, ya que la cosecha de peces no tiene por qué producirse en un momento fijo sino que puede efectuarse a lo largo del tiempo. La comercialización de los peces puede combinarse con la de otros productos agrícolas en términos de transporte y acceso a los consumidores. En muchos casos, los peces en los estanques sirven como bancos de ahorro para los campesinos, que cosechan los peces cuando surgen dificultades financieras. Aún han de solucionarse los detalles técnicos de esta integración en el contexto particular de la región del Sahel para beneficio de los campesinos.

El Cuadro 6 proporciona una visión general del aumento potencial de la producción pesquera con el cultivo combinado de arroz y peces si el 15% de la superficie arrocera en regadío se integra con la acuicultura (42 735 ha) con una producción media de 250 kg de peces/ha. A un precio de tan solo 400 FCFA/kg, el aumento en los beneficios ascendería a 4 300 millones de FCFA, equivalentes a 6,5 millones de dólares EE.UU. Se podrían añadir más de 10 500 toneladas a la producción pesquera de la región. Esto es significativo ya que incrementaría la producción pesquera en cada país de un 7 a un 12%. El aumento del empleo podría ser superior a los 5 340 empleos estimados, ya que se calculó con una sola persona para cada 8 hectáreas de arroz.

El enfoque diversificado del programa PESA orienta a los campesinos a centrarse en la integración de las actividades de cultivo, beneficiándose de las sinergias y las actividades combinadas. La acuicultura extensiva responde bien a esta integración y podría contribuir a un uso más eficiente del agua. El programa PESA podría servir como trampolín para integrar la acuicultura con una serie de actividades en curso entre las que se incluyen el riego, diversos cultivos y la cría de animales. También se puede dar apoyo a la acuicultura tradicional en pantanos para

la formación y equipamiento básico, así como para el seguimiento de la obtención de datos. El PESA podría involucrar a las instituciones de investigación en la formación e investigación aplicada sobre el terreno (ver Cuadro 7)

## Conclusiones y recomendaciones

### Tecnología acuícola

- Los esfuerzos futuros en el desarrollo de la acuicultura deberían orientarse hacia la producción pesquera extensiva con insumos de bajo coste y disponibles localmente. La acuicultura intensiva de alto coste –como el cultivo de peces en jaulas y canales– es inadecuada, no es rentable para las condiciones del Sahel y debería desaconsejarse.
- Las formas tradicionales de acuicultura se deberían fortalecer e integrar en las zonas de riego. Sólo se deberían utilizar métodos extensivos de cultivo de peces, ya que son de bajo coste, utilizan únicamente insumos baratos y disponibles localmente y no son complicados de gestionar. Se deberían realizar demostraciones en cada país de la acuicultura tradicional en pantanos, usando a los pescadores para capturar los alevines del medio natural y sembrar con ellos los estanques y pequeños lagos. Se necesita formación para fortalecer la capacidad local y garantizar así la calidad de la producción pesquera.
- Debe desarrollarse la integración con cultivos y cría de animales. Diversos programas –entre los que se incluye el PESA–, están trabajando en mejorar la cría de pequeños animales con pollos, ovejas y cabras. En algunas zonas se crían cerdos que también podrían utilizarse. Las integraciones crean sinergias, como tener agua fácilmente disponible para los animales pequeños y contar con fuentes de pienso para

**Cuadro 7.** Instituciones para la colaboración en la red de Integración de sistemas de irrigación y acuicultura

País	Institución	Acrónimo (siglas en francés)
Senegal	Centro de Investigaciones Oceanográficas de Dakar-Thiaroye	CRODT
	Sociedad de Ordenación de las Aguas del Delta	SAED
	Instituto de Investigación para el Desarrollo	IRD
	Comité de Acción para el Desarrollo de Fogny	CADEF
	Asociación Senegalesa para la Promoción de Pequeños Proyectos de Desarrollo de Base	ASPRODEB
	Unión de Jóvenes Agricultores de Koyli Wirndé	UJAK
	Departamento de Aguas y Bosques	DEF
	Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en África Occidental	ADRAO
	Universidad Cheikh Anta Diop	UCAD
	Instituto Senegalés de Investigación Agrícola	ISRA
Malí	Ministerio de Desarrollo Rural y Medio Ambiente	MDRE
	Dirección de Apoyo a las Poblaciones Rurales	DNAMR
	Cámaras de Agricultura de Malí	CAM
	Instituto para la Formación e Investigación Aplicada	IFRA
	Instituto para la Economía Rural	IER
	Organizaciones de pescadores	-
Níger	Ministerio de Hidráulica y Medio Ambiente	MH/E
	Dirección de Fauna, Pesca y Piscicultura	DFPP
	Ministerio de Agricultura y Ganadería	MA/E
	Instituto Nacional de Investigación Agrícola de Níger	INRAN
	Asociación de Acuicultores	ADA
	Organizaciones de pescadores	-
	Institut National de Recherche Environnementale & Agricole	INERA
Burkina Faso	Ministerio de Agua y Medio Ambiente. Departamento de Pesca y Acuicultura	MEE
	Instituto de Desarrollo Rural de la Universidad de Bobo Dioulasso	IDR
	Instituto Nacional de Investigación Medioambiental y Agrícola	INERA
	Oficina para Presas e Hidráulica	ONBAH
	Autoridad de Desarrollo del Valle de Sourou	AMVS
	Proyecto alemán de pesca para el Suroeste	GTZ, (cooperación de Alemania)
	Campesinos del Valle de Kou	-
	Organizaciones de pescadores	-

los peces, a la vez que ayudan a reducir los costes de la mano de obra.

- Deberían reducirse las pérdidas postcosecha. Los peces se ahúman en los cuatro países estudiados y las pérdidas debidas al deterioro y la infestación con insectos pueden ascender a un 50%. Esto puede mejorarse de forma significativa mediante la formación en técnicas mejoradas de ahumado de pescado, consiguiendo reducir el uso de leña y los incendios y obteniendo un producto muy mejorado con una mayor vida útil. Las mujeres necesitan formarse en esta tecnología y tener

acceso a los programas rurales de crédito y ahorro.

- Se recomienda la desinversión para gran parte de la infraestructura no utilizada (piscifactorías) construida durante las décadas de 1970 y 1980. Se deberían desarrollar políticas que fomenten las iniciativas del sector privado. Las piscifactorías conservadas por el gobierno deberían convertirse en centros agrícolas polivalentes centrados en la integración de la cría de animales, el cultivo combinado de arroz y peces y el suministro de alevines.

## Formación

Las necesidades de formación incluyen:

- Formación en integración de sistemas de irrigación y acuicultura, siembra de peces en embalses de regadío, captura del desbordamiento de las parcelas de regadío para los estanques piscícolas y construcción de estanques en zonas inundadas o salinas adyacentes no aptas para el cultivo. Otras posibilidades de integración incluyen el cultivo combinado de arroz y peces y la integración con la cría de animales como aves de corral, ovejas, cabras y cerdos.
- Formación en acuicultura tradicional en pantanos, incluyendo la formación de técnicos y pescadores en la captura, clasificación, contención, transporte y siembra de alevines en diferentes masas de agua. Níger o Burkina Faso serían buenas opciones para albergar estos programas de formación.
- Formación en reducción de las pérdidas postcosecha con técnicas mejoradas de ahumado de pescado que generen productos de calidad y mayor vida útil, con menos leña y costes mucho menores.
- Formación de los formadores. Se podría realizar en un país habilitando viajes de estudio para los participantes de otros países. También se deberían apoyar reuniones regionales.
- Un coordinador regional debería ayudar a organizar y coordinar las actividades para la formación regional y otros medios de compartir experiencias entre los países participantes.

## Apoyo institucional

- Un programa subregional debería encargarse de las necesidades a corto plazo para el apoyo al desarrollo de la IIA. Se debería desarrollar e implementar una estrategia coordinada para llevar a cabo reuniones de evaluación de necesidades y evaluaciones de los sitios con los campesinos y realizar cursos de formación para los técnicos de campo y agricultores. Las innovaciones en la IIA deben ser vistas como un proceso con una serie de acciones. Se debe crear un entorno favorable con recursos para apoyar la adopción de la tecnología integrada. Los campesinos necesitan ver sus cultivos más como una serie de actividades integradas que como una labor individual. Esta última visión tiende a evolucionar hacia la competencia por el uso de la tierra, el agua y la mano de obra. A través de un enfoque participativo, los campesinos necesitan ser involucrados en la planificación de las actividades en su zona,

especialmente en el contexto de zonas de riego y acuicultura tradicional en pantanos.

- La red de la IIA debería de desarrollarse más. Malí y Burkina Faso ya son miembros de la red de la IIA proyectada y Níger debería ser tenido en cuenta para su inclusión. Se debería considerar de forma especial a Senegal.
- Debería mejorarse el acceso a los créditos y ahorros rurales. Si se cuenta con programas efectivos de crédito rural, se podría formar en el empleo de créditos para el procesamiento de pescado a las mujeres y a los pescadores involucrados en la captura de alevines para la acuicultura tradicional en pantanos.
- Debería financiarse el apoyo logístico para fortalecer las actividades relacionadas con la acuicultura en cada país.
- Un programa de cooperación Sur-Sur debería proporcionar ayuda para desarrollar la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. La tecnología exitosa para el cultivo combinado de peces y arroz de Madagascar podría ser muy beneficiosa para los campesinos del Sahel.
- Los programas de comunicación en radio y televisión deberían concienciar a la opinión pública en mayor grado sobre la acuicultura y las opciones para su integración. Los programas podrían incluir, por ejemplo, historias exitosas de piscicultores.

## Referencias

- Britannica.** 2005. *Encyclopedia Britannica* (disponible en [www.britannica.com](http://www.britannica.com)).
- Coche, A.G.** 1998. Supporting aquaculture development in Africa: research network on integration of aquaculture and irrigation. *CIFA Occasional Paper* No. 23. Roma, FAO, 141 pp. (disponible en [www.fao.org/documents](http://www.fao.org/documents)).
- Coche, A.G., Haight, B.A. & Vincke, M.M.J.** 1994. Aquaculture development and research in sub-Saharan Africa. Synthesis of national reviews and indicative action plan for research. *CIFA Tech. Pap.* 23, 151 pp. Roma, FAO.
- Diop, A.** 1999. *Stratégie opérationnelle et plan cadre d'actions du secteur agricole: pêche continentale et aquaculture.* Centre d'Assistance, d'Expérimentation et Vulgarisation pour la Pêche Artisanale (CAEP), Dakar, FAO, 31 pp.
- EIU.** 2005. World Data. The Economist Intelligence Unit (disponible en <http://db.eiu.com>).
- FAO.** 1996. Fisheries and aquaculture in Sub-Saharan Africa: situation and outlook in 1996.

- FAO Fisheries Circular No 922 (FIPP/C922). Roma, FAO 54 pp.
- FAO.** 2005. *AQUASTAT, Sistema de informacion de la FAO sobre el agua y la agricultura* (disponible en [www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm)).
- IRD.** 1999. *Les poissons des eaux continentales Africaines. Diversité, écologie et l'utilisation par l'homme* (ed. por C. Lévêque y D. Paugy). Paris, Institut de Recherche pour le Développement, 522 pp.
- Kapetsky, J.M.** 1994. A strategic assessment of warm water fish farming potential in Africa. *CIFA Tech. Pap.* 27, 67 pp. Roma, FAO.
- Malengi-Ma, N.** 1988. Rapport final sur le premier essai de rizipisciculture (campagne 1988) Direction Nationale des Eaux et Forêts, République du Mali. UNDP/FAO-project MLI/86/001, Bamako, FAO, 28 pp.
- Malengi-Ma, N.** 1989. Rapport final sur le deuxième essai de rizipisciculture (campagne 1989). Direction Nationale des Eaux et Forêts, République du Mali. UNDP/FAO-project MLI/86/001, Bamako, FAO, 9 pp.
- Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O.** 2001. *Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture*. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO, 75 pp.
- Olivier, M., Massou, M. & Soukaradji, B.** 1998. Suivi et Évaluation Halieutique de la Mare de Rouafi Campagne d'Octobre 1997 à Septembre 1998. Niamey, Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), 45 pp.
- Assoumane, G., Mikolasek, O., Harouna, D.F. & Boureima, A.** 1999. INRAN. Gestion des mares de la basse vallée de la Tarka. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement. Cellule d'Appui Technique et Méthodologique de l'Environnement. Madaoua, 57 pp.
- Badiane, A.A.** 1999. L'Aquaculture Traditionnelle en Basse Casamance (Ziguinchor): Améliorations des structures piscicoles et des techniques d'élevage par la technologie Taïwanaise. Mémoire de D.E.A. de Biologie Animale. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 82 pp.
- Bila, M.** 1999. Volet: Pêche et pisciculture. Département de Tillabéri. FAO/PSSA, 35 pp.
- Bouda, S.** 1999. Rapport d'activités du premier semestre 1999. Projet GTZ Gestion de la Pêche dans le Sud-Ouest, 25 pp.
- Breuil, C.** 1998. Appui à l'élaboration de plans d'aménagement des lacs de Bagré et Komienga. Programme de Coopération FAO/GOVT/Norvège GCP/INT/466/NOR. Document de Travail 98/55, 12 pp.
- Breuil, C., Quensière, J. & et Cacaud, pp.** 1996. Proposition d'un document de politique des pêches et de la pisciculture, Mali. FAO Projet MLI/91/05. PAMOS/Volet Pêches. FAO, 39 pp.
- Coche, A.G.** 1985. *Métodos sencillos para la acuicultura. Suelo y piscicultura de agua dulce*. Colección FAO: Capacitación 6, 174 pp.
- Collart, A. & de Bont, A.F.** 1996. L'élevage monosexé d'*Oreochromis niloticus* – Tilapia du Nil – Un guide pour la promotion de la pisciculture Familiale ou Artisanale en Afrique Tropicale. Tilapia International Association Belgium ASBL VZW, 97 pp.
- Copin, Y.** 1989. Projet d'aménagement et de développement hydroagricole dans le Département de Matam. Phase III. Evaluation du Volet Pisciculture. 12/87–02/88. CEREMHER, AFVP, 19 pp.
- Deyi, J.** 1990. Mise en valeur de la rizipisciculture. Projet FAO Développement de la Pisciculture et Rationalisation des Pêches, MLI/86/001, 14 pp.
- DFPP & ADAN.** 1995. Atelier national sur la pisciculture et la pêche au Niger. L'Action de Développement de l'Aquaculture au Niger, 120 pp.
- DFPP.** 1998. Développement de la pêche et de la pisciculture. Communiqué final et recommandations. Forum national visant le soutien des dynamiques locales et gestion durable de la ressource poisson, 11 pp.
- DFPP.** 1998. Direction de la Faune de la Pêche et de la Pisciculture. Projet UNICEF.

### Documentos consultados

- Aguilar-Manjarrez, J. & Nath, S.S.** 1998. A Strategic Reassessment of Fish Farming Potential in Africa. *CIFA Technical Paper* 32. FAO, 173 pp.
- Alhassane, M., Mikolasek, O., Lazard, J., & Baroiller, J.F.** 1997. Intensification de la Production d'Alevins chez *Oreochromis niloticus* en Zone Sahélienne – Cas du Niger. In *Tilapia Aquaculture, Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Orlando, Florida*, Vol. 2, 294–304.
- Alhassane, M., Siddo, A. & Mikolasek, O.** 1998. FAO/ PSSA-Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire. Composante Diversification: Volet Pêche et Pisciculture, 33 pp.

- Développement de la Pêche et de la Promotion Consommation de Poisson dans les Départements de Diffa, Dosso, Maradi, Tahoua, Tillabéri et Zinder, 5 pp.
- Doray, M.** 1999. Étude systématique d'une initiative de développement local spontané: L'exploitation des ressources halieutiques du terroir de Tafouka (Niger). Mémoire de fin d'études. École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. CIRAD-EMVT, INRAN, GEOCONSEIL, 68 pp. et Annexes, 70 pp.
- Dunn, I.G.** 1989. Aménagements des pêches fluviales et lacustres. FAO rapport préparé pour le projet développement de la pisciculture et rationalisation des pêches. Projet MLI/86/001, 34 pp.
- FAO.** 1987a. Document de projet. Développement de la pisciculture et rationalisation des pêches. MLI/86/001, 24 pp.
- FAO.** 1987b. Pisciculture en eau douce – amélioration et exploitation. *Apprentissage Agricole* No. 35, Roma, FAO. 61 pp.
- FAO.** 1990. La pisciculture en eau douce: l'Élevage des poissons dans des enclos et des cages. *Apprentissage Agricole* No. 38. Roma, FAO. 83 pp.
- FAO.** 1992. Les étangs et leurs ouvrages, pisciculture continentale. Ouvrages et agencement des fermes piscicoles. Méthodes simples pour l'aquaculture. Collection FAO: Formation 16/2, 260 pp.
- FAO.** 1993. Développement de la pisciculture au Mali. Conclusions et recommandations du projet. MLI/86/001, 27 pp.
- FAO.** 1997. Numéro de pescadores 1970-1995. *FAO Circular de Pesca y Acuicultura* 929, 124 pp.
- FAO.** 1998. Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA), Burkina Faso (SPFP/BKF/4501). Brochure GCP/BKF/038/BEL, 2 pp.
- FAO.** 1999. Programme pour des moyens d'existence durables dans la pêche en Afrique de l'Ouest. GCP/RAF/356/UK. Rapt. de l'atelier sous-régional pour l'adoption du Code de Conduite pour une Pêche Responsable et l'examen de l'importance des ressources aquatiques pour des moyens d'existence durables. Ouagadougou, Burkina Faso, Mai 31 – Juin 3, 1999. 101 pp.
- FAO/PSSA.** 1999a. Évaluation des activités de la phase pilote du PSSA, Année 1998. Vol. 1: Rapport Principal, 189 pp.
- FAO/PSSA.** 1999b. Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA) Sénégal. État de mise en œuvre. Cheikh Christophe Gueye, Coordinateur – PSSA. 06/99. 33 pp. 1999
- FAO/PSSA.** 1999c. Termes de références de l'étude. Production piscicole en aquaculture intégré dans les barrages agricoles et plans d'eau: proposition d'étude de pré-faisabilité. PSSA, 6 pp.
- Halwart, M.** 1994. Fish as biocontrol agents in rice. The potential of common carp, *Cyprinus carpio* (L.) and Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Tropical Agræcology* 8, Margraf Verlag, 169 pp.
- Herzenni, A.** 1992. Projet pilote de la mare d'Oursi pour le développement intégré des mares naturelles dans le Sahel Burkina. Projet BKF/87/003, 61 pp.
- Huss, H.H.** 1998. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Manual de capacitación preparado por el Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad. Colección FAO. Pesca, 29. Roma, FAO. 132 pp.
- Kabre, A. & Zerbo, H.** Integrated irrigation and aquaculture development and research in Burkina Faso: Status, Context and Plans for the Future. Draft publication, 25 pp.
- Kersuzan, pp.Y.** 1994. Étude sur le développement de la pisciculture en étang en milieu rural dans la zone sud de Zinder, Niger. Niamey, CIRAD-EMVT/Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 182 pp.
- Kienta, M.** non daté. Pisciculture villageoise sur les sites PSSA dans la région de Mopti.
- Kienta, M., Kassibo, B. & Sangare, M.** 1992. Rapport de mission d'évaluation d'empoisonnement de plans d'eau en 2ème, 3ème et 4ème régions. Projet Développement de la Pisciculture, MLI/86/001. DNEF/IER/LHM, DREF, 25 pp.
- Kienta, M. & Ndodet, B.** 1992. Rapport de mission. Appui à l'opération pêche dans l'empoisonnement de mares, 6 pp.
- Lazard, J.** 1984. Recherche et développement en pêche et pisciculture continentales au Sénégal. CTFT, 13 pp.
- Lazard, J.** 1985. Étude du volet pisciculture du projet d'aménagement hydro-agricole dans le Département de Matam (Phase III). CTFT, 16 pp.
- Louyot, D. & Oumarou, N.** 1992. Projet de développement de la pisciculture extensive. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niger, 192 pp.
- Malengi-Ma, N.** 1988. Rapport final sur le premier essai de rizipisciculture. Projet FAO développement de la pisciculture et rationalisation des pêches (MLI/86/001), 28 pp.
- Malengi-Ma, N.** 1989. Rapport final sur le deuxième essai de rizipisciculture. Projet FAO développement de la pisciculture et rationalisation des pêches (MLI/86/001), 9 pp.

- Malengi-Ma, N.** 1992. Rapport de mission d'identification des mares dans la région de Sikasso. FAO Projet développement de la pisciculture (MLI/86/001), 11 pp.
- MDRE.** 1997. Projet de schéma directeur de développement de la pêche et de la pisciculture. Mali, Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, Direction Nationale de l'Aménagement et de l'Équipement Rural (DNAER), 52 pp.
- MDRE.** 1999. La filière poisson au Mali. Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, Direction Nationale de l'Aménagement et de l'Équipement Rural (DNAER), 20 pp.
- MEPN.** 1994. *Monographie nationale sur la biodiversité au Sénégal*. Dakar, Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, 82 pp.
- MH/E.** 1998. *Politique et stratégies pour l'eau et l'assainissement de l'eau pour un développement durable*. Niger, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 45 pp.
- Mikolasek, O., Oswald, M., Boureima, A. & Massou, A.** 1999. *Savoir-faire paysan et pisciculture au Niger*. Communication présentée au colloque international sociétés rurales au Sahel, quel avenir? Niamey, Niger 18-19 Novembre 1999, 11 pp.
- Mikolasek, O., Patout, O., Lazard, J. & Massou, M.** 1997. Le développement à l'épreuve du concret: L'exemple de l'aquaculture en cages flottantes sur le fleuve Niger. In: *Tilapia Aquaculture, Proc. From the Fourth Int'l Symposium on Tilapia in Aquaculture, Orlando, Florida*, Vol. 2, pp. 294-304.
- Ministère de l'environnement et de l'eau.** 1998a. *Stratégie nationale de gestion des ressources halieutiques*. Secrétariat Permanent du Conseil National pour la Gestion de l'Environnement, 78 pp.
- Ministère de l'environnement et de l'eau.** 1998b. *Politique générale de développement du sous-secteur des pêches et mécanismes de cogestion des pêcheries*. Ouagadougou, Atelier de Restitution des Résultats Réalisés sur la Pêche de Kompienga. Document Introductif, 6 pp.
- Ministère de l'environnement et de l'eau.** *Code forestier au Burkina Faso*. Loi No. 006/97/ADP Portant, 55 pp. (undated).
- Morand, pp.** 1998. Participation à l'atelier de restitution des études de pêche sur le lac du barrage de Kompienga (PAMA 18-20/6/98) et préparation d'un document de projet au format INFODEV pour le financement de la mise en place des systèmes d'information de Kompienga et de Bagré. FAO/Govt de Norvège (GCP/INT/466/NOR) Document de Travail 98/54, 22 pp.
- NACA.** 1989. *Integrated fish farming in China*. NACA Tech. Man. 7. Bangkok, Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, 278 pp.
- Nautilus Consultants, Ltd.** 1987. *Manual for the management of small fishery enterprises*. FI:GCP/INT/342/AUL. FAO, 192 pp.
- Ndiaye, V.** 1999. Rapport d'activités Janvier à Décembre 1998. Bilan de l'aquaculture en Basse Casamance; Rapport d'activité MAC/CRODT-Ziguinchor; compte rendu du séminaire atelier sur l'ostréiculture au Sénégal. Institute Sénégalais de Recherche Agricoles (ISRA). Centre de Recherche Océanographiques de Dakar-Thiaroyé. Sub. CFD no. 58269 00525 OL/csn 1018, PROPAC/PAMEZ 2.
- Ndotet, B.** 1991. Rapport de formation sur l'utilisation des images en pisciculture. Projet développement de la pisciculture (MLI/86/001), FAO, 5 pp.
- Ndotet, B.** 1992. FAO. Rapport de mission sur les possibilités d'empeusement des mares de la 5ème région. Projet développement de la pisciculture (MLI/86/001), 7 pp.
- Niamado, I.** 1999. Programme de développement de l'aquaculture dans les régions nord du Sénégal. Station Pilote de Pisciculture de Keur Momar SARR. Direction de l'Océanographie et des Pêches Continentales, 7 pp.
- Olivier, M., Massou, M. & Soukaradji, B.** 1998. Suivi et évaluation halieutique de la mare de Rouafi, Campagne d'Octobre 1997 à Septembre 1998. 45 pp.
- Oswald, M., Mikolasek, O. & Kodako, Y.** 1998. DFPP, Projet de développement de la pisciculture en milieu rural. MH/E, CIRAD-EMVT, 123 pp.
- Ousmane, M., Saley, M., Adamou, A. Abara, S. & Mariama, S.** 1999. Proposition d'élaboration d'une composante diversification. Sites pilotes de Zinder. FAO/PSSA.
- Petr, T.** 1998. *Inland fisheries enhancements*. FAO Fisheries Technical Paper 374, 463 pp.
- PSSA.** 1998. Composante diversification. Programme Spécial de Sécurité Alimentaire, 41 pp.
- Redding, T.A. & Midlen, A.** 1991. Estudio de la producción piscícola en los canales de riego. FAO Documento Técnico de Pesca 317. Roma, FAO. 114 pp.
- Soukaradji, B., Massou, A.M., Mikolasek, O., Mahamadou, A. & Boureima, A.** 1999. Gestion des retenues collinaires de l'Ader-Doutchi-Maggia. INRAN, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, 73 pp.

- Trinh Ton That.** 1985. Amélioration de la culture irriguée du riz des petits fermiers. Cas de la vallée de l'Artibonite en Haïti. *Etude FAO Production Végétale et Protection des Plantes* No. 65, 41 pp.
- Van der Mheen, H.** 1996. Feasibility study for integrating aquaculture and irrigation at the pilot sites of the Special Programme for Food Security in Zambia. FAO ALCOM Report, 21 pp.
- Van der Mheen, H.** 1999. Adoption of integrated aquaculture and irrigation. A study conducted in Zambia and Tanzania. ALCOM working paper 23, 18 pp.
- Van der Mheen, H.** Integrated small-scale irrigation and aquaculture. Mission Report, FAO, 47 pp.
- Viveen, W.J., Richter, C.J., Van Oordt, pp.G., Janssen, J.A.L. & Huisman, E.A.** 1985. Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat Africain (*Clarias gariepinus*). Univ. of Wageningen, Dept. of Fish Culture and Inland Fisheries, 100 pp.
- Williams, C.** 1993. Notions d'économie et de comptabilité à l'usage des pisciculteurs. Collection FAO: Formation No. 19, 96 pp.
- Zerbo, H.** 1999. Rapport national sur la situation des pêches au Burkina Faso. Présenté à l'atelier sous-régional sur le Code de Conduite pour une Pêche Responsable. Ouagadougou, 30 pp.



## UN ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA ACUICULTURA EN LOS ARROZALES EN ÁFRICA OCCIDENTAL

Djawadou Sanni<sup>a</sup>, Godardo Juanich<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Consultor de la FAO, Porto Novo, Benin

<sup>b</sup>Consultor de la FAO, Buacao, Clarin, Bohol, Filipinas

**Sanni, D. & Juanich, G.** 2010. Un estudio de viabilidad de la acuicultura en los arrozales en África occidental. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 77-79.

### Resumen

El trabajo presenta el resumen ejecutivo de los resultados de una misión a Malí, Senegal, Côte d'Ivoire y Ghana para evaluar la experiencia pasada y las actividades actuales en la acuicultura en los arrozales y evaluar el potencial para un mayor desarrollo. La principal conclusión de la misión fue que la acuicultura en los arrozales es viable en la subregión de África occidental. Merece la pena mejorar la forma extensiva de acuicultura en los arrozales que se practica actualmente para obtener un mayor rendimiento de peces. La acuicultura intensiva debería introducirse en el cultivo de arroz en África occidental porque puede proporcionar ingresos adicionales a los campesinos. El principal obstáculo inmediato es la necesidad de formación tecnológica a nivel local. Las recomendaciones incluyen la introducción de acuicultura intensiva en los arrozales que cuentan con un riego totalmente controlado; una mejor gestión del agua en zonas bajas –especialmente el control de inundaciones–, evaluación de la viabilidad de la acuicultura extensiva en estanques a lo largo de los ríos, evaluación de la viabilidad de acuicultura extensiva en los arrozales en áreas de manglar, con especial atención a las consideraciones medioambientales y la lucha integrada contra las plagas en el cultivo combinado de arroz y peces.

### Introducción

La integración de la acuicultura en las parcelas de riego ha sido considerada una forma adecuada de incrementar la producción pesquera en África subsahariana. Desde mediados de la década de 1990, la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha trabajado para ayudara implementar estas recomendaciones. En septiembre de 1999, la organizó un taller en Accra para examinar la posibilidad de establecer una Red de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en la subregión de África occidental (Moehl *et al.*, 2001). Se realizaron dos misiones al terreno entre octubre de 1999 y julio de 2000 para evaluar el potencial de la IIA. Al mismo tiempo, la FAO propuso un programa regional para desarrollar la gestión integrada de los recursos hídricos interiores en áreas propensas a sequías recurrentes en África occidental. Dentro de este programa regional, la acuicultura en los arrozales puede ser considerada como un componente de la IIA. Siguiendo las recomendaciones de ambas misiones, el Comité de Pesca Continental para África (CPCA) en el curso de su reunión en Abuja (Nigeria) en octubre de 2000, recomendó estudiar más de cerca la viabilidad del cultivo combinado de arroz y peces en África occidental.

La IIA en África subsahariana, y de forma más específica la acuicultura en los arrozales, deben ser vistas en el contexto de:

- La enorme disponibilidad de agua y tierras cultivables;
- el progresivo agotamiento de la pesca marina y continental;
- el incremento de la pobreza;
- la implementación progresiva del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en muchos países de la subregión desde 1995. El PESA incluye un componente de gestión del agua destinado a desarrollar y demostrar las tecnologías de riego adecuadas y un componente de diversificación que incluye a la acuicultura.

Este informe está basado en una misión a Níger, Malí, Senegal, Côte d'Ivoire y Ghana en marzo y abril de 2001. En cada país, los autores evaluaron experimentos pasados y la situación actual de la acuicultura en los arrozales y evaluaron el potencial y la disponibilidad de conocimientos y otros recursos tales como variedades de arroz, semillas de peces y las expectativas de los campesinos sobre la acuicultura en los arrozales.

## Resultados

La principal conclusión de la misión fue que la acuicultura en los arrozales es viable en la subregión de África occidental. Todos los lugares visitados por el equipo proporcionaron una idea completa sobre las prácticas de la acuicultura en los arrozales y revelaron que ésta puede implementarse con éxito en África occidental. La subregión tiene un gran potencial de infraestructura para la acuicultura en los arrozales. Tanto los cultivos de arroz de regadío con una gestión total del agua como los cultivos a base de inundaciones controladas en áreas bajas o pantanosas pueden integrarse con la acuicultura.

En todos los países visitados, habían sido planeados o están siendo implementados proyectos de regadío del arroz. Debido a que las áreas de arrozales existentes no habían sido diseñadas para ello, la altura de los diques es a menudo insuficiente para la acuicultura en los arrozales. Algunos de los sistemas de bombeo utilizados para regar estos arrozales pueden no ser suficientes para suministrar el agua que requiere la acuicultura, en particular durante la estación seca, cuando la mayoría de las bombas a motor están apagadas o funcionan a baja capacidad para ahorrar energía.

La gestión del agua es el factor más importante para el éxito del cultivo combinado de arroz y peces en zonas bajas. El suministro del agua puede ser demasiado elevado, con inundaciones que arrastran los peces, o insuficiente, con campos que se secan al principio de la temporada.

En casi todos los lugares se utilizan las mismas variedades de arroz. Estas variedades son distribuidas por la ADRAO a través de sus redes de investigación o del Consorcio del Inland Valley (IVC). La duración media del ciclo de producción del arroz es de 120 días. Algunas variedades tienen nombres locales. En los arrozales de regadío se utiliza una elevada cantidad de fertilizantes, así como de herbicidas, para garantizar rendimientos más elevados. Tan solo en Côte d'Ivoire y Ghana se ha logrado reducir el uso de productos químicos tras la formación en gestión integrada de plagas, un hecho positivo para la acuicultura en los arrozales. El helecho acuático *Azolla* puede encontrarse casi por doquier, pero no se cultiva formalmente y los campesinos ignoran a menudo sus propiedades y forma de utilización. Sin embargo, las técnicas de la acuicultura en los arrozales son en general bien conocidas y se dominan en todos los lugares visitados. Los problemas en la gestión del agua surgen a veces debido a actividades que se solapan con otros cultivos en el calendario de labores agrícolas.

En la vecindad inmediata de los lugares visitados, la disponibilidad de alevines, especialmente de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), no supone un problema, ya sea que porque existen canales cercanos o granjas acuícolas (a veces de propiedad privada).

La acuicultura en los arrozales tradicional de tipo extensivo se practica todavía en Níger, Senegal y Malí, en donde las crecidas de los ríos y el aumento de las mareas llevan a los alevines a las parcelas de arroz, en donde crecen hasta el momento de la cosecha. La intervención humana en este sistema se dedica fundamentalmente a la infraestructura y no a los peces, ya que es necesario regular el agua para incrementar la producción de arroz.

En cada uno de los países visitados se realizaron experimentos en el cultivo de arroz intensivo o clásico. Estos experimentos estuvieron muy enfocados a la investigación e involucraron a pocos o ningún campesino. Los resultados, fueran positivos o negativos, a menudo no estuvieron disponibles. Debido al incremento del interés en la acuicultura en los arrozales, se han planeado proyectos de tipo intensivo en estos cinco países y están a la espera de fondos para relanzar la investigación en este campo. En el Instituto Privado de Agricultura de Mianzan, en Adzope (Côte d'Ivoire) se ha planeado realizar un proyecto de acuicultura en los arrozales.

Durante los debates con los campesinos y técnicos quedó patente que la acuicultura en los arrozales es vista como una tecnología potencialmente importante en la lucha para alcanzar la seguridad alimentaria. Se plantearon diversas cuestiones relacionadas con el problema, como la falta de conocimientos tecnológicos y la necesidad de formación, el uso de fertilizantes y pesticidas, el elevado precio de los alimentos suplementarios, peces de los manglares, el desecado de áreas bajas, el tamaño de los peces en el momento de la recolección, contribuciones que deben realizar los campesinos, fecha de lanzamiento de esta operación etc. Los campesinos expresaron un vivo interés en esta tecnología.

En todos los países cuentan con experiencia en el cultivo del arroz y la experiencia en acuicultura está creciendo. La innovación se estimula gracias a la implementación de la gestión del agua y la diversificación de los programas del PESA. Pero mientras que existe experiencia en la gestión de la acuicultura tradicional en los arrozales (aunque es necesario realizar mejoras), los conocimientos para la acuicultura en los arrozales de carácter intensivo escasean por doquier. Existen pocos técnicos que hayan tenido la oportunidad de abordar la acuicultura en los arrozales durante un curso de formación en Asia, o incluso en su

propio país (p.ej. en Dawhenya, Ghana), pero nunca han tenido la oportunidad de explotar sus conocimientos. Los campesinos por lo general no saben nada acerca de la acuicultura en los arrozales, pero tienen curiosidad por descubrirla. Algunos campesinos han seguido cursos de formación en Dawhenya, Ghana y conocen la tecnología, pero por el momento, no pueden poner en práctica sus conocimientos debido a los depredadores.

Desafortunadamente, los datos de rendimiento de pasados experimentos con la acuicultura en los arrozales no se encuentran con frecuencia disponibles. Sin embargo, los campesinos entienden de forma intuitiva que podrán recolectar peces además de arroz en la misma parcela en la que anteriormente tan solo se cultivaba arroz. La Office du Niger en Niono (Malí) informó de rendimientos de arroz de una parcela con cultivo combinado de arroz y peces de 9 toneladas/ha. Una cifra considerablemente más elevada que la media de 7 toneladas/ha obtenida habitualmente en las parcelas de riego regulares. Los resultados de la producción de peces no fueron considerados en este experimento debido a los depredadores.

La conclusión es que en la acuicultura en los arrozales tiene buenas perspectivas –también en términos financieros–, pero no en todos los escenarios y condiciones. Por ejemplo, todavía no está claro si la producción adicional de pescado compensará por el agua adicional bombeada. No existe una respuesta por el momento y sería necesario investigar más en esta dirección.

Para que la acuicultura «intensiva» tenga éxito debe practicarse a nivel del campesino individual o de su familia, en donde todos los miembros contribuyen a la gestión de la acuicultura en los arrozales.

## Conclusiones y recomendaciones

En base a los datos mencionados anteriormente, la misión llegó a la conclusión de que en África occidental son viables formas tanto extensivas como intensivas de acuicultura en los arrozales. La forma extensiva que se practica actualmente debe mejorarse para obtener mayores rendimientos de peces. La acuicultura intensiva en los arrozales debe introducirse en el cultivo de arroz en África occidental, ya que puede proporcionar ingresos adicionales a los campesinos.

La misión reconoció también las dificultades para el desarrollo de la acuicultura en los arrozales. La limitación más inmediata es la necesidad de formación tecnológica a nivel local.

El desarrollo de la acuicultura en los arrozales en África se dará tan solo si se solucionan las siguientes cuestiones:

1. Introducción de acuicultura intensiva en parcelas de arroz con riego totalmente controlado;
2. Mejora de la gestión del agua en zonas bajas, en especial para el control de inundaciones;
3. Evaluación de la viabilidad de acuicultura extensiva en estanques a lo largo de los ríos, con la vista puesta en la intensificación;
4. Evaluación de la viabilidad de acuicultura extensiva en arrozales en zonas de manglares, con vistas a la intensificación pero teniendo en cuenta consideraciones medioambientales;
5. Gestión integrada de plagas en la acuicultura en los arrozales.

Se recomienda que una estrategia para el desarrollo de la acuicultura en los arrozales en África se centre en tres cuestiones principales: formación, experimentación e implementación.

En apoyo de esta estrategia se recomienda que los Programas de Cooperación Técnica se implementen en cada país y que se planeen proyectos Telefood de la FAO para dar asistencia a los campesinos piloto, que pudieran servir más adelante en la promoción tecnológica. Además de estos programas en cada país, se sugiere emprender una acción complementaria para la pesca y la gestión del agua. A escala regional, se recomienda una activa participación de los países en la red de IIA, a la cual contribuirán con los resultados de sus propias actividades. Estos países deberían también comenzar a colaborar con instituciones internacionales de investigación, en particular con ADRAO, que tiene un papel importante en la investigación de variedades de arroz utilizadas en diferentes condiciones ecológicas y sistemas agrícolas. Por último, también debería considerarse la conveniencia de intercambios mediante programas de cooperación Sur-Sur.

## Referencias

- Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O.** 2001. Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture. *Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999.* Roma, FAO. 75 pp.



## EL POTENCIAL PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN MALÍ

Jennifer Peterson<sup>a</sup>, Mulonda Kalende<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Helen Keller International, Conakry, Guinea

<sup>b</sup>Oficina Regional de la FAO para África, Accra, Ghana

**Peterson, J. & Kalende, M.** 2006. El potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Malí. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial. Roma, FAO. pp. 81-96.

### Resumen

El trabajo aporta un análisis del potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Malí. Se basa en la información general disponible de los talleres y reuniones facilitados por la FAO en 1999 y 2000, así como en los informes de campo de varias misiones a Malí por parte de expertos en agronomía, acuicultura y socioeconomía entre diciembre de 2000 y marzo de 2002. Existen limitaciones a nivel medioambiental, institucional, técnico y socioeconómico y se ofrecen recomendaciones dirigidas a la Direction nationale d'aménagement et équipement rural (DNAER) del Ministerio de Desarrollo Rural de Malí sobre cómo superarlas. La conclusión es que Malí tiene todos los recursos esenciales para producir grandes cantidades de peces en sus sistemas de riego. Al mismo tiempo, es necesario valorar con detalle los costes de oportunidad asociados al uso de estos recursos. El desarrollo de la producción pesquera en sistemas de ciclo corto, utilizando técnicas de bajo coste y disponibles a nivel local, es considerado el camino más viable a seguir.

### Introducción

Situado en el corazón de África occidental, la mitad norte de Malí se encuentra en el desierto del Sáhara, en una zona árida y escasamente poblada, inadecuada para muchas iniciativas económicas. Por fortuna, Malí está bendecido por dos importantes ríos: el Níger y los afluentes del Senegal, que atraviesan el país a lo largo de más de 1 000 kilómetros. La producción pesquera de Malí es la mayor del Sahel, y representa el 40 por ciento de la producción de peces de agua dulce de África occidental. La producción pesquera anual estimada varía entre 70 000 y 150 000 toneladas, en función de la lluvia y las inundaciones. Entre el 10 y el 20 por ciento de la producción de pescado de agua dulce se exporta a nivel regional. Estos importantes recursos hídricos suministran también riego para la producción de algodón (que supone cerca del 40% de las exportaciones de Malí), mijo, arroz, maíz, cacahuets, hortalizas, vacas, ovejas y cabras. El consumo de pescado per cápita se estima en 10,5 kg/año (comparado con un consumo de carne de 7,8 kg/año), aunque el consumo de pescado entre las familias de pescadores es probablemente mucho mayor.

Como resultado de la importancia de los recursos hídricos para el país y de la impredecible

disponibilidad de pescado, los representantes del Gobierno de Malí han estado trabajando con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en diversas iniciativas pesqueras, incluyendo esfuerzos para desarrollar actividades piloto de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA). Aquí se incluyen dos misiones distintas de un experto en acuicultura que visitó Malí para evaluar las oportunidades de esta actividad en la región (Miller, 2000), y un equipo de especialistas en irrigación y producción arroceras que evaluaron el potencial para desarrollar la acuicultura en los sistemas de producción de arroz (Sanni and Juanich, 2001). Malí ha expresado igualmente interés en participar en una red regional sobre la IIA en el curso de talleres regionales y en reuniones de expertos internacionales de irrigación y pesca (Moehl *et al.*, 2001).

Este informe presenta los resultados de una tercera misión de un especialista en socioeconomía y otro en acuicultura que visitaron Malí en diciembre de 2001 para evaluar las oportunidades adicionales para el desarrollo de actividades de IIA en el país. En Malí el equipo pasó varios días trabajando junto a un representante de la Direction nationale de l'aménagement et de l'équipement rural (DNAER), evaluando oportunidades y limitaciones potenciales para el desarrollo de

actividades de IIA. Esta labor se llevó a cabo en base a: (i) el examen de documentos disponibles; (ii) reuniones con el Oficial de Programas de la FAO, el Coordinador del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) de la FAO y personal de la DNAER; y (iii) visitas de campo a Baguimenda, Niono/Ségou y Sélingué.

## **Historia y contexto de la IIA**

La integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) es tan antigua como la propia acuicultura. En muchos países, el agua utilizada para producir peces también se usa para regar huertos, bañar a los niños, lavar la ropa y dar de beber a los animales. Los sistemas integrados pueden ser más o menos complejos, en función del diseño general de las parcelas regadas y del estanque para peces. Los estanques piscícolas pueden localizarse por encima de las parcelas regadas (en este caso la parcela se fertiliza con el agua del estanque y éste funciona como depósito de agua y como sistema de producción pesquera); en la misma parcela (al mismo tiempo o en un sistema de alternancia de cultivos), o por debajo de la parcela regada (los estanques se benefician y utilizan el agua de drenaje de las parcelas regadas). La integración puede ser temporal (con la producción de forma simultánea, en la misma temporada) y espacial (con la producción en la misma parcela de tierra). La integración implica generalmente una intensificación del uso del agua, pero no necesariamente un incremento de este uso. En algunos casos, el agua se utiliza simplemente de forma más eficiente en los sistemas integrados. Al sembrar estanques viveros, presas y estanques estacionales con peces, no se usa agua adicional, pero sí se genera una producción adicional.

El desarrollo de este tipo de sistemas integrados eficientes es lo que la FAO ha estado promoviendo durante la última década a través de diversos talleres, misiones y proyectos piloto (Coche, 1998; Moehl *et al.*, 2001; PSSA, 2000; PESA, 2000; Van der Mheen, 1996; 1997; 1999).

## **Actividades de IIA pasadas, presentes y previstas**

La principal diferencia que este equipo sobre la IIA observó respecto a sus visitas previas, fue la organización de las actividades pesqueras dentro del Ministerio de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (MDRE). Mientras que las actividades pesqueras se encontraban previamente bajo el

control de la Dirección Nacional de Apoyo a la Población Rural (DNAMR), el equipo se encontró que la pesca había sido transferida a la Direction national d'aménagement et équipement rural (DNAER). Muchas de las oportunidades y limitaciones para el desarrollo de actividades de IIA persisten tal y como fueron anotadas por Miller (2000) y Sanni y Juanich (2001). Malí continúa teniendo un importante potencial para el desarrollo de las actividades de IIA, en especial en sistemas de arroz de regadío, estanques estacionales y llanuras aluviales inundables. Sin embargo, los beneficios de esta integración tienen que ser todavía ensayados o probados sobre el terreno en Malí y siguen siendo hipotéticos a nivel nacional.

## **Actividades gubernamentales**

A finales de la década de 1980, el gobierno, en colaboración con los donantes internacionales, financió dos proyectos acuícolas: *Projet de développement de la pisciculture et de rationalisation de la pêche* (Proyecto de Desarrollo de la Piscicultura y de Racionalización de la Pesca – Proyecto FAO/PNUD MLI/86/001) y *Projet Mali* (financiado por la Unión Africana). Aunque ninguno de los proyectos promovía de forma explícita actividades de integración de sistemas de irrigación y acuicultura, ambos sí promovían el desarrollo de la acuicultura en zonas de riego y estanques estacionales existentes. Además, el proyecto antiguo llevó a cabo ensayos de acuicultura en los arrozales que produjeron entre 6 y 7 toneladas de arroz junto a 125 kg de peces por hectárea. Según Miller (2001), incluso los arrozales que no fueron sembrados con peces ni gestionados produjeron 73 kg de peces, lo que implica que un cierto tipo de acuicultura en los arrozales ya se practica de forma tradicional.

Las únicas actividades acuícolas que se sabe reciban apoyo del gobierno son las realizadas por el personal de la piscifactoría de Molodo, que en tiempos apoyaba a 66 aldeas y 525 acuicultores. Sin embargo, en el momento de la visita, el centro se encontraba en un estado de total abandono y tan solo dos de los 12 estanques eran operativos. El Gobierno no planea futuras actividades de IIA, sin embargo, se observó que estas actividades encajarían bien en el Programa de Medios de Vida Sostenibles que implementan el DFID y la FAO en 25 países de la subregión.

## **El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA)**

La FAO lanzó el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en mayo de

1994. El objetivo del programa es incrementar la producción de alimentos a través de la disseminación de tecnologías agrícolas existentes y de probada eficacia. El programa tiene cuatro componentes: gestión del agua, intensificación de la producción agrícola, diversificación de la producción y análisis de las limitaciones. Su objetivo son los países de escasos ingresos y déficit alimentario en África, Latinoamérica y Asia.

En Malí, las actividades del PESA comenzaron oficialmente en 1998 y se han implementado en tres regiones: Mopti en el este del país, Koulikoro en la región central y Kayes en el oeste. Las actividades incluyeron el desarrollo de sistemas de gestión del agua de bajo coste, la intensificación de los sistemas de producción de arroz y maíz, el desarrollo de actividades para el engorde del ganado, de horticultura y apicultura. La piscicultura se implementó en el área de Mopti en asociación con ONGs locales. En el momento de la misión había cinco especialistas chinos –incluyendo un experto en acuicultura– implementando actividades del PESA en el desarrollo de tecnologías postcosecha, cultivo de arroz, apicultura y cría de animales.

### **Actividades de los donantes y de las organizaciones no gubernamentales (ONGs)**

A principios de la década de 1980, Africare y los Cuerpos de Paz implementaron actividades de acuicultura en San, que incluyeron la construcción de una piscifactoría experimental. El centro fue luego abandonado debido a las dificultades técnicas asociadas con el acceso al agua. Estas actividades fueron financiadas por USAID.

A finales de la década de 1980, la Asociación Francesa de Voluntarios para el Progreso (AFVP) promovió la integración de estanques piscícolas y huertos en grandes perímetros de riego en el área de Niono. Este proyecto supuso la construcción de 200 estanques piscícolas en la aldea utilizando maquinaria pesada. Los estanques se integraron con el cultivo de hortalizas y la producción de arroz y cereales. Desafortunadamente, algunos estanques carecían de drenaje y otros no estaban gestionados de forma adecuada, por lo que la producción de pescado era baja.

En el curso de su misión, el equipo no localizó otras actividades de IIA en curso o previstas que fuesen financiadas o implementadas por ONGs. Hay que señalar que se contactó a pocas ONGs a causa de la época (el Ramadán) y la duración de la misión. Las actividades de IIA pasadas, presentes y previstas se encuentran detalladas más adelante en el Cuadro 1.

## **El potencial y el ajuste de la IIA en los sistemas agrícolas locales**

### **Zonas agroecológicas**

Las principales zonas agroecológicas de Malí, sus sistemas agrícolas y el potencial para el desarrollo de la IIA se encuentran resumidos en el Cuadro 2. Las actividades agrícolas más importantes en el país son la producción de arroz y maíz, el cultivo de hortalizas, apicultura, cría de pollos, pesca y la cría de animales de granja. En líneas generales, una familia practicaría tantas actividades agrícolas diferentes como le sea posible para maximizar la producción y los ingresos y reducir los riesgos (Kone y Sangono, 2000).

### **Sistemas de riego en Malí**

Los principales tipos de sistemas de riego que se encuentran en Malí incluyen:

- zonas de riego agrícola paraestatales o gestionadas por el gobierno
- zonas de riego de las aldeas
- zonas de riego privadas
- microembalses a pequeña escala
- marismas, estanques estacionales y pozos de préstamo
- llanuras aluviales inundables

De las 242 298 ha de tierras agrícolas de regadío en Malí, 144 605 (equivalentes al 60%) pertenecen a tres zonas de riego: presas en Segou (35 415 ha), la Office du Niger (60 000 ha) y Mopti (49 190 ha). Malí cuenta con la mayor área de riego controlado en la región del Sahel en África occidental y la mayor parte se realiza por gravedad, más que con las bombas de riego que usan en Senegal (Miller, 2000). Las ventajas y desventajas de la integración de las actividades de acuicultura en los sistemas de irrigación existentes en Malí están resumidas en el Cuadro 3.

## **La acuicultura y los sistemas de pesca continental**

Existen tres zonas principales de producción pesquera en Malí: el delta central del río Níger y dos lagos artificiales: el lago Sélingué y el lago Manantali. El delta central es una gran llanura inundable entre Markala y Timbuktu. Las crecidas de los ríos Níger y Bani alimentan esta llanura. En Mopti, que ocupa la confluencia de los ríos Níger y Bani, el período de crecidas es generalmente

en octubre. En esta época las llanuras inundables pueden cubrir más 20 000 km<sup>2</sup>. El nivel de aguas bajas sucede generalmente en mayo (DNAER, 2001). Se estima que la llanura inundable del delta central produce entre 70 000 y 150 000 toneladas de pescado anuales. Además, el río Senegal produce aproximadamente unas 2 000 toneladas anuales en 45 000 ha de llanuras inundables (Miller, 2000).

El lago Sélingué está situado 140 km al sur de Bamako y fue construido en 1980. La presa proporciona al mismo tiempo energía hidroeléctrica y riego, y está gestionada por la Oficina para la Explotación de los Recursos Hidráulicos del Alto Níger (OERHN). La presa tiene 348 m de longitud, el lago cubre 409 km<sup>2</sup> y contiene 2 200 millones de m<sup>3</sup> de agua. Sin embargo, su profundidad máxima no excede de 20 m (DNAER, 2001). El lago Sélingué produce unas 4 000 toneladas de pescado al año (Miller, 2000).

El lago Manantali se emplaza en el valle del río Bafing. Se construyó en 1987 y proporciona al mismo tiempo energía hidroeléctrica y riego. La presa tiene 208 m de longitud y contiene 11 000 millones de m<sup>3</sup> de agua, con una superficie de hasta 500 km<sup>2</sup>. Su profundidad media es de 20 m, con un máximo de 50 m junto a la presa (DNAER, 2001). El lago produce unas 1 500 toneladas de pescado al año (Miller, 2000).

Además de estas dos grandes masas de agua, también se produce pescado en la zona de riego de la Office du Niger, que incluye la presa de Markala, con sus 60 000 ha de campos de regadío, estanques estacionales (mares), pozos de préstamo (lugares en donde se ha retirado la tierra para el desarrollo de proyectos de infraestructuras) y bancotières (excavaciones para la fabricación de ladrillos). Los campesinos han estado sembrando peces en estas pequeñas masas de agua naturales durante más de 20 años y en algunos casos se les alimenta con cáscaras de arroz y desechos de pollo. La producción de estos estanques estacionales ha sido estimada entre 542 y 650 kg/ha/año (Kienta, 2001).

La mayor parte de la pesca de captura tiene lugar entre noviembre y marzo. Los pescadores utilizan redes, cestos, canoas y aparejos locales para sus capturas, tanto de día como de noche. El dinero que genera la producción pesquera es utilizado a menudo por las familias para obtener suministros que necesitan para emigrar a otros países de la región. A los productores locales de pescado, se les impone un impuesto de 7,50 FCFA/kg para certificar su calidad. El dinero se utiliza para financiar actividades pesqueras en el país (Seydou Coulibaly, com. pers.). Ver el

Cuadro 4 para un resumen de las actividades y temporadas de pesca.

En el curso medio del Níger se han identificado más de 130 especies de peces, que han sido divididas en dos grupos principales: especies migratorias y oportunistas. Entre las especies comerciales más importantes figuran *Lates niloticus*, *Heterotis niloticus*, *Bagrus bajad*, *Alestes dentés*, *Brycinus leuciscus*, *Clarias anguillaris*, *Hydracymus brevis*, *Sarotherodon galilaeus* y *Oreochromis niloticus* (DNAER, 2001).

La misión fue informada que DNAER querría desarrollar la cría del pez gato (siluro), *Lates* spp. y del *Hydrocynus* spp. en el país. En la actualidad, la mayor parte de la producción consiste en tilapias, *Clarias* spp. y *Heterotis* spp. *Lates* spp. que se venden por 2 000 FCFA /kg, *Hydrocynus* spp. por 1 500 FCFA/kg, tilapias por 1 000 FCFA /kg y *Clarias* y *Heterotis* spp. por 600 FCFA /kg. Sin embargo, *Lates* y *Hydrocynus* spp. secos valen 3 000–4 000 FCFA /kg (Seydou Coulibaly, com. pers.).

### **Mano de obra**

Malí cuenta con más de 70 000 pescadores activos y sus familias, incluyendo pescadores profesionales a tiempo completo (generalmente de las etnias bozo o somono), pescadores/campesinos a tiempo parcial (rimaibé, bambara, marka y songhai), y pescadores nómadas (igualmente de la etnia bozo) (Miller, 2000). Algunos de estos pescadores han formado asociaciones, como la Asociación de Acuicultores de la Office du Niger. Esta asociación cuenta con 150 acuicultores en 25 aldeas en la zona de N'débougou. Utilizan estanques piscícolas pequeños (de menos de 500 m<sup>2</sup>) construidos por el Banco Mundial en perímetros de riego y pozos de préstamo creados por los fabricantes de ladrillos. El papel de la asociación es defender los intereses de sus miembros, participar en las recolecciones y buscar financiación.

Las mujeres son a menudo activas en el procesamiento del pescado, así como en la siembra y la producción en estanques estacionales. Este equipo comprobó que las mujeres se interesan también por la acuicultura, de forma específica en Niono, Sikasso y Kadiolo. Una asociación de mujeres dedicada a la horticultura construyó un estanque piscícola de 500 m<sup>2</sup> y están interesadas en continuar con la acuicultura como actividad secundaria, después del cultivo de hortalizas (que les consume aproximadamente el 80 por ciento de su tiempo).

Los agentes de los gobiernos locales informaron que cerca del 90 por ciento de toda

la actividad pesquera en el país está gestionada por mujeres. Están involucradas en todos los aspectos de la recolección, procesamiento, transporte y comercialización del pescado. Aunque los hombres saben cómo capturar los peces, las mujeres saben qué características y cualidades desean otras mujeres para cocinar y consumir en casa. Las mujeres son las cabezas de familia en las comunidades de pescadores. Los hombres les entregan sus capturas y ellas deciden qué destino tendrán. En los matrimonios poligámicos, los hombres comparan la capacidad de las mujeres para manejar y sacar provecho de los peces recolectados. En el pasado, este hecho hacía difícil gestionar los programas de crédito para los pescadores, ya que se concedía el crédito a los hombres, pero eran las mujeres las que gestionaban los beneficios de la cosecha de peces (Seydou Coulibaly, comunicación personal).

### **Insumos de la acuicultura**

Los subproductos agrícolas se encuentran con facilidad en Malí. Las piscifactorías utilizan una combinación de salvado de arroz (70%), desechos de algodón (25%) y carne de pescado (5%) como pienso. Algunas de las dificultades identificadas por los campesinos asociados con el PESA incluyen la insuficiente disponibilidad de fertilizantes y otros insumos en los mercados locales, la falta de crédito para comprar los medios necesarios de producción y el elevado coste de los insumos agrícolas (PESA, 2000).

### **Alevines**

Todos los alevines que se siembran en la actualidad en las piscifactorías proceden de masas de agua naturales. Sin embargo, Miller (2000) informó que el Centro Nacional de Formación de Acuicultura de Molodo produjo hasta 100 000 alevines de *O. niloticus* y *Clarias gariepinus* anuales. Debido a que los alevines silvestres están disponibles con facilidad en el país, Millar recomendó orientar los esfuerzos formativos hacia la identificación y las técnicas de clasificación de peces para la repoblación de los estanques con alevines procedentes del medio silvestre.

### **Servicios de acuicultura en el sector público**

La DNAER cuenta entre su personal con un *Chef de Section*, dos técnicos formados y un ingeniero forestal. Todo el personal se encuentra desplazado sobre el terreno, uno en Sélingué y dos en Niono. Obviamente, la DNAER no

cuenta con personal suficiente para gestionar la investigación aplicada o actividades de extensión. En 1997 se creó un plan nacional de desarrollo para la acuicultura y la pesca, pero aún no se ha transformado en estrategias concretas y en actividades de desarrollo.

Aparentemente, las actividades pesqueras solían ser gestionadas por la *Direction nationale des eaux et forêts* (DNFF), al igual que en Senegal. Sin embargo, el papel principal de los agentes de la DNFF era hacer cumplir las normas nacionales de gestión pesquera y forestal. En 1992, el gobierno reformuló la legislación pesquera y descentralizó la gestión de los recursos naturales, otorgando mayor poder a las comunidades locales. No está claro si estos cambios normativos han conllevado beneficios para los campesinos locales.

La misión visitó dos piscifactorías: Molondo/Niono en la región de Sikasso; y la piscifactoría de Sélingué. La de Molondo cuenta con 12 estanques con una superficie aproximada de 4 800 m<sup>2</sup>, aunque tan solo dos estanques han sido parcialmente renovados para la producción. Ninguno de los estanques puede drenarse completamente sin bombear agua. El objetivo del centro es suministrar alevines y formar a los campesinos y a los técnicos de extensión. Debido a la falta de fondos, el centro se encuentra en estado de abandono. En el pasado, el responsable realizaba experimentos con el cultivo combinado de arroz y peces, pero tuvo dificultades debido a los robos, la depredación y la adaptación de la tecnología al terreno.

El centro de Sélingué incluye 13 estanques que ocupan 0,4 ha. Sus objetivos principales son producir alevines y peces comercializables. Aunque el centro recibe algunos fondos de la Office de Développement Rural de Sélingué, las actividades se han reducido y opera tan solo a un cuarto de su producción potencial.

Las actividades de extensión agraria en Malí se gestionan por la *Direction d'appui au monde rural* del Ministerio de Desarrollo Rural. A diferencia de Senegal, las actividades acuícolas y de extensión agraria están agrupadas en el mismo ministerio. Además, diversas agencias gubernamentales y proyectos apoyan las actividades de extensión en las zonas de riego. El *Institut d'économie rurale* (IER) es el responsable de la investigación acuícola e interviene de forma ocasional en actividades de extensión. Además, el Instituto de Formación e Investigación Aplicada (IFRA), situado cerca de Koulikoro, también ha colaborado en la investigación acuícola y es uno de los centros de formación agraria más antiguos en África.

En realidad, el centro de formación acuícola de Molondo es responsable de la mayor parte de la extensión en acuicultura que se hace en el país.

**Cuadro 1.** Actividades pasadas, presentes y previstas de IIA en Malí

<b>Institución</b>	<b>Años</b>	<b>Zona objetivo</b>	<b>Tipo de sistema de IIA</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Limitaciones/lecciones aprendidas</b>
USAID/Africare/ Cuervo de Paz de EE.UU./Cia. Maliense de desarrollo de los textiles	1979-1982	San/Ségou	Acuicultura en sistemas de producción de algodón de regadío, agua bombeada	Construir una piscifactoría experimental en San, producir y distribuir alevines, investigación aplicada con especies locales de peces, extender y diseminar prácticas acuícolas	Las actividades cesaron y el centro se abandonó en 1982 debido a la falta de agua y el coste de bombearla
Asociación Francesa de Voluntarios para el Progreso (AFVP)	1987	Niono/Ségou	Integración de estanques acuícolas y huertos en grandes perímetros de riego por gravedad	Construir 200 estanques acuícolas en aldeas usando equipo pesado, establecer crédito para los acuicultores para comprar pienso, mejora de la organización de los servicios de extensión	Los estanques se integraron en el cultivo de hortalizas y la producción de arroz y cereales. Algunos estanques no pudieron ser drenados. Mala gestión de los estanques y baja producción de peces
Proyecto Malí/ Organización de la Unidad Africana (OUA)	1986-1990	Ségou, Kayes, Timbuktu, Sikasso	Integración de la acuicultura con estanques estacionales	Desarrollo de acuicultura extensiva con la mejora de estanques estacionales y valles (bas fonds), suministro de equipos para la construcción de estanques individuales y colectivos, suministro de material para el bombeo de agua (energía solar)	
Proyecto de desarrollo de la piscicultura y de racionalización de la pesca (Proyecto FAO/PNUD MLI/86/001)	1987-1992	Niono/Office du Niger y Sélingue	Integración de estanques piscícolas con grandes perímetros de riego	Promover la cría de peces familiar, mejorar la pesca en lagos, canales de riego y estanques estacionales, distribuir alevines, formación de campesinos, difundir técnicas. Crear tres criaderos de alevines y un centro nacional de formación	El mayor problema fue la completa dependencia de los piscicultores del proyecto para todos los insumos y suministros. Problemas adicionales: depredación y robos, drenaje incompleto de los estanques, falta de participación de los campesinos en el mantenimiento de la infraestructura de riego .
FAO/Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA)	1996-2002	Mopti	Integración de la acuicultura en estanques estacionales y pozos de préstamo; producción de peces y piensos animales ( <i>Echinochloa stagnina</i> )	Diseminar tecnologías probadas, involucrar a los campesinos en el diálogo, demostrar tecnologías y prácticas para estabilizar la producción y promover la diversificación, proporcionar una plataforma para el diálogo político y el apoyo institucional.	Existe potencial para la integración del riego en la acuicultura en la región de Mopti a través de ONGs y grupos de campesinos, y en los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces en la Office du Niger.
PUFS (ONG suiza)	desconocido	Sikasso y Kadiolo	Integración de la acuicultura con pequeñas presas y estanques estacionales, cría de animales, huertos, cría de peces	Promover la gestión comunitaria de los estanques estacionales y las presas	Dificultad en gestionar y controlar el acceso a la pesca por la noche

**Cuadro 2.** Zonas agroecológicas en Malí (fuente: PESA, 1999)

Características	Zona I: Sáhara	Zona II: Sahel	Zona III: Sudán	Zona IV: Sudano - Guineana	Zona V: Delta central del río Níger
Localización	Incluye la parte norte del país (53%). El desierto ocupa la región de Kidal, ¼ de Timbuktu, y una gran parte de la región de Gao.	Incluye las partes media y baja del norte del país (zonas de escasa pluviosidad), incluyendo Mopti, Ségou y la porción restante de Timbuktu.	Incluye las regiones de Kayes, Koulikoro y partes de Sikasso y Bamako	Incluye la región de Bamako, y partes de Koulikoro, Kayes y Sikasso	Incluye ciertas partes de Ségou, Mopti, y Timbuktu. Se subdivide luego en el propio delta, el curso medio del Bani-Níger, el antiguo delta y la zona del lago.
Superficie (km <sup>2</sup> )	632 000	281 000	215 000	75 000	29 000
Lluvia (mm por año)	150	200-350 en el norte 360-600 en el sur	600-800 (5 meses de estación de lluvias)	Media de 1 000	250 en el norte 300 en el sur
Temperatura (°C)	12 (enero) 45 (mayo - junio)		26-28		
Vegetación	Desierto (arena) y bosques catalogados de repoblación	Sabana y estepa arbustiva dominada por especies que incluyen <i>Acacia senegalensis</i> , <i>Acacia seyal</i> , y <i>Créna bicolor</i>	Dominado por el bosque y la sabana arbustiva y especies que incluyen <i>Isobernia doka</i> y <i>Damiella olivier</i>	Plantas herbáceas resistentes, sabana arbustiva y bosque	Dominado por la <i>Acacia sieberiana</i> y <i>Vetiveria nigriflora</i> (las especies están determinadas por el tiempo que pasan sumergidas bajo el agua en las crecidas). Incluye las poblaciones más importantes de peces y aves del país
Suelo	Dunas de arena, muy susceptibles a la erosión eólica	Suelos tropicales ricos en hierro, fértiles y moderadamente vulnerables a la erosión	Muchos tipos diversos de suelos, incluyendo suelos rocosos y plintita tropical de hierro y aluminio (hard pan)	Suelos rojos tropicales con un ligero contenido de hierro, relativamente fértiles. También suelos hidromórficos de transición (suelos grises) apropiados para el cultivo de arroz y de hortalizas	Suelos hidromórficos aluviales
Sistemas de producción agrícola	Agropastoreo (cría de animales, huertos, cultivos de estación de lluvias)	Cría de animales, agricultura, recolección de productos naturales del bosque	Producción de cereales de la estación de lluvias, producción de algodón, inicio de desarrollo de la producción agropastoril junto a las zonas urbanas	Producción agropastoril. Los cultivos incluyen hortalizas, tabaco, maíz y sorgo	Arroz, caña de azúcar, producción de hortalizas en el delta y producción agropastoril en las llanuras inundables

**Cuadro 2 (continuación).** Zonas agroecológicas en Malí (fuente: PESA, 1999)

<b>Características</b>	<b>Zona I: Sáhara</b>	<b>Zona II: Sahel</b>	<b>Zona III: Sudán</b>	<b>Zona IV: Sudano – Guineana</b>	<b>Zona V: Delta central del río Níger</b>
Principales cultivos	Hortalizas, forraje, productos de origen animal	Productos de origen animal	Sorgo, maíz, algodón, cría de animales	Sorgo, maíz, tabaco, arroz, árboles	Arroz (cultivo predominante), sorgo, maíz
Recursos hídricos	Sin aguas superficiales	Lagos situados cerca del río Níger, estanques permanentes y temporales (mares), importantes recursos de aguas subterráneas	Ríos, canales y estanques estacionales suministran agua superficial todo el año	Agua superficial abundante	Presas en la Office du Niger y Selingué, importantes recursos hídricos subterráneos del río Níger, elevado flujo de agua de julio a septiembre en Segou, de octubre a diciembre en Mopti y de diciembre a febrero en Gao
Oportunidades para el desarrollo de la IIA	Servicios de apoyo disponibles Existencia de organizaciones de campesinos Recursos de tierra y pastos disponibles	Disponibilidad de mercado Existencia de organizaciones de campesinos Recursos de tierra y pastos disponibles	Recursos importantes de aguas superficiales Recursos ganaderos importantes y diversificados Presencia de mercados y plantas de procesamiento Existencia de organizaciones de campesinos Infraestructura socioeconómica importante	Tierra disponible Recursos importantes de aguas superficiales Recursos ganaderos importantes y diversificados Disponibilidad de mercado Elevada densidad de servicios de apoyo disponibles	Elevado potencial de riego Importante zona de inundaciones Recursos de forraje y pastos disponibles ( <i>Echinochilon stagnina</i> ) Diversidad biológica importante Elevada densidad de población
Limitaciones al desarrollo de la IIA	Baja densidad de población Recursos hídricos muy limitados Clima árido, vientos fuertes Pobreza de la población Falta de infraestructura socioeconómica	Disponibilidad de agua decreciente Desertificación de los recursos naturales y del ambiente Falta de infraestructura socioeconómica	Elevadas presiones sobre el uso de la tierra Fertilidad del suelo decreciente Acidificación del suelo Falta de recursos para el pastoreo	Poco acceso Enfermedades parasitarias (enfermedad del sueño) Infraestructura socioeconómica insuficiente	Degradación de los suelos Conflictos entre agricultores y ganaderos Biodiversidad decreciente

**Cuadro 3.** Sistemas de riego, zonas agroecológicas donde se encuentran, su potencial para la integración con la acuicultura y limitaciones a la integración

Sitio o zona agroecológica	Sistema	Sistema potencial para la IIA	Ventajas	Problemas a resolver
Sitio núm. 1: Zona agroecológica sudano-guineana y guineana. (Selingué/Sikasso y Manatali/Kayes)	Grandes perímetros de regadío Office du développement rural de Sélingué, y Projct de développement de l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal (presas de Sélingué y Manatali)	Estanques piscícolas construidos junto a los canales de riego Siembra en los canales de riego Siembra en pozos de préstamo Mejora del cultivo tradicional combinado de arroz y peces	Disponibilidad permanente de agua Sistemas de agua por gravedad Presencia de una estructura administrativa responsable de la extensión y gestión de los recursos hídricos Buena construcción de los arrozales Disponibilidad de alevines en los canales	Falta de tierra/sitios disponibles Falta de recursos para explotar la tierra disponible Falta de beneficios económicos de la producción integrada Dependencia de organizaciones responsables de la gestión del agua, resistencia a la integración con la acuicultura Configuración topográfica inadecuada Costes de alquiler y arrendamiento Ciclos cortos del arroz Falta de conocimientos técnicos
Sitio núm. 2: Zona sudano-guineana y una parte del delta del río Níger Office du Niger/Ségou y Office du développement Baguiménda/Koulikoro)	Grandes perímetros hidro-agricolas de regadío (Office du Niger y Office de développement rural Baguiménda/Koulikoro)	Estanques piscícolas construidos junto a los canales de riego Mejora del cultivo tradicional combinado de arroz y peces Siembra en los canales de riego y drenaje	Disponibilidad permanente de agua por gravedad Alevines disponibles en los canales de riego Buena construcción de los arrozales Organizaciones de productores	Pago de arrendamiento y alquiler de la tierra Falta de tierra disponible Dependencia de la organización responsable de la gestión del perímetro Ciclos cortos de producción de arroz Falta de conocimientos técnico Necesidad de modificar la construcción de arrozales para acomodar el cultivo de peces
Sitio núm. 3: Delta interior del río Níger (Mopti, Dagawomina) y partes de la zona sudano-guineana en Sikasso y Kayes	Estanques estacionales (mares) y pequeñas presas y pozos de préstamo (utilizados para la fabricación de ladrillos)	Mejora de la siembra, alimentación y prácticas de gestión del cultivo tradicional combinado de arroz -peces- huertos-sistemas de producción animal	Agua gratuita (no hay pago en efectivo) Tierra disponible (numerosos sitios) Presencia de peces	Aterramiento de algunos sitios Gestión comunitaria y potencial para conflictos (competencia entre pescadores, pastores, campesinos y horticultores) Volumen y duración del agua variables Dificultad de acceso a algunos sitios Los costes asociados a la construcción para mejorar los sitios son elevados en algunos casos (económicos) Falta de conocimientos técnicos

**Cuadro 4.** Calendario de pesca en el delta del río Níger (Fuente: Unité de Coordination Nationale du PMEDP/ Direction nationale de l'aménagement et de l'équipement rural/Ministère du développement rural, julio de 2001)

Mes	Hidrología	Actividad de los peces	Actividad pesquera	Aparejos utilizados <sup>1</sup>
julio-agosto	Inundaciones	Migración lateral, reproducción	No muy activa	Esparavel, redes barrederas, presas (jaulas, palangres?)
septiembre–octubre–noviembre	Máximo nivel del agua	Migración a las llanuras inundables, crecimiento de los peces (máximo de alimentos)	No muy activa	Arpones, redes barrederas, esparavel (palangres, jaulas)
noviembre–febrero	Zonas de recesión de inundaciones	Migración, regreso al río	Comienzo de las actividades de pesca	Presas, esparavel, redes de cerco
marzo–junio	Niveles bajos de agua	Peces atrapados en los lechos de los ríos	Actividades de pesca intensiva, pesca colectiva	Redes de cerco, esparavel, redes barrederas, jaulas, palangres, pesca colectiva

<sup>1</sup> Muchas de las redes utilizadas en Malí se importan de Corea, Japón e India, a través del puerto de Lomé. Algunas de estas redes también se exportan desde Malí a los países vecinos.

Han organizado muchas sesiones de formación, tanto para campesinos como para técnicos. Sin embargo, muchas de estas sesiones han versado sobre técnicas y tecnologías de pesca no siempre válidas para las condiciones en Malí.

Malí ha desarrollado también Cámaras de Agricultura (CAM), que representan a varios grupos de productores incluyendo aquellos que se dedican a la agricultura, la ganadería, el sector forestal y la pesca. Se encuentran representados desde el nivel de aldea hasta el nivel nacional en la Asamblea Permanente de las Cámaras de Agricultura de Malí (APCAM). Además, cada perímetro de riego de gran escala tiene su personal de extensión (Coulibaly, com. pers.).

Aparte de los ministerios gubernamentales, cada municipio en el país tiene un plan de acción y un plan de desarrollo comunitario y un presupuesto. Los alcaldes y sus consejeros son responsables de la implementación de estos planes y el personal nombrado por el gobierno (prefectos y subprefectos) es tan solo responsable de controlar la legalidad de las actividades previstas. Muchos de estos municipios ya han identificado estanques estacionales (*mares*) y áreas de tierras bajas (*bas fonds*) para obtener mejoras. (Coulibaly, com. pers.).

### Sistemas de IIA en Malí

Los sistemas de IIA que se realizan actualmente en Malí (y su emplazamiento geográfico) incluyen:

1. Acuicultura en los arrozales en perímetros de riego de gran tamaño (Niono/Office du Níger, Sélingué/Office de développement

rural de Sélingué, Baguiménda/Office de développement de Baguiménda, Mopti/Office du riz de Mopti).

2. Acuicultura extensiva en estanques estacionales y tierras bajas, asociada con el cultivo de huertos y/o la ganadería (Kayes, Sikasso, Dagawomina, Gnimitoongo y Koubi/Mopti).
3. Acuicultura extensiva y producción de forraje para ganado en estanques estacionales y pozos de préstamo (Mopti, Niono, Sélingué).
4. Acuicultura semi-intensiva con producción de hortalizas, árboles frutales y arroz por agricultores privados (Baguiménda/Koulikoro).

El Cuadro 5 resume la disponibilidad general de recursos requeridos para las actividades de IIA en Malí. Los sistemas de IIA con mayor potencial para un desarrollo exitoso incluyen:

1. *Acuicultura intensiva en los arrozales en grandes perímetros de riego.* La acuicultura en los arrozales tiene un potencial considerable en Malí. Sin embargo, la misión observó que los campesinos dudaban a la hora de practicar la integración de la acuicultura en los arrozales. Los miembros de la Asociación de Acuicultores de la *Office du Niger* indicaron que no están interesados en ejercer la acuicultura intensiva en los arrozales debido al acceso limitado a las tierras de regadío adecuadas para la producción de arroz, el tipo de ingeniería de riego utilizado para crear sus arrozales (que puede no ser propicio para la producción pesquera) y el temor a perder la fertilidad de los mismos. La disponibilidad de agua, el ciclo corto de producción del arroz y los requisitos del mercado para peces de gran

tamaño fueron igualmente mencionados como limitaciones a la hora de integrar la acuicultura en los arrozales.

El arroz constituye la principal fuente de ingresos para muchos agricultores, incluso por delante de las cebollas. Sin embargo, los campesinos ya capturan peces silvestres en sus arrozales y en las llanuras inundables estacionales (aproximadamente 25 kg/ha). El personal de la FAO en el país era escéptico sobre la viabilidad económica de la acuicultura en los arrozales y el personal de la Office du Niger no fomenta la integración de la acuicultura con el arroz en sus zonas de riego. Sin embargo, debido a la amplitud del área en la que se practica el cultivo del arroz de regadío y el hecho de que la captura de peces en los arrozales es una práctica tradicional (aunque a escala limitada), este sistema podría tener un gran potencial si se superan las dificultades.

2. *Acuicultura tradicional en estanques estacionales, asociada con el cultivo de huertos y la ganadería.* Miller (2000) sugirió que debería promoverse la demostración de la acuicultura artesanal en las marismas con técnicas de siembra mejoradas, de forma específica en Dagawomina y Gnimitongo. El equipo de la IIA apoya esta recomendación, con el potencial adicional de desarrollar y mejorar la gestión y almacenamiento del agua en estanques estacionales y pozos de préstamo. Según los informes del PESA, las actividades de acuicultura en Mopti se centran en mejoras de los estanques estacionales (*mares*) y los pozos de préstamo. Hay más de 10 aldeas en Mopti involucradas en mejorar los diques de los estanques estacionales. Los beneficios de estos estanques incluyen no solamente el pescado y el almacenamiento de agua, sino también la producción de gramíneas para forraje (*Echinochloa stagnina*) y hortalizas. Estas aldeas han organizado comités de co-gestión, así como grupos de mujeres para el cultivo de huertos y la comercialización del pescado (Bamba y Kienta, 2000).

3. *Acuicultura en llanuras aluviales inundables* (cerramiento de las vías de evacuación del agua y captura del agua y los peces). A pesar de que el equipo no visitó sistemas en los que se explotaban las llanuras aluviales inundables, el uso de estas llanuras para la producción pesquera, de hortalizas y de cereales, así como para la producción ganadera, es un sistema agrícola practicado de forma común en Malí, en especial en el delta del río Níger. Si se pudiesen desarrollar técnicas de bajo coste para mejorar estos sistemas tradicionales, se podrían

incrementar tanto el nivel de integración como los beneficios de la producción.

## Oportunidades de la IIA

Existe un buen número de actividades acuícolas que han sido lanzadas con éxito en Malí, pero que no son conocidas y deben por ello recibir amplia difusión. La acuicultura en los sistemas de riego podría convertirse en un componente importante en la segunda fase del PESA.

Sanni y Juanich (2001) informaron igualmente de diversas oportunidades para el desarrollo de la IIA, entre las que se incluyen:

- Recursos de tierra y agua sin explotar potencialmente importantes y la elevada demanda para zonas de riego que no se puede satisfacer debido a los altos costes.
- La elevada prioridad que conceden los gobiernos a las cuestiones de seguridad alimentaria.
- La actual política de transferir la responsabilidad de la gestión de las zonas de riego a los beneficiarios, junto a la adopción de enfoques participativos y de género para el desarrollo de servicios de apoyo.
- Las políticas de diversificación que llevan a cabo los gobiernos, mejor adaptadas al nuevo contexto económico y que ofrecen mayores posibilidades a los pequeños campesinos de elegir las empresas para un desarrollo óptimo de las zonas de riego.
- Las tradiciones existentes de practicar el riego (los campesinos tienen los conocimientos técnicos necesarios para producir cultivos de regadío como arroz y hortalizas) combinadas con la elevada motivación de los productores (comunidades rurales y el sector empresarial privado) y un interés por parte de los donantes en el desarrollo del sector de la irrigación.
- Concienciación de los funcionarios del gobierno sobre el declive de la producción pesquera.
- Buenos mercados locales para el arroz y el pescado, así como buenas perspectivas para crear mercados regionales.

El equipo actual identificó las siguientes oportunidades y factores adicionales que favorecen el desarrollo de las actividades de IIA:

### 1. Interés

La gente en Malí consume mucho pescado, la producción de pescado natural ha disminuido y es errática y hay un número elevado de pescadores profesionales. La diversificación de la producción

**Cuadro 5.** Disponibilidad de recursos esenciales para las actividades de IIA

Actividad	Recursos e insumos requeridos	Disponibilidad	Fuente	Coste
Acuicultura	Agua	✓	Mares, pozos de préstamo, perímetros de riego	Variable
	Mano de obra	✓	Hombres, mujeres, pescadores	1000 FCFA/día
	Tierra	✓	Agencias de desarrollo rural	60 000 FCFA/ha/año
	Alevines	✓	Silvestres en aguas naturales	20 FCFAc/u
	Aparejos	✓	Mercados locales, importaciones	Variable
	Piensos	✓	Procesamiento de arroz y algodón	300 – 5 000 FCFA/kg
		(pero costosos)		
	Información	limitada	Estación piscícola de Molodo	Transporte
Riego	Agua	✓	Ríos, estanques estacionales, pozos de préstamo, perímetros de riego, fuentes de aguas subterráneas	60 000 FCFA/ha/año (media)
	Mejora de la tierra	✓	Consultores, DNAER, perímetros de riego	Variable <sup>1</sup>
			(pero costosos)	
	Bombas	✓	Sector privado, ONGs, importaciones	Variable
	Repuestos	✓	Sector privado	Variable
	Combustible	✓	Sector privado	350 FCFA/litro
	Información	✓	Zonas de riego, gobierno	Gratuito

<sup>1</sup> Los documentos del PESA indican costes de hasta 4 000 000 de FCFA para mejorar los sistemas de riego de los estanques estacionales en Mopti (PESA, 2000).

agrícola y económica y el incremento de la capacidad de riego es una prioridad tanto para el gobierno como para la población local.

## 2. Agua

Los ríos Níger y Senegal y sus llanuras inundables, el Sankanri y las presas de Manantali y Selingué ofrecen importantes recursos hídricos y un inmenso potencial para el riego. Además, a diferencia de Senegal, la mayoría de estos recursos pueden explotarse utilizando sistemas de riego que funcionan por gravedad. El agua es una prioridad para el gobierno y éste concede una particular importancia a los perímetros de riego creados por sociedades paraestatales.

## 3. Economía

Pescado, algodón y cebollas son importantes productos de exportación en Malí. La producción de algodón y cebollas requiere riego y/o gestión del agua y la acuicultura podría integrarse en sus sistemas productivos. La devaluación del Franco CFA y la importancia de los mercados regionales del pescado hacen que los productos de las actividades de la IIA sean particularmente atractivos en Malí.

## 4. Conocimientos

Todos los perímetros de riego tienen personal responsable de la extensión. Es más, las prácticas y perímetros de riego existen desde hace tiempo y hay una masa crítica de

conocimientos y pericia sobre irrigación en el país. Además, los malienses figuran entre los pescadores de más éxito en la región y tienen sólidos conocimientos de la pesca de captura, que podrían ser explotados y transformados para los sistemas acuícolas.

## 5. Oportunidades institucionales

Malí es miembro de numerosas organizaciones que promueven la gestión de los recursos acuáticos y otros recursos naturales, lo que demuestra un interés por parte del gobierno en una mejor gestión de los recursos naturales. La reciente reorganización de las actividades pesqueras, pasando de la DNFF a la DNAER –que está alojada en el mismo ministerio como personal de extensión agraria–, podría también facilitar el desarrollo e implementación de las actividades de la IIA. La descentralización de la gestión de las actividades de desarrollo al nivel local también facilita la evolución de la IIA. Además, existen numerosos comités de gestión de las aldeas que gestionan los estanques estacionales y presas (por ej. en Sikasso, Kadiolo, Mopti), que son esenciales para el desarrollo de la IIA.

## 6. Disponibilidad de insumos

Hay disponibles subproductos agrícolas, incluyendo salvado de arroz y harina de algodón, junto a numerosas especies de peces y de alevines silvestres en cuerpos de agua naturales.

## Limitaciones a la IIA

Las limitaciones para el desarrollo de la IIA pueden agruparse en técnicas, medioambientales, institucionales y socioeconómicas.

Las limitaciones técnicas incluyen el desafío de desarrollar tecnologías de bajo coste o hacer un uso más rentable de los sistemas existentes sin incrementar los costes asociados. La necesidad potencial de modificar las zonas de riego a gran escala para permitir un cultivo mixto de peces en los arrozales, supone una limitación importante. En el pasado, los suelos arenosos y las altas tasas de infiltración limitaban el desarrollo de la acuicultura en algunas áreas, pero los técnicos han descubierto que estos problemas se solucionan con el tiempo y la infiltración representa un problema en la actualidad tan solo en emplazamientos nuevos o rehabilitados recientemente. Los costes de los piensos y los de intensificación de la producción representan también un desafío para los agricultores pobres. Deben desarrollarse tecnologías que permitan a los campesinos usar piensos y fertilizantes que se produzcan en las mismas explotaciones agrícolas, o en la comunidad.

Las limitaciones medioambientales incluyen los suelos arenosos y rocosos, la insuficiencia de lluvias en una gran parte del país, unida a una elevada tasa de evaporación y las limitaciones topográficas en muchos sitios. El suministro de agua es errático en los estanques estacionales, en particular durante los años de sequía.

Las limitaciones socioeconómicas incluyen un gran número de actividades generadoras de ingresos disponibles para los campesinos en los perímetros de riego, y que compiten entre sí y pueden limitar el tiempo e interés que los agricultores dediquen a la acuicultura. El tamaño de las parcelas entregadas a las familias en los grandes perímetros de riego puede ser insuficiente para una producción combinada. Además, las dificultades inherentes al trabajo con pescadores nómadas y las cuestiones de tenencia y acceso a la tierra entre pescadores y campesinos, junto a los recursos utilizados por miembros de múltiples comunidades, pueden también plantear problemas. Los robos nocturnos por parte de pescadores profesionales provistos de redes han sido mencionados también como una limitación al desarrollo de las actividades de la IIA. En algunos perímetros de riego, como el de Banguimenda, los estanques piscícolas de las familias han sido completamente abandonados a causa de los robos.

En el aspecto institucional, Malí es uno de los pocos países que carecen de un departamento o de un programa nacional de pesca. *La Section*

*d'aménagement et gestion des ressources halieutiques* es tan solo una sección de la DNAER, perteneciente al Ministerio de Desarrollo Rural. Se encuentra situada fuera de la esfera de muchos organismos con poder de decisión, y carecen de quien represente directamente sus intereses frente a las autoridades. Es más, todas las infraestructuras de pesca han sido transferidas a las comunidades locales con la implementación de políticas de descentralización. Además, los conocimientos sobre la acuicultura, la investigación y la extensión en Malí han sido limitados. La actual falta de fondos para las actividades del PESA en este país y la ausencia de colaboración y coordinación entre las actividades del PESA y del DNAER son otra limitación para el desarrollo de la IIA. Por último, algunos de los grandes perímetros de riego no permiten la integración de la acuicultura con el cultivo de arroz en los canales de drenaje por temor a que esos sistemas puedan conducir a su bloqueo o creen dificultades para el drenaje durante el período de recolección. Otras cuestiones institucionales adicionales son:

- los enfoques a los proyectos en el pasado, que no dejaban a los beneficiarios participar en el proceso de toma de decisiones;
- la falta de concienciación pública sobre la acuicultura como actividad generadora de ingresos;
- la falta de información y datos de las operaciones acuícolas exitosas;
- la falta de fondos para el Departamento de Pesca y Acuicultura, y falta de personal formado en acuicultura;
- el exceso de énfasis en el desarrollo de infraestructuras innecesarias, como los centros de producción de alevines;
- la falta de actividades de extensión acuícola regulares y fiables;
- la ausencia de estadísticas sobre pesca y acuicultura;
- la falta de participación de las universidades y los institutos de investigación en la organización de estudios sobre acuicultura y la recolección de datos;
- los enfoques excesivamente técnicos y costosos utilizados en proyectos en el pasado, sin tener en consideración el contexto local;
- la ausencia de personal cualificado con buenos conocimientos de la acuicultura y la IIA;
- la falta de enfoques participativos utilizados en proyectos de desarrollo previos;
- la falta de coordinación entre proyectos y actores en el campo del riego y la acuicultura
- la insuficiente organización de actividades de extensión;

- la ausencia de un paquete de tecnologías de IIA adaptado a las circunstancias y necesidades locales.

### **Recomendaciones para el desarrollo de la IIA en Malí**

El desarrollo de la IIA en Malí debe ser visto en el contexto del Estudio de acuicultura regional de África (FAO, 2000) que decidió el establecimiento de políticas de desarrollo nacional y un Plan de Desarrollo de la Acuicultura en consulta con las partes implicadas, para reducir la infraestructura costosa e insostenible, promover y facilitar la producción de semillas y piensos por el sector privado, impulsar el crédito para los productores de media y gran escala, revisar la extensión en la acuicultura (estableciendo una estructura flexible y eficaz para cubrir las necesidades de los productores), defender tecnologías existentes favorables a los campesinos que usan especies ya disponibles para el cultivo y materiales locales y facilitar la formación de asociaciones de agricultores.

De forma específica para Malí, y basadas en la información adicional de los informes de misión de Miller, Sanni y Juanich, existen oportunidades para la integración de la acuicultura, en particular en los ambientes pantanosos y los arrozales. La agricultura artesanal en las marismas puede promoverse en Dagawomina y Gnimitongo, mientras que la IIA en los sistemas de acuicultura en los arrozales tiene potencial en las áreas de Mopti, Koulikoro, y Kayes. La integración de la acuicultura en los arrozales puede realizarse en forma intensiva en áreas arroceras de regadío con un control completo del agua, mientras que es necesario gestionar las inundaciones en las tierras bajas antes de promover formas más intensivas de integración. Las opciones mejoradas de acuicultura en los arrozales existen sobre todo a lo largo de cursos de agua y en zonas de manglares (siempre que se respeten las consideraciones medioambientales en estos frágiles ecosistemas). El desarrollo debe basarse en una mejora de los conocimientos locales y un incremento de la capacidad también a nivel local y es necesario concienciar para una gestión integrada de las plagas.

Para alcanzar una elevada tasa de adopción, es necesario usar enfoques participativos y mejorar la colaboración entre las ONGs, otras iniciativas financiadas por los donantes, asociaciones de voluntarios, organizaciones de base comunitaria, grupos de mujeres y organizaciones de investigación involucrados en las actividades de IIA. Deberían evitarse los subsidios.

Otros aspectos que requieren atención incluyen la reducción de las pérdidas postcosecha –en especial en Mopti y Nione–, la promoción de opciones de ahorro y crédito rurales, el establecimiento de programas de comunicación sobre historias de éxito en la acuicultura y el suministro de apoyo logístico para las actividades de extensión acuícolas.

La *Direction nationale d'aménagement et équipement rural* (DNAER) del *Ministère du Développement Rural* debería centrarse en:

1. Identificación y formación del personal de DNAER en acuicultura e IIA, e incremento de los niveles de personal.
2. Evaluación y seguimiento de las actividades de IIA en el PESA y estudios de viabilidad para definir zonas y emplazamientos prioritarios para la IIA.
3. Desarrollo de un paquete de tecnologías de IIA adaptadas a los sitios y sistemas prioritarios (investigación aplicada).
4. Armonización de las intervenciones entre los diferentes socios y actores del desarrollo, e incremento de la colaboración entre especialistas y profesionales de la irrigación y la acuicultura.
5. Identificación y formación de los socios de los sectores público y privado (organizaciones de campesinos, personal de extensión, ONGs).
6. Formación de los productores.

Las organizaciones externas, como la FAO, deben proporcionar apoyo para reforzar la capacidad de la DNAER para gestionar las actividades de IIA en términos de administración, formación y extensión/comunicación. Un programa PESA renovado y reforzado debería centrarse también en las actividades de la IIA.

### **Conclusiones**

Malí tiene todos los recursos esenciales necesarios para producir grandes cantidades de pescado. Hay disponible tierra, agua, mano de obra, alevines, insumos y conocimientos indígenas sobre la pesca de captura continental. Sin embargo, existen costes de oportunidad asociados con el uso de cada uno de estos recursos y en muchos casos los usos alternativos de estos insumos son más rentables que su utilización para la producción acuícola. Por ejemplo, la tierra con acceso al agua durante todo el año y las tierras de regadío pueden destinarse a la producción de cultivos comerciales como hortalizas o a cultivos de subsistencia como el arroz. Los cultivos

comerciales pueden generar varias veces más ingresos por metro cúbico de agua que la acuicultura.

En áreas que no requieren bombeo de agua, la acuicultura puede ser más rentable, pero en estos sitios el agua no siempre está disponible a lo largo de todo el año (en general estanques estacionales, pozos de préstamo, llanuras aluviales inundables y lagos). Es más, estos lugares no siempre ofrecen el potencial para un drenaje completo de los estanques piscícolas. También existe competencia por los usos del agua, incluyendo el cultivo de huertos y la cría de animales. Estos usos del agua y la tierra que compiten –en general más rentables– requieren el desarrollo de sistemas acuícolas innovadores que no estén orientados a la producción principal de peces, sino más bien a una producción adicional o secundaria. Se requiere el desarrollo de la producción pesquera en sistemas de ciclo corto, utilizando técnicas de bajo coste disponibles a nivel local, que permiten la producción con una mínima competencia con otro tipo de explotaciones más rentables.

Es necesario investigar más sobre la producción rentable de especies piscícolas locales y sobre sistemas extensivos de producción acuícola y sistemas de IIA en estanques estacionales y lagos. Hay que tomar en consideración los usos que compiten por recursos limitados, en especial el agua. La acuicultura debe integrarse en los sistemas agrícolas locales, así como en los sistemas de riego.

## Referencias/Otras lecturas

- Bamba, A. & Kienta, M.** 2000. Intégration irrigation-aquaculture, Étude de cas de Dagawomina/Mopti. Rapport de mission. Bamako (Mali), FAO/PSSA.
- Coche, A.G.** 1998. Supporting aquaculture development in Africa: Research Network on Integration of Aquaculture and Irrigation. *CIFA Occasional Paper* No. 23. Accra, FAO. 141 pp.
- Collart, A.** 1986. Les possibilités de développement de la pisciculture au Mali. Rapport de mission. Bamako (Mali), FAO.
- DNAER.** 1997. *Schéma Directeur de Développement de la Pêche et de la Pisciculture*. Bamako, Direction Nationale de l'Aménagement et d'Équipement Rural, Ministère du Développement Rural et de l'Environnement. 61 pp.
- DNAER.** 2001. *Aspects Socioéconomiques de la Pêche au Mali*. Bamako, Direction Nationale de l'Aménagement et d'Équipement Rural, Ministère du Développement Rural et de l'Environnement/ Unité de Coordination Nationale du PMEDP. 15 pp.
- FAO.** 2000. Africa Regional Aquaculture Review. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 22–24 September 1999. *CIFA Occasional Paper* 24. Accra, FAO. 50 pp.
- Kelepily, M.** 2001. *La pisciculture extensive dans les cercles de Sikasso et Kadiolo: contraintes et perspectives*. Mémoire de fin de cycle présenté pour l'obtention du Diplôme de l'IPR/FRA de Katibongou. Katibongou (Mali).
- Kienta, M.** 2001. Formation en pisciculture villageoise (extensive) site PSSA de Mopti/Mali (Dagawomina et Gnimitongo). Rapport de mission. Bamako (Mali), FAO/PSSA.
- Kone, S. & Sangono, B.** 2000. Rapport de l'atelier de formation des agents et partenaires du PSSA en diagnostic participatif et initiation à l'analyse socio-économique selon le genre (ASEG), tenu à Kangaba du 06 au 15 novembre 2000. Bamako (Mali). 63 pp.
- Miller, J.** 2000. Mission for Integrated Irrigation Aquaculture. Sénégal, Mali, Niger and Burkina Faso. Mission report, December 1999 – January 2000. Roma, FAO. 76 pp. (inédito)<sup>1</sup>.
- Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O.** 2001. Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO. 75 pp.
- Projet développement pisciculture Mali.** 1992a. Rapport de synthèse sur le test de pisciculture dans les zones d'Emprunt du périmètre de Sélingue. Région de Sikasso, Mali (86/011-PNUD/FAO). Bamako (Mali), FAO.
- Projet développement pisciculture Mali.** 1992b. Compte Rendu des Travaux du 1er Atelier du Projet de Pisciculture tenu à Sélingue du 13 au 15 août 1992. Région de Sikasso, Mali (86/001/ PNUD/FAO). Bamako (Mali), FAO.
- PSSA.** 2000. Rapport de l'atelier de formation des agents et partenaires du PSSA en diagnostic participatif et initiation à l'analyse socio-économique selon le genre (ASEG), tenu à Kangaba du 06 au 15 novembre 2000. Bamako, Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire, Ministère du Développement Rural and FAO.
- Sanni, D. & Juanich, G.** 2001. Étude de faisabilité de la rizipisciculture en Afrique de l'Ouest. Rapport principal, 87 pp. (inédit).

<sup>1</sup> Una versión modificada de este informe está incluida en este volumen (ver Capítulo 5).

- PESA.** 1999. Agrœcological zones in Mali. Bamako, Programa Especial para la Seguridad Alimentaria.
- PESA.** 2000. Fiche d'Information (GCSP/MLI/022/ NET). Bamako, Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. 25 pp.
- Van der Mheen, H.** 1996. Feasibility study for integrating aquaculture and irrigation at the pilot sites of the Special Programme for Food Security in Zambia. Mission report (26 November-1 December 1996). Harare, FAO/PESA. 24 pp.
- Van der Mheen, H.** 1997. *Integrated small scale irrigation and aquaculture.* Mission report. Harare, FAO/Fisheries Programme. 52 pp.
- Van der Mheen, H.** 1999. *Adoption of integrated aquaculture and irrigation.* A study conducted in Zambia and Tanzania. ALCOM Working Paper 23. 18 pp.

## EL POTENCIAL PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA (IIA) EN SENEGAL

Jennifer Peterson<sup>a</sup>, Mulonda Kalende<sup>b</sup>, Djawadou Sanni<sup>c</sup>, Mamadou N'Gom<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Helen Keller International, Conakry, Guinea

<sup>b</sup>Oficina Regional de la FAO para África, Accra, Ghana

<sup>c</sup>Consultor de la FAO, Porto Novo, Benin

<sup>d</sup>Departamento de Pesca Continental y Acuicultura, Dakar, Senegal

**Peterson, J., Kalende, M., Sanni, D. & N'Gom, M.** 2010. El potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en Senegal. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 97–119.

### Resumen

El trabajo ofrece un análisis del potencial para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Senegal. Está basado en información general obtenida de talleres y reuniones facilitadas por la FAO en 1999 y 2000, así como en un informe de campo de una misión en Senegal realizado por expertos en agronomía, acuicultura y socioeconomía en diciembre de 2001. Se concluye que Senegal dispone de todos los recursos esenciales para producir grandes cantidades de pescado. Sin embargo, existen costes de oportunidad relacionados con el uso de cada uno de estos recursos. Los usos de las tierras y del agua que suponen competencia y son en general más rentables, requieren el desarrollo de sistemas de acuicultura innovadores que no estén diseñados principalmente para la producción de peces, sino más bien para una producción de peces accesoria o secundaria. Se requiere el desarrollo de la producción pesquera en sistemas de ciclo corto, utilizando técnicas de bajo coste disponibles localmente, que permitan producir pescado en mínima competencia con otras explotaciones más rentables. La integración de sistemas de acuicultura extensiva de bajo coste en sistemas de riego y producción existentes, es una posible solución a la situación. Es necesario investigar más la producción rentable de especies de peces locales y los sistemas de producción de acuicultura extensiva. La competencia entre usos de unos recursos limitados –especialmente el agua– necesita ser tomada en consideración y la acuicultura debería integrarse en los sistemas agrícolas locales, más que en los sistemas de riego, per se.

### Introducción

Situado en el extremo occidental del Sahel, Senegal tiene el consumo de pescado per cápita más alto de África (37 kg /persona /año). Desafortunadamente, la producción pesquera continental ha ido disminuyendo de forma constante. A pesar de contar con una extensa red hídrica que incluye los ríos Senegal, Gambia y Casamance, así como más de 500 km de litoral del océano Atlántico, Senegal sufre de una grave falta de agua. Algunas zonas del país reciben menos de 300 mm de agua al año y las lluvias han disminuido en una media de 10 a 20 mm por año desde la década de 1980 (CILSS, 1995).

Debido a la importancia de los recursos hídricos nacionales y regionales en el país y a la disponibilidad menguante de pescado, el gobierno de Senegal presentó una solicitud a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para participar en un programa regional de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA).

Se envió una misión a Senegal en noviembre de 2001 para explorar oportunidades para el desarrollo de actividades de IIA en el país. Este informe presenta las conclusiones de la misión. Las conclusiones de anteriores misiones de la FAO a Senegal para explorar los recursos de acuicultura (diciembre de 2000; Miller, 2000) y para examinar la posibilidad de integrar la acuicultura en los sistemas de producción de arroz (marzo de 2001; Sanni y Juanich, 2001) fueron tomadas en consideración durante la elaboración de este informe.

### La misión

En esta misión de exploración de la IIA en Senegal participaron tres especialistas técnicos: un economista social –el director del equipo–, un especialista en riego y un especialista en acuicultura. A ellos se les unió en Senegal un especialista en acuicultura del Departamento de Pesca Continental y Acuicultura, que participó

en todos los ejercicios de campo y en el análisis de los resultados, evaluando las oportunidades potenciales y las limitaciones para el desarrollo de actividades de IIA en el país. Esto se realizó tomando como base (i) la revisión de la documentación disponible; (ii) reuniones con el Oficial de Programas de la FAO, el Coordinador del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de la FAO (PESA), personal del Departamento de Pesca Continental y Acuicultura, representantes de organizaciones de donantes, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, incluidos el Centro de Control del Medio Ambiente, el Servicio de Hidrología y el Centro de Asistencia, Experimentación y Extensión de la Pesca Artesanal (CAEP); y (iii) visitas de campo a tres regiones del país, incluyendo Saint Louis y el valle del río Senegal (Richard Toll, Matam y Bakel), Tambakunda (Mbouléme y Kédougou), y Kolda (Anambé).

Las conclusiones principales incluyen una lista de actividades de IIA pasadas, presentes y futuras, una evaluación del potencial de desarrollo de la IIA y su integración en los sistemas agrícolas locales y una lista de oportunidades y otra de limitaciones de este desarrollo. En general, los cambios principales en la situación de la IIA desde las visitas anteriores incluyen la creación de un Ministerio de Pesca en Senegal que funciona de forma independiente y la puesta en marcha de proyectos de acuicultura financiados por Taiwán Provincia de China y el gobierno de Bélgica.

## **Actividades de IIA pasadas, presentes y previstas**

### **Actividades del Gobierno**

Aunque el gobierno no ha promocionado la integración de los sistemas de riego y acuicultura per se, ha respaldado activamente el desarrollo de las infraestructuras de riego. Además, ha colaborado con iniciativas de acuicultura financiadas por donantes llevadas a cabo por ONGs. Actualmente, el gobierno tiene tres programas para fomentar la acuicultura. Aunque estos programas no tienen específicamente como objetivo la integración de sistemas de irrigación y acuicultura, todas las áreas incluidas en esos programas requieren del riego como soporte de la acuicultura y, por tanto, hay implicada una cierta dosis de integración.

Los programas actuales incluyen: el desarrollo de la investigación en acuicultura y actividades de extensión en Richard Toll, apoyadas por Taiwán Provincia de China; la investigación de

las posibilidades de desarrollo de técnicas de control biológico en el medio acuático para controlar las malas hierbas en los canales de riego, financiada por la *Cooperation Belge*; y actividades que promuevan la creación de una red de acuicultura para jóvenes financiada por el *Ministère d'Emploi*. Ninguno de estos programas promueve la reutilización del agua o la integración de forma específica. Cada uno de estos programas se describe con más detalle en el Cuadro1.

### **Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA)**

Durante la misión, 200 especialistas venidos a Senegal desde Viet Nam estaban implementando el PESA sobre el terreno. Las actividades incluyen la promoción de la horticultura comercial, el procesamiento agrícola y acuícola, el cultivo de arroz, la agrosilvicultura, la avicultura, la apicultura y la acuicultura. Los técnicos Viet Namitas que trabajaban con miembros de la comunidad local han mejorado los estanques estacionales y desarrollado sistemas de integración de la acuicultura y el riego en Kédougou, Vélingara y Fatik. También han desarrollado estanques piscícolas tradicionales integrados en sistemas de riego de horticultura en Matam. En la mayoría de los casos, los técnicos Viet Namitas facilitaron asesoramiento técnico así como insumos de alimento y fertilizantes para las comunidades del proyecto.

### **Actividades de los donantes y de las organizaciones no gubernamentales (ONG)**

#### *USAID/Cuerpo de Paz*

Desde 1981 hasta 1986, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en asociación con el Cuerpo de Paz de EE.UU. financiaron el desarrollo de la acuicultura en el valle del río Senegal (Richard Toll, Dagana, Podor, Matam y Bakel). Los objetivos eran demostrar la viabilidad de la piscicultura en el valle del río Senegal y producir pescado comercializable. Entre los problemas se incluyeron errores técnicos, el uso de peces importados en vez de peces locales, la falta de técnicos y pescadores cualificados y la ausencia de una definición clara de las responsabilidades entre SAED, DNFF y el Cuerpo de Paz. Los campesinos de Bakel también mencionaron como limitaciones la filtración de agua, cuestiones de tenencia de la tierra y los depredadores. La falta de eficacia y de fiabilidad de las bombas para el abastecimiento de agua en los estanques piscícolas supuso una grave limitación técnica.

*L'Agence française des volontaires pour le progrès (AFVP)*

Los voluntarios franceses destinados en Matam experimentaron con el cultivo en jaulas en el río Senegal y la acuicultura en estanques. Aunque la misión no descubrió registros de actividades ni logros, de las conversaciones con los campesinos que habían trabajado anteriormente con la AFVP se supo que el coste de la construcción de las jaulas fue una limitación importante para su adopción y puesta en funcionamiento. La viabilidad técnica del esfuerzo en la zona está todavía por demostrar.

Miller (2000) mencionó otros varios proyectos apoyados por los gobiernos de Canadá, Viet Nam y China en Ziguinchor (región de Casamance). La misión no recibió ninguna información sobre dichos programas.

### **Proyectos actuales**

Actualmente existen varios proyectos de riego en Senegal financiados por ONGs locales e internacionales y por donantes internacionales. Africare, Aquadev, CRS, LWR, Oxfam, GADEC, Terre Nouvelle (ONG belga), el gobierno de Bélgica (*Coopération belge*) y USAID son solo algunas de las ONGs y donantes que desarrollan programas de riego sobre el terreno. Cooperation Belge financia un proyecto de 2 500 millones FCFA en colaboración con cuatro ONGs locales y cuatro ONGs internacionales denominado PESA, *Programme de l'eau pour la sécurité alimentaire* (Programa del agua para la seguridad alimentaria). A pesar del potencial de la integración del riego con la acuicultura –si se desarrollan sistemas de riego apropiados–, la integración planeada es escasa. Actualmente no se está promocionando ningún sistema de riego por las ONGs ni los donantes, aparte de los que se están implementando en colaboración con el gobierno de Senegal.

### **Proyectos previstos**

La misión no tiene conocimiento de ningún proyecto de IIA que se esté planeando actualmente. En el Cuadro 1 se incluye una descripción más detallada de los programas de IIA pasados, presentes y futuros.

## **Potencial de la IIA y su adaptación a los sistemas agrícolas locales**

### **Sistemas agrícolas**

En el Cuadro 2 se describen las zonas agroecológicas de Senegal. La mayor parte

de la tierra se utiliza para cultivos: cacahuete, algodón y arroz son los principales, seguidos de tomates, cebollas (mencionadas repetidamente como el cultivo más rentable), tapioca y batata. Maíz, frijoles chinos, gombo, hibisco, sandía, digitalia (*Digitaria exilis*) y bananos se producen a menor escala. Frijoles verdes y melones se están convirtiendo cada vez más en cultivos comerciales importantes.

La ganadería es una fuente de ingresos destacada y las mujeres se dedican al engorde de ovejas y cabras como actividad generadora de ingresos con ocasión de festividades y celebraciones. La mayoría de las familias poseen al menos unos cuantos pollos, ovejas y cabras. Burros y caballos son una fuente importante de fuerza de trabajo e ingresos. En algunas zonas surgen conflictos entre los propietarios de rebaños de animales trashumantes (generalmente ganado vacuno) y los campesinos locales. En la región boscosa del sur, la producción de carbón es una actividad de generación de ingresos muy importante y compite con otras prácticas (menos destructivas) de gestión de usos del suelo.

Muchos de los campesinos visitados producen arroz en la estación de lluvias (julio–octubre), hortalizas o maíz y sorgo en llanuras de recesión de inundaciones durante la estación fría (noviembre–febrero) y tienen actividades alternativas generadoras de renta durante la estación cálida, entre marzo y junio (producción de carbón vegetal, tinte de tejidos, comercio a pequeña escala). En algunas zonas los agricultores complementan la producción de arroz durante la estación lluviosa con otros cultivos comerciales como el gombo y los pimientos picantes. Tanto los hombres como las mujeres participan en las actividades agrícolas, incluida la preparación de la tierra, la siembra, el deshierbe y la recolección.

### **Tenencia y uso de la tierra**

Técnicamente, toda la tierra en Senegal es propiedad del Estado, que se ocupa de su administración. En las riberas de los ríos y del océano, la tierra es de propiedad pública. Los derechos de uso de la tierra de tipo consuetudinario están dando paso lentamente –en muchas zonas– a la propiedad privada y actualmente se adquiere la tierra al Ministerio de Economía mediante arrendamientos de 99 años. La compra de tierra está muy politizada en las zonas urbanas y en zonas turísticas, cuestión que está en parte detrás de los problemas políticos en la región de Casamance.

Aunque por lo general el acceso a la tierra no está restringido, el acceso a las tierras

de regadío puede ser difícil de conseguir. En una zona en las cercanías de Richard Toll, los campesinos aseguraron que donde solían cultivar una hectárea de tierra, ahora solamente cultivan de 0,3 a 0,65 hectáreas por persona. Arrendar tierras de regadío para cultivar tomates cuesta unos 600 000 FCFA/ha, y para cultivar arroz 300 000 FCFA/ha (SAED, Bakel)<sup>1</sup>.

### **Mano de obra**

Los campesinos aseguraron que están muy ocupados de julio a octubre (durante la estación de lluvias), menos ocupados de octubre a marzo (la estación hortícola en general) y que tienen menos demanda de mano de obra de abril a junio (porque hace calor en el exterior, no tienen acceso al agua y los suministros alimentarios no abundan). Las remesas de los miembros de la familia que viven en el extranjero son una importante fuente de ingresos durante la estación del «hambre» (de julio a octubre). La gente que puede pescar lo hace de noviembre a junio y la mayoría de los estanques estacionales se cosechan entre marzo a junio. Los pastores están ocupados entre julio y febrero, temporada en la que tienen que llevar a pastar su ganado lejos de las tierras cultivadas.

Existe algo de mano de obra remunerada disponible en las zonas visitadas durante la misión. Los campesinos de Faldé mencionaron que intentan hacer la mayoría de las tareas hortícolas ellos mismos, pero ocasionalmente pagan por mano de obra extra. Sin embargo, dado el alto grado de migración estacional en el país, la escasez de mano de obra podría suponer un problema en algunas zonas.

### **Población**

Existe una casta tradicional de pescadores y mujeres (Toucouleur) considerada por lo general una casta inferior en relación a otros miembros de la comunidad. Tradicionalmente eran esclavos, y hablan un tipo particular de lengua peuhl. También existen familias de pescadores tradicionales que vienen a Senegal desde Mali y crean comunidades ambulantes dedicadas a cosechar y procesar el pescado, que luego transportan para vender. En la zona de Velingara esas familias malienses se han casado con miembros de la comunidad local y enseñan a los campesinos locales a ahumar y procesar el pescado.

### **Conocimientos**

Aunque algunos campesinos senegaleses cuentan con muchos conocimientos sobre la pesca de captura, su conocimiento de la acuicultura y la cría de peces es bastante limitado. De forma similar, la mayoría de los técnicos se han formado en pesca marina o silvicultura. Los pocos técnicos formados en acuicultura lo hicieron en Bouaké, Costa de Marfil, en donde los sistemas de acuicultura son bastante diferentes. El conocimiento del riego tanto por parte de los agricultores como de los técnicos del país es bastante avanzado.

### **Agua**

- El agua cuesta entre 45 000 a 60 000 FCFA por ha por estación (Aboubacar Ndiaye, SAED, Bakel).
- Las bombas cuestan aproximadamente de 3 000 000 a 4 000 000 FCFA para un motor de 2 HP, y 8 000 000 FCFA para un motor de 3 HP (Aboubacar Ndiaye, SAED, Bakel).
- Crear un perímetro de riego (construir canales, nivelar, etc.) cuesta cerca de 3 000 000 FCFA/ha). Si el trabajo se hace de forma local, cuesta unos 600 000 FCFA/ha (Aboubacar Ndiaye, SAED, Bakel).
- En Richard Toll, la temperatura del agua varía de 19° C en la estación fría a 31° C en la estación cálida (datos del proyecto belga CSS). La temperatura media del agua es aproximadamente de 28°C (asesores técnicos chinos, Richard Toll).

### **Alimentos y fertilizantes**

Repartidos por todo el país se encuentran diversas clases diferentes de comercios que venden insumos agrícolas como semillas hortícolas, variedades de arroz mejorado, fertilizantes y pesticidas. Se comprobó su existencia en todas las capitales y mercados regionales. No obstante, la mayoría de esos insumos son costosos para los pequeños agricultores y se usan para los cultivos comerciales (hortalizas) más que para la producción de subsistencia. La mayoría de los horticultores encontrados usaban algún fertilizante, pesticidas y estiércol para la producción hortícola. Aunque los subproductos agrícolas se encuentran con facilidad (incluido el salvado de arroz, hojas de cacahuate e incluso harina de pescado) a menudo se destinan para la producción ganadera.

Muchos de los proyectos acuícolas visitados estaban comprando pienso compuesto en Dakar (ya peletizado o comprando los ingredientes

<sup>1</sup> 740 FCFA = 1 dólar EE.UU. (noviembre/diciembre 2001).

**Cuadro 1.** Actividades de IIA pasadas, presentes y previstas en Senegal. La información sobre las limitaciones y lecciones aprendidas se obtuvo durante las entrevistas con Abdoulaye Diop, CAED; Aboubacar Ndiaye, SAED/Bakel; Deme Diallo, Ministère d'emploi, Richard Toll; Samba Ka en Bakel

Donante	Años	Zona objetivo	Tipo de sistema de IIA	Objetivos	Limitaciones/lecciones aprendidas
USAID/Cuerpo de Paz	1981-1986	Richard Toll, Nianga, Matam, Bakel	Estanques de derivación que bombean agua del río Senegal a perímetros de riego	Mostrar la viabilidad de la piscicultura en el valle del río Senegal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de formación, y de conocimientos técnicos de los campesinos y de los agentes de extensión</li> <li>- Falta de apropiación por parte de la población/falta de actitud participativa</li> <li>- El objetivo eran los pescadores tradicionales, pero las tierras pertenecían a los cultivadores</li> <li>- Problemas y errores técnicos (escaso crecimiento del pescado - 80 g; alimento transportado desde Richard Toll; estanques con filtraciones; peces importados versus especies locales; mala selección de los emplazamientos; tecnologías inapropiadas y mal adaptadas)</li> <li>- Falta de coordinación eficaz entre SAED, DNFF y el Cuerpo de Paz</li> <li>- Los materiales para hacer jaulas eran caros haciendo insostenible la tecnología propuesta (estudios de viabilidad superficiales)</li> </ul>
AFVP	1987 - 1990	Matam	Cultivo en jaulas en el río Senegal	Desarrollo de la piscicultura en jaulas y estanques	
FAO/PESA	1995 - en curso	Matam, Kédougou, Velingara, Podor, Fatick	Integración de la piscicultura con la horticultura, ganadería, arroz en perímetros de riego privados, estanques estacionales y pozos de préstamo	Mejorar la gestión del agua, intensificar la producción de cultivos, diversificar los cultivos, analizar las limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La piscicultura tiene potencial para su desarrollo en estanques estacionales y pozos de préstamo/graveras</li> <li>- Los precios de los piensos y el fertilizante disponibles en el comercio son demasiado altos para la mayoría de los campesinos</li> <li>- Las técnicas de gestión comunitaria y de resolución de conflictos para recursos compartidos deben desarrollarse o entenderse mejor</li> </ul>
Provincia China de Taiwán	2001-2003 (primera fase)	Dagana/Richard Toll	Integración del cultivo combinado de arroz y peces en estanques de derivación usando agua bombeada del río Senegal y del lago de Guiers	Desarrollo de la piscicultura en estanques rurales; repoblación de cuerpos de agua naturales; extensión a 10 pueblos por año	<p>El proyecto apoya la distribución de insumos a precios reducidos o subvencionados, la distribución gratuita de herramientas y alevines para los campesinos y laboratorios para sexar y para la reproducción artificial. Este enfoque no promueve el desarrollo sostenible. La investigación de la producción de peces sexados y el desarrollo de laboratorios no pueden ser sostenidos por el gobierno</p>
Gobierno belga, Univ. de Liège, CSS (empresa azucarera), Min. de Economía	2001-2003 (fase piloto)	Richard Toll	Integración de estanques con caña de azúcar en canales, con agua bombeada del río Senegal y del lago de Guiers y carpa triploide para evitar la contaminación biológica	Ensayo de métodos de control biológico de hierbas invasivas en canales de riego y presas (Projet d'aquaculture et lutte biologique)	Las técnicas que se están desarrollando son muy avanzadas y serán útiles principalmente para empresas dotadas de recursos como CSS, o para proyectos de presas a gran escala (OMVS/OMVN)
Ministère d'emploi	2001-?	Richard Toll/Dagana, Podor	Estanque piscícola de derivación que usa agua bombeada desde el río Senegal y del lago de Guiers	Crear redes de piscicultores en el valle del río Senegal	El proyecto está siendo apoyado con asistencia técnica y ayuda con base en Dakar. Como consecuencia, la implementación ha sido lenta

**Cuadro 2A.** Zonas agroecológicas de Senegal. Zonas I-III (Fuente: Programme spécial de sécurité alimentaire 1999)

<b>Características</b>	<b>Zona I: Valle del río Senegal</b>	<b>Zona II: Niayes y la región costera</b>	<b>Zona III: Zona de producción de cacahuete</b>
Lugar	Desde Bakel hasta el principio del río Senegal; incluye el departamento de Bakel, la región de Tambacounda y Saint-Louis	Desde el sur de Saint Louis hasta la isla de Cap Vert, una franja de 5 a 50 km de ancho y 180 km de largo	Desde la antigua región de Sine Saloum (Kaolack-Fatick) hasta Diour Bel, Thies (fuera de Niayes), Louga Ndamdé, Darou, Nousti, Sagalatta, Koki, Mbédénne, Salkal y Tambacounda
Superficie (km <sup>2</sup> )	9 658 (600 km de largo y 15 km de ancho)	2 754	46 387
Población (1988)	600 000	1 700 000	3 200 000
Densidad de población (habitantes/km <sup>2</sup> )	57	600 con puntas de 3 400	68 min: 5–10 hab./km max: 150–160 hab./km Thies
Precipitación media (mm)	200–500 (500 en Bakel, 360 en Matam y 200 en Podor)	200 – 500 mm	200–500 (norte) 500–800 (sur)
Temperatura media (°C)	20–40 con puntas de 12 (nov–feb) y 45 (mayo–junio)	24–25	35; min: 15–18; max: 40–45 (mayo–junio)
Vegetación	Muy degradada y compuesta de <i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Zizyphus mauritiana</i> y <i>combretum</i>	Sabana arbustiva con <i>Acacia</i> spp. La vegetación se está deteriorando progresivamente debido a la sequía y a la extensión de prácticas de horticultura	La vegetación forestal natural está gravemente degradada. Quedan bosques aislados en los alrededores de Thies
Calidad del suelo	3 tipos principales de suelo: (1) suelos walo (suelos aluviales en el delta y en el valle inferior); (2) suelos diédlogol (suelos aluviales en la zona de transición, arenas y arenas arcillosas); (3) suelos dier (suelos muy arenosos en Matam y Bakel)	Suelos minerales; suelos hidromórficos; suelos pobremente desarrollados (arenosos); suelos halomórficos (imposibles de cultivar)	Suelos con hierro (ácido, pH bajo); suelos hidromórficos pardos; suelos de laterita; suelos halomórficos (salinos y con alta concentración de ácido sulfúrico) (Fatick y Kaolack)
Sistema de producción	Producción de cultivos de secano, cultivos de regadío, cultivos de decrecida, producción pastoril y agro-pastoril, producción hortícola (fruta, hortalizas, judías verdes), cría de animales grandes, cría de pollos, producción de leche	Horticultura familiar (0,2–0,5 ha); sistemas de riego privados y a gran escala (20–300 ha); horticultura	Agricultura de subsistencia, rotaciones de cacahuete y mijo, agrosilvicultura (aserraderos)

**Cuadro 2A (continuación).** Zonas agroecológicas de Senegal. Zonas I-III (Fuente: Programme spécial de sécurité alimentaire 1999)

<b>Características</b>	<b>Zona I: Valle del río Senegal</b>	<b>Zona II: Niayes y la región costera</b>	<b>Zona III: Zona de producción de cacahuete</b>
Principales cultivos	Arroz; mijo; maíz; sorgo	Horticultura; ganadería (vacas, ovejas, cabras, conejos); agricultura	Cacahuete; mijo; ganadería; sorgo; maíz; gombo y hortalizas
Recursos hídricos	El río Senegal (y las presas de Manantali y Diamant que regulan el nivel y la salinidad del agua), el lago Guiers y el río Taouey	No existe agua superficial excepto entradas de agua del océano y antiguas ensenadas que se han convertido en lagos salinos.	El agua superficial es más escasa y de carácter temporal. Los afluentes estacionales del río Gambia fluyen durante la estación de lluvias. Los cursos de agua por debajo del bas-Bolong se han salinizado debido a las sequías y al tipo de suelo
Oportunidades para la IIA	Sector empresarial privado emergente Mano de obra disponible Servicios públicos disponibles Potencial de riego/ importantes recursos hídricos	Proximidad de los mercados (Dakar, Thies y Saint-Louis) Importante potencial para la horticultura. Economía dinámica Asociaciones de campesinos y grupos de productores hortícolas activos	Proximidad de los mercados (Dakar, Thies y Saint-Louis) Carreteras principales (Dakar/Thies/Louga/Saint-Louis y Dakar/Fatic/kaolack/Tambacounda) Tradicón del cultivo de cacahuete y de subsistencia
Limitaciones a la IIA	Clima árido y fuerte erosión del viento Degradación del suelo y de los recursos naturales Inseguridad en la tenencia de la tierra Técnicas de producción inadecuadas	Disminución de las lluvias y de los recursos hídricos del subsuelo Ecosistema frágil Salinización de los recursos hídricos subterráneos Contaminación de recursos hídricos subterráneos (fertilizantes y pesticidas) Alta densidad de población y presión sobre el uso del suelo Especulación sobre las tierras	Disminución de las lluvias Degradación de los recursos naturales y de la cubierta vegetal Alta densidad de población y presión sobre el uso del suelo Salinización de algunos recursos hídricos

**Cuadro 2B.** Zonas agroecológicas de Senegal. Zonas IV-VI (Fuente: Programme spécial de sécurité alimentaire 1999)

<b>Características</b>	<b>Zona IV: Zona silvo-pastoral (Ferlo)</b>	<b>Zona V: Casamance</b>	<b>Zona VI: Centro y sureste</b>
Lugar	La mayor parte de la región de Louga y una pequeña parte de la región del río Senegal	Sur de Senegal, Casamance y alta Casamance, (regiones de Kolda y Ziguinchor)	Incluye la región de Tambacounda, excepto el departamento de Bakel y partes que están incluidas en la cuenca del cacahuete
Superficie (km <sup>2</sup> )	57 651	28 324	51 918
Población (1988)	325 000	700 000	300 000
Densidad de población (media de habitantes por km <sup>2</sup> )	6	46	6
Precipitación media (mm)	200-500 (400-500 en el sur)	900-1 400	700-1 300
Temperatura media (°C)	Max. 40 (mayo-junio)	26-31	26-31; max: 45
Vegetación	Vegetación saheliana - estepa arbustiva y sabana boscosa	Los bosques cubren cerca de 1 400 000 ha y son los más importantes que quedan en el país. Vegetación sudano-guineana y 100 000 ha de manglares compuestos de <i>Avicenia nitida</i> y <i>Rhizophora</i>	Transición norte-sur compuesta por estepa arbustiva y sabana boscosa, así como por bosques y vegetación sudano-guineana
Calidad del suelo	Suelos arenosos a arenoso-arcillosos en el oeste y suelos de grava oscura isohúmicos/hidromórficos	Amplia gama de tipos de suelo desde suelos con hierro (rojo y beis), suelos hidromórficos (a menudo salinos), suelos hidromórficos de transición (gris), buenos para el cultivo de arroz y la horticultura	Suelos tropicales ricos en hierro, suelos hidromórficos y halimórficos en zonas aluviales, suelos minerales pardos sometidos a la erosión y litosoles poco desarrollados

**Cuadro 2B (continuación).** Zonas agroecológicas de Senegal. Zonas IV-VI (Fuente: Programme spécial de sécurité alimentaire 1999)

<b>Características</b>	<b>Zona IV: Zona silvo-pastoril (Ferlo)</b>	<b>Zona V: Casamance</b>	<b>Zona VI: Centro y sureste</b>
Sistema de producción	Sistemas de producción silvo-pastoril y agro-pastoril. Agricultura de secano y ganadería	Agricultura de secano en laderas; cultivo de arroz en tierras bajas (bas-fonds) Pequeños perímetros de riego usados para la horticultura	Campos exteriores, tierras bajas (bas-fonds), perímetro de riego (Senegal oriental), ganadería
Principales cultivos	Arroz; algodón; digitaria; maíz; yuca/mandioca	Maíz; mijo; sorgo; arroz; cacahuetes; yuca/mandioca; frijoles chinos	Maíz; mijo; sorgo
Recursos hídricos	Existen pocas fuentes de agua superficial excepto los estanques estacionales (mares)	Los ríos Casamance y Kayanga, además de numerosos cursos de agua y afluentes temporales	Importante potencial hídrico compuesto principalmente por estanques temporales (mares) y secciones de los ríos Senegal, Gambia y Falemé, así como numerosos cursos de agua
Oportunidades para la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de una red láctea</li> <li>- Presencia de ONGs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red hídrica densa</li> <li>Pluviosidad favorable</li> <li>Mano de obra disponible</li> <li>Suelo receptivo a diversas necesidades y potenciales de producción agrícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buena pluviosidad</li> <li>Importante potencial de producción silvo-pastoril</li> <li>Importantes recursos hídricos</li> <li>Potencial para la acuicultura</li> </ul>
Limitaciones a la IIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sequía</li> <li>- Degradación de la cubierta vegetal</li> <li>- Movilidad de la población</li> <li>- Servicios disponibles limitados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inseguridad y conflictos políticos</li> <li>Infraestructura mal adaptada y mal gestionada</li> <li>Inaccesible para el resto del país</li> <li>Degradación de los recursos forestales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distancia de los mercados principales; acceso</li> <li>Baja densidad de población</li> <li>Recursos forestales explotados, acceso limitado a los servicios públicos</li> <li>Suelo con alto contenido de materia orgánica</li> </ul>

**Cuadro 3.** Algunos precios de insumos para la IIA

Producto	Coste en FCFA (cantidad)	Lugar
Salvado de arroz	30 (1 kg)	Pont Gendarme
	70 (1 kg)	SAED
Paja de arroz	500 ( 1 bala)	Pont Gendarme
Semilla de arroz	1 150 (5 kg)	Pont Gendarme
Arroz	8 250 (50 kg) arroz local	SAED
	11 750 (50 kg) TCS 10	Pont Gendarme
	11 250 (50 kg) importado	Pont Gendarme
Salvado de pescado	130 (1 kg)	Dakar
Desechos de cacahuete	150 (1 kg)	Dakar
Melazas	6 000 (20 litros)	Richard Toll
Fertilizante (18-40-6)	9 000-10 000 (50 kg)	Richard Toll
Estiércol	50 (1 carretilla)	Matam

principales en Dakar y peletizándolos localmente). Alimentaban su pescado hasta con un 30% de proteína cruda (PC) hecha con harina de cacahuete, salvado de trigo, salvado de arroz y melaza. Los asesores técnicos chinos en Richard Toll estimaron unos precios del pienso compuesto peletizado localmente en 100 FCFA/kg, incluidos los gastos de transporte. Se necesitan unos 2 kg de alimentos para producir 1 kg de pescado usando raciones locales. Si compran alimento prefabricado en Dakar, cuesta 180 FCFA/kg. Si el pescado está alimentado solamente con salvado de arroz, crece aproximadamente hasta los 150 gramos en un período de 6 a 8 meses, pero con pienso peletizado en ese período alcanza entre 200 y 250 gramos. En el Cuadro 3 se enumeran los precios de algunos insumos.

### Alevines

Los alevines se obtienen actualmente en el centro de producción de alevines de Richard Toll para la mayoría de los proyectos. No obstante, también se recolectan alevines silvestres en los canales de riego, en los ríos y en el lago de Guiers, especialmente durante la estación fría<sup>2</sup>. Con la ayuda de los técnicos chinos, el centro produce actualmente 50 000 alevines al año, y debería producir hasta 600 000 alevines al año en el futuro. Se podrán recolectar 30 000 alevines cada dos meses de seis estanques. Está planeado conservar 200 000 alevines al año para sembrar los estanques de las aldeas y utilizar el resto para repoblar el lago de Guiers.

El asesor técnico belga informó que la *Tilapia zillii* se encuentra en aguas locales, pero cree

que aunque se introdujeron las *T. rendalli*, ya no se encuentran. El proyecto belga ha estado importando carpa china estéril de Bélgica con objetivo de repoblar. También recogieron 240 gramos de *T. zillii* del lago de Guiers, y sembraron alevines producidos en aquel emplazamiento.

### Comercialización y economía

Los campesinos de Senegal contaban antes con crédito a su disposición a través de la Caisse nationale de crédit agricole (CNCA). En muchas ocasiones, el gobierno ha condonado deudas a las instituciones de crédito nacionales durante las elecciones y la gente sabe que no tendrá que pagarlas. Como consecuencia, el índice de morosidad ha sido muy alto. Actualmente, la mayoría de los bancos conceden crédito a los grupos de intereses económicos (GIE por sus siglas en francés) más que a las personas físicas. Esta práctica, en cambio, anima a la gente agruparse para conseguir acceso al crédito.

Varios campesinos mencionaron que los bajos precios del arroz importado hacen inasequible la producción de arroz local y muchos señalaron que compran arroz, azúcar y sal importados de Mauritania, incluso aunque todos esos productos se producen también en Senegal. Creen que la disparidad de impuestos a la importación en los dos países explica la diferencia de precios.

En una zona a 20 Km al este de Saint Louis, unas mujeres estaban vendiendo cuatro grandes tilapias frescas y un pez-gato por 3 000 FCFA. En la mayoría de las capitales regionales, el pescado fresco se vende entre 350 y 500 FCFA/kg. En Dakar, el precio alcanza hasta 700 FCFA/kg. En los alrededores de Podor, vimos cómo vendían tilapia local fresca de entre 300 y 400 gramos por 1 000 FCFA/kg, comparado con dos pescados de

<sup>2</sup> El Sr. N'Gom nos comentó que capturó 4 000 alevines en un solo día en un canal de riego en Richard Toll durante la estación fría.

agua dulce (mújol) de Saint Louis vendidos a 150 FCFA. Cuatro tilapias en salazón de 200 gramos se vendían a 500 FCFA. Las mujeres del mercado decían que el *capitain* era el pescado que mejor se vendía, seguido de la tilapia. El *Labeo* spp. y el pez-gato también se venden en los mercados locales, pero las mujeres decían que el *Labeo* tiene demasiadas espinas. La carne se vendía a 1 300 FCFA/kg. Aunque la carne y las hortalizas se venden por kilos, el pescado casi siempre se vende por piezas o en montones<sup>3</sup>.

### **Servicios del sector público**

#### *Extensión*

En las décadas de 1970 y 1980, el gobierno desarrolló empresas agrícolas en todas las regiones del país. El propósito de esas empresas era ayudar a Senegal a diversificar la producción agrícola de cacahuetes a otros cultivos comerciales como el arroz y la caña de azúcar. En 1992, Senegal adoptó la descentralización y las empresas agrícolas y asociaciones de productores se hicieron cargo de la extensión y del asesoramiento técnico en el campo. El personal del Ministerio de Agricultura únicamente se responsabilizaba de recoger e informar de las cifras de la producción agrícola y su número se redujo en forma correspondiente.

Actualmente, la mayoría de los campesinos reciben poco o ningún asesoramiento técnico sobre la producción. Sin embargo, la mayoría de los agricultores son bastante competentes en los sistemas agrícolas que manejan y los sistemas de riego que usan. En Bakel y Anambé, SAED y SODAGRI continúan desempeñando un papel importante en la extensión, aunque las organizaciones de productores están empezando a organizar ellas mismas el apoyo de extensión. El *Centre horticole de Camberene* ofrece también formación técnica para técnicos y campesinos, y varias ONGs locales e internacionales proporcionan asistencia en forma de organización, financiación y asesoramiento. Las empresas agrícolas continúan siendo responsables del mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego desarrollada para los usuarios locales.

<sup>3</sup> En comparación, una cabra adulta cuesta 12 000–25 000 FCFA, una oveja 20 000–40 000 FCFA (todos los precios dependiendo de la temporada), un caballo 100 000 FCFA, una vaca 100 000–250 000 FCFA y un carro de caballos unos 50 000 FCFA. Con técnicas intensivas, un campesino puede recolectar 55 sacos de arroz de un arrozal de 50x30m (entrevista con los campesinos del PESA en Matam, e información del Sr. N'Gom, DPCA). La producción media de cereales en los perímetros de riego de Bakel en el año 2000 fue: arroz 5,1 toneladas/ha, sorgo 3,4 toneladas/ha, maíz 2,4 toneladas/ha (Aboubacar Ndiaye, SAED, Bakel).

La extensión de la acuicultura estaba respaldada tradicionalmente por la *Direction National des Eau et Forêts*, que llegó a tener 300 agentes de campo. Actualmente la Dirección de Acuicultura y Pesquerías Continentales (DPCA) tiene menos de 10 agentes de campo, lo que hace casi imposible que participen en actividades de extensión.

#### *Investigación*

Senegal no se ha dedicado mucho a la investigación en acuicultura. La mayoría de los esfuerzos realizados en el pasado se centraban en la producción de las pesquerías marinas y en la producción de cultivos exóticos de alto valor como ostras y gambas. En el pasado, la CAEP se dedicó predominantemente a la pesca artesanal y a la producción de equipos para la pesca. Actualmente sus prioridades son la creación de capacidad y el papel de la mujer en la producción pesquera. No existen instalaciones para la investigación acuícola en la Universidad de Dakar, pero existe algún apoyo para investigar en este campo por parte del departamento de Biología.

### **El papel de las mujeres en la IIA**

Tradicionalmente, las mujeres en Senegal se dedicaban activamente tanto a la horticultura como a la pesca. En una zona a lo largo del río Senegal a unos 20 km de Saint Louis (cerca de la presa de Diama), las mujeres que estaban vendiendo pescado decían que en su zona, las mujeres secan y venden pescado y hacen velas para las embarcaciones locales. Los hombres tejen redes y reparan los motores. En la mayoría de los mercados que visitamos, las mujeres se dedicaban a vender pescado y hortalizas.

En la zona de Tambacounda, las mujeres solían hacer diques de tierra y pequeñas depresiones en llanuras inundables de decrecida, de forma que cuando las aguas retrocedían podían recolectar los peces capturados. Durante la estación de lluvias, la gente de estas zonas usaba pequeñas redes para recolectar pescado. En la estación fría, usaban redes de enmalle. En la estación cálida, utilizaban cestas para recoger el agua sobrante y recolectar el pescado.

Las mujeres tienen problemas para acceder a las tierras mejores, especialmente a las tierras de regadío y fértiles. El bajo índice de alfabetización dificulta su esfuerzo para trabajar juntas y formar asociaciones. En uno de los primeros programas de acuicultura implementados en Mauritania financiado por UNICEF, solamente una de las 153 mujeres socias de la cooperativa sabía leer y escribir (Sarr, 1999). En las conversaciones

### **Estudio de caso del PESA: el estanque piscícola integrado de Babacar Sarr y los huertos en Matam, Senegal**

Babacar Sarr trabajó con los técnicos Viet Namitas vinculados al Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Tiene un estanque de 225 m<sup>2</sup> del que recientemente cosechó 120 kg en un año. En Matam, un kilo de pescado fresco se vende a 1 000 FCFA. Después de 10 meses, los peces pesaban una media de 150 gramos. En el estanque se sembraron 1 250 *O. niloticus* (de 15 g cada una) y 50 alevines de *Clarias*. Alimentó a los peces con salvado de arroz mezclado con salvado de mijo. Abonó el estanque 1–2 veces al mes con estiércol y/o abono. Tuvo algunos problemas con el moho blanco en los peces, pero trató el estanque con hojas de margosa. Observó 2–3 reproducciones de los alevines de tilapia, pero los peces gatos se comieron algunos de ellos. Para drenar completamente el estanque, tiene que achicar el agua. Intentó revestirlo de cemento para reducir las infiltraciones. Cada 3–4 días añade agua a su estanque piscícola por espacio de 2 horas.

Tiene una bomba que trae el agua desde el río Senegal hasta un estanque de conservación, donde se almacena para su uso en sus huertos y estanques piscícolas. Cultiva 30 acres de berenjenas, árboles frutales, guindillas y gombo para su venta local. Ingresa cerca de 1,5 millones de FCFA por temporada de su huerto y la mayor parte de este dinero la obtiene con la venta de guindillas. Un centenar de plantas de guindilla producen 300 000 FCFA de beneficio. Éstas se venden en el mercado local a 1 750 FCFA/kg. Escalona su plantación de hortalizas de octubre a julio. Utiliza algunos abonos en sus hortalizas, pero fundamentalmente estiércol. Está ensayando un sistema de cultivo intercalado de guindillas debajo de bananos de mayo a julio, cuando suele hacer demasiado calor para la producción de hortalizas. Riega éstas cada día. Su bomba necesita 0,5 litros de combustible por hora. A nivel familiar, planta y riega las hortalizas con sus hermanos, pero su mujer las cosecha y las vende.

El Sr. Sarr ha sido formado por SAED, AFVP, UNICEF y Caritas. También ha trabajado en el cultivo en jaulas, y ha proporcionado ayuda técnica a grupos de mujeres en Mauritania. Está implicado en diversos planes de crédito. Planea construir un segundo estanque y comenzar a producir alevines. Hasta la fecha su única limitación ha sido la escasez de terreno para ampliar la producción. Sin embargo, fracasó en sus actividades en el pasado cuando intentó desarrollar sus planes a una escala muy grande.

con un grupo de mujeres de las afueras de Matam, contaban que su prioridad principal era el hambre y la segunda, ofrecer a sus hijos un futuro mejor.

### **Sistemas de riego**

En general, existen siete tipos de sistemas de riego en Senegal:

1. Zonas de riego agrícola gestionadas por el Gobierno (AHA) con estaciones de bombeo sofisticadas y grandes extensiones de tierra de regadío (más de 10 000 ha en algunas zonas).
2. Zonas de riego en aldeas (PIV) con estaciones de bombeo o pequeñas bombas en tierras de regadío niveladas a mano (con un promedio de 10–40 ha, pero algunas de hasta 150 ha).
3. Zonas de riego privadas (PIP) con pequeñas bombas y pequeñas parcelas de regadío (generalmente de menos de 20 ha).
4. Micro-presas a pequeña escala.
5. Pantanos, estanques estacionales y pozos de préstamo (zonas donde se ha retirado la tierra para construir carreteras, presas y otros trabajos de construcción).
6. Llanuras inundables de decrecida (zonas a lo largo de las orillas del río Senegal que se

inundan temporalmente cada año. estas zonas se han reducido desde que se construyeron presas para regular el caudal de agua desde Mali y su tamaño varía cada año, dependiendo de la pluviosidad).

7. Pozos (a veces con pequeñas bombas eléctricas o bombas a pedales).

El regadío es una verdadera prioridad para el gobierno en Senegal. En las décadas de 1960 y 1970 el gobierno creó infraestructuras para regar más de 145 400 ha de tierra y aumentar la producción de los cultivos comerciales (fundamentalmente arroz, caña de azúcar y algodón). El agua para las tierras de regadío cuesta aproximadamente 35 000–60 000 FCFA/ha/temporada (equivalente a unos 50–85 dólares EE.UU) y existen grandes perímetros de riego en casi todas las regiones del país.

Recientemente, el Ministerio de Hidrología ha apoyado activamente el desarrollo de unas micropresas a nivel comunitario y la mejora de los estanques y *mares* tradicionales. En el último año se mejoraron más de 1 000 estanques locales utilizando una pequeña parte de los fondos gubernamentales y mano de obra local. En Senegal hay más de 3 000 estanques naturales, con unas 1 000 bombas solamente en el lago de Guiers.

Además de las actividades gubernamentales GADEC –ONG local de Tambacounda– ha estado trabajando con Action Micro-Barrage (AMB) –ONG de Burkina Faso– para desarrollar y promocionar presas de tierra sumergibles, con una altura aproximada de 1,5 m. AMB desarrolló una tecnología para el 100% de las presas de tierra, que originalmente se construyeron en 3–4 años usando mano de obra local. Trabajando con las comunidades locales, GADEC modificó la tecnología utilizando más cemento, menos tierra y mano de obra local, consiguiendo construir las presas en 2,5–3 meses. Se ha demostrado que estas presas son más sólidas y requieren menos mantenimiento que los modelos anteriores y que su calendario de construcción se ajusta mejor al calendario estacional local. La construcción de las presas cuesta unos 8 millones de FCFA. GADEC también ha desarrollado presas para llanuras inundables de decrecida, con pozos y presas sumergibles. Tienen un equipo de técnicos y aldeanos preparados que promueven esta tecnología.

### **Sistemas acuícolas**

En octubre de 2000, el Gobierno de Senegal creó el Ministerio de Pesca, separando los programas y actividades pesqueros del Ministerio de Gestión del Agua y los Bosques (*Eaux et Forêts*). En febrero de 2001, el gobierno designó a un ministro para este ministerio de nueva creación y el Departamento de Pesca Continental y Acuicultura (el DPCA, por sus siglas en francés, que es un departamento del Ministerio de Pesca) tiene actualmente 6–7 agentes sobre el terreno, algunos de los cuales eran personal de *Eaux et Forêts*. Las prioridades del nuevo ministerio son revisar y ratificar un plan de acción para la pesca, poner en marcha una oficina, crear y aprobar un código nacional revisado de ordenación pesquera, así como aumentar la integración de las actividades con los grandes sistemas de riego ya existentes.

Actualmente se están privatizando las piscifactorías del gobierno. El centro de Richard Toll para la producción de alevines se vendió a SECA internacional y se espera que el resto de piscifactorías nacionales sean igualmente vendidas. Sin embargo, el DPCA querría crear tres centros regionales de formación, uno en Richard Toll y otros dos en diferentes regiones.

La acuicultura en Senegal se ha investigado poco. Hay pocos técnicos pesqueros cualificados, y todos los datos de investigación se han adaptado de Bouaké, Côte d'Ivoire. Todos los boletines técnicos y tecnologías también proceden de Bouaké o Níger. El CAEP tiene dos

agentes que han sido formados por el gobierno de Taiwán Provincia de China, para identificar las oportunidades y desarrollar tecnologías para especies marinas de elevado valor para la exportación. Todavía están en las primeras fases de evaluación de la viabilidad de estos encargos.

Actualmente el gobierno tiene una limitada capacidad de extensión. La mayoría de las labores de extensión están descentralizadas a los municipios rurales, que organizan Grupos de Interés Económico y Asociaciones de Campesinos que se encargan del acceso a las competencias técnicas que necesitan. Sin embargo algunas de las grandes zonas de riego (SAED, SODAGRI) tienen personal de extensión.

Como consecuencia de todos estos factores (falta de investigación, falta de extensión, reciente reorganización), en Senegal se ha abandonado de hecho a la acuicultura. A pesar de los proyectos y esfuerzos financiados por el AFVP y el USAID, los agentes de extensión no eran capaces o no estaban motivados para continuar con las actividades de extensión acuícola. Los oficiales de *Eaux et Forêts* estaban más preocupados con la plantación de árboles y el cumplimiento de las normas y políticas hídricas y forestales nacionales que de la extensión de la acuicultura. Sin embargo, se han eliminado las funciones policiales (relacionadas con el cumplimiento de las normas, reglas y políticas nacionales) de las tareas del personal de campo.

A excepción de la región de Casamance, la acuicultura está en una primera fase de desarrollo en Senegal. En el pasado, la elevada producción en los ríos hacía que la cría de peces en estanques no fuera tan necesaria. Con la disminución de la producción natural, la acuicultura se está convirtiendo cada vez en una actividad más importante para el país, tanto para el consumo doméstico como para la economía al ser un producto básico importante de exportación.

Existen muchas aldeas tradicionales de pescadores en la frontera entre Senegal y Mauritania. Sin embargo, la producción pesquera natural ha disminuido –al menos parcialmente–, debido a la creación de dos grandes presas en el río Senegal y la regulación de las inundaciones estacionales que anteriormente sustentaban los recursos pesqueros tradicionales.

En la región de Casamance, los campesinos producen arroz de tierras altas en la época de lluvias. Debido a que el agua es salada, construyen estanques piscícolas por encima de sus arrozales para purificar el agua. Los troncos de las palmeras sirven como tuberías de entrada y los peces son atrapados en el estanque (no hay siembra). Entre las especies se incluyen la *Tilapia*

### Estudio de caso: el grupo de mujeres de Subalo (Matam)

Aishata Sarr es la presidenta de un grupo de mujeres que cultivan una parcela de 0,25 ha en un perímetro de riego en Jemel. Aishata formó el grupo en 1987. Cada mes, sus miembros pagan 100 FCFA/persona (originalmente pagaban 500 FCFA/persona pero decidieron reducir las cuotas). El dinero se utiliza para arrendar la tierra y comprar insumos. En un principio había 33 miembros en el grupo, ahora son 130.

Originalmente recibieron del gobierno 12 ha de tierra en Matam, en un antiguo bosque protegido. Sin embargo, no pueden cultivar toda la tierra. El SAED proporcionó ayuda técnica para la zona de riego y ellos mismos excavaron los canales. El SAED también les suministró una bomba usada, si bien se rompe a menudo. El año pasado su reparación costó 500 000 FCFA. El mecánico de la bomba es el hijo de la presidenta del grupo y por ello su trabajo no está remunerado. Sin embargo, se le da una parcela de tierra para que cultive y agua gratis. Algunas parcelas se gestionan colectivamente, pero las mujeres del grupo también tienen parcelas individuales que cultivan por su cuenta.

El primer año el grupo produjo arroz. Invertieron 40 000 FCFA e ingresaron 100 000 FCFA (brutos). En la estación fría produjeron cebollas y ganaron 200 000 FCFA más. Ingresaron todas sus ganancias en el banco y continuaron pagando sus cuotas de miembros mensuales. Intentaron comprar y vender peces de Richard Toll, pero perdieron dinero y acabaron debiendo 2 300 000 FCFA al banco, que devolvieron gracias a las cuotas y sus ahorros. También tienen telas y compran y revenden artículos para ganar dinero.

Entre los problemas con los que se han encontrado figura la falta de experiencia y un percance con un conductor de camión que las estafó 250 000 FCFA durante el transporte de pescado. También tienen problemas con la calidad de los canales de riego. El agua tarda 4 horas en llegar a algunas zonas, y tienen que realizar continuas reparaciones. A menudo dedican todos sus ahorros para reparar la bomba. Actualmente, sólo pueden cultivar en dos temporadas, pero les gustaría poder utilizar sus parcelas todo el año. A veces la maleza también es un problema. Igualmente les gustaría vallar sus tierras. Trataron de plantar árboles con este propósito pero se secaron por falta de agua. Están trabajando con UNICEF para obtener materiales para el vallado.

Antes de que se construyera la presa de Manantali, estas mujeres pescaban. Proviene de una casta pescadora. Prefieren el *capitain* (perca del Nilo), luego las tilapias (#2) y finalmente los peces gato (#3). Saben cómo secar y procesar el pescado y extraer su aceite. Solían llenar 4-5 canoas con peces capturados con redes. A esta zona solían venir comunidades enteras para pescar y trabajar fuera de temporada; ahora se van a otros sitios.

*guineensis*, *Sarotherodon* spp., camarones, lizas y cangrejos. En los últimos tres años, los equipos de investigación del gobierno han intentado mejorar el sistema, sembrando los estanques con peces de 60-80 cm capturados en el río y mejorando las técnicas de construcción de estanques. Su objetivo es aumentar la producción de estos sistemas de 350 a 1000 kg/ha/año. Los peces se cosechan usando cestas y se consumen localmente. Existen unos 800 estanques piscícolas tradicionales en 66 aldeas de la zona, cubriendo 800 ha (V. Ndiaye, *Centre de recherche océanographique*, comunicación personal).

La mayoría de los estanques piscícolas de Senegal necesitan bombeo de agua para la siembra, o su achique para el drenaje. El coste del agua bombeada es una importante limitación para el desarrollo de la acuicultura en el país, especialmente teniendo en cuenta el precio actual del pescado fresco. Sin embargo, si los costes de bombeo pudieran repartirse entre diversos cultivos (por ej. bombeo para arroz y peces, o para estanques piscícolas que se utilizaran como instalaciones de almacenamiento para los huertos) la actividad podría resultar económicamente más viable.

Visitamos a varios piscicultores durante nuestro viaje. Los primeros trabajaban con los voluntarios del Cuerpo de Paz a principios de la década de 1980, y ahora trabajan con asesores chinos de Richard Toll. Practicaban acuicultura pura en un estanque especialmente preparado, regado con agua bombeada del río Senegal. El agua se gestiona como parte de una gran zona de riego plantada con arroz o tomates (ver el siguiente estudio de caso).

El segundo emplazamiento que visitamos era una zona que había sido rehabilitada por una compañía azucarera (CSS) a cambio de terreno comunal. Se plantó arroz en la mayor parte de las tierras. Un grupo de campesinos que trabajaba con los asesores técnicos chinos de Richard Toll había empezado a rehabilitar el emplazamiento un mes antes. Los asesores proporcionaron al grupo equipos para renovar el estanque. Los peces que los campesinos encuentran en sus arrozales son demasiado pequeños para su consumo, por lo que se devuelven al río o se dan a los niños. A los habitantes de esta zona no les gusta comer peces pequeños. Aunque nunca han practicado la acuicultura y sólo han pescado unas pocas veces en su vida, esperan

cosechar de su estanque 50 carretillas de peces de 400 gramos!

En Bakel visitamos diversos estanques piscícolas clásicos que habían sido desarrollados con los voluntarios del Cuerpo de Paz como parte de un proyecto financiado por USAID. Todos estos estanques estaban vacíos y en desuso. Las principales razones que esgrimieron los campesinos para este abandono fueron los problemas con las bombas de agua, la depredación y la tenencia de la tierra. También carecieron de ayuda técnica para continuar los proyectos una vez que los Voluntarios del Cuerpo de Paz abandonaron la zona.

Uno de los sistemas acuícolas integrados más interesantes que vimos fue el de los pozos de préstamo en la zona de Velingara/Anambé. Estos estanques se formaron cuando se sacó tierra para construir dos grandes presas en la zona y los agujeros se llenaron con agua de lluvia. Los estanques mantienen el agua todo el año y gracias a la ayuda técnica Viet Namita proporcionada a través del PESA, se han sembrado con peces gato y tilapias. Los estanques están integrados con la ganadería y la horticultura y proporcionan agua potable para los animales durante la temporada seca. En la zona hay aproximadamente unos 50 pozos de préstamo. En un estanque, los asesores informaron de una cosecha de 2 toneladas de peces, varias veces al año.

La AFVP ha intentado el cultivo en jaulas en Matam pero no ha tenido éxito. Los alimentos (66%) y los costes de infraestructura (5 558 dólares EE.UU.) eran elevados. La tecnología promovida era compleja y suponía el empleo de jaulas metálicas, termómetros, seguimiento regular del crecimiento, sexado de los peces, cemento, y alimento para peces comprado (salvado de arroz y harina de cacahuete) (Babacar Sarr, Matam; comunicación personal).

Los campesinos de la zona de Tambacounda comentaron que antiguamente su río (un afluente del río Gambia) no se secaba y que solían comer peces todo el tiempo. Hoy en día no quedan más peces en su zona, y tienen que recorrer el río 15 km aguas arriba hasta la confluencia con el río Gambia para encontrarlos. Estos campesinos están muy interesados en desarrollar la acuicultura e integrar los estanques piscícolas con su sistema de riego de los huertos. Tienen una pequeña micro presa y un sistema de riego por bombeo y reciben ayuda técnica de una ONG local (GADEC). Afirman que se alegrarían incluso con obtener peces pequeños y los consumirían en su mayor parte a nivel local. Aunque solían secar los

peces, ya no han vuelto a hacerlo debido a su escasez. Fueron capaces de enumerar unos 13 tipos diferentes de peces que solían encontrar en el río.

### **Sistemas de la IIA**

#### *Sistemas de la IIA ya existentes en Senegal*

1. Acuicultura en canales de riego de grandes perímetros de riego (Richard Toll/CSS).
2. Cultivo de arroz, acuicultura y sistemas hortícolas de relevo en grandes perímetros de riego (Ndiareme/Dagana y Anambé/Velingara).
3. Acuicultura tradicional (sin gestión, sin planificación) en arrozales en grandes perímetros de riego.
4. Horticultura, fruticultura y acuicultura en estanques piscícolas en sistemas de riego privados (Babacar Sarr/Matam); pantanos/estanques estacionales (Mouderi/Bakel), micro presas (Mboulémou/Tamba) y pozos de préstamo (Anambé/Velingara).
5. Cultivo de arroz, acuicultura, horticultura y ganadería en pantanos/estanques estacionales (Kédougou/pantano de Fadinga y Samakuta).
6. Acuicultura y ganadería en pantanos/estanques estacionales (4 pantanos en Richard Toll/Niari, Koungani/Bakel).
7. Cultivo combinado de arroz y peces en los manglares en Casamance (no visitados).

### **Sistemas potenciales de IIA**

Los sistemas más sencillos para la integración de la acuicultura son aquellos en los que el agua es gratuita. Los estanques estacionales (*mares*), las presas (*bac de stockage*) y los arrozales (en los que el agua se paga con el arroz) son algunas de las opciones más económicas para practicar y fomentar la acuicultura. El cultivo en jaulas en ríos es otra alternativa que utiliza agua gratuita pero que no promueve la integración de la acuicultura en los sistemas de riego. También se podría practicar la acuicultura en los depósitos de almacenamiento de agua en los grandes perímetros de riego, pero únicamente si los planes de gestión del agua utilizados por los que cultivan arroz y hortalizas dejan agua suficiente para mantener los estanques piscícolas en producción. No se puede promocionar la piscicultura en los canales de estos sistemas, ya que la mayoría de ellos se secan varias veces durante la temporada (con la excepción de los sistemas de la caña de azúcar).

### **Estudio de caso de acuicultura: Abdoulaye Djaie, Gaya**

Abdoulaye Djaie empezó a cultivar arroz en un gran perímetro de riego en 1975. De 1979 a 1980 él y un grupo de otros tres hombres trabajó con los voluntarios del Cuerpo de Paz y aprendió a producir arroz y peces. Con la ayuda de los voluntarios del Cuerpo de Paz, modificaron sus arrozales y de 1984 a 1989 practicaron el cultivo combinado de arroz y peces. No tuvieron ningún problema con el sistema, pero cuando los voluntarios se marcharon, no recibieron ninguna ayuda técnica adicional y en 1989 suspendieron la producción debido a la remodelación del perímetro de riego. Después de la rehabilitación de los terrenos en 1990, no han vuelto a practicar la piscicultura hasta hoy. Este año, los chinos que trabajan en Richard Toll les dieron peces para sembrar su estanque, y salvado de arroz y harina de pescado seco de Dakar. Gestionan el estanque conjuntamente. Creen que sembraron 5 000 peces en su estanque, que tiene una superficie de unos 500 m<sup>2</sup> y una profundidad de cerca de 1,5 m. Son los únicos que producen peces en su zona. Sembraron sus estanques en agosto y prevén cosecharlos en mayo.

Abdoulaye también produce arroz (4 meses) y tomates (4 meses). Planta los tomates en octubre y los cosecha de marzo a mayo. Planta el arroz en noviembre y lo cosecha en julio y agosto. Sus hijas le ayudan a recolectar el arroz, pero los peces no le suponen mucho trabajo y se encarga él solo de ellos. Sin embargo, después de que los asesores chinos midieran su rendimiento, su mujer se encargará de vender los peces, ya que él no sabe escribir. Después de devolver los préstamos para su terreno, habitualmente le quedan 10–16 sacos de arroz. Tras los gastos asociados a las festividades religiosas y tradicionales, no le queda mucho más. Ingresa por temporada unos 200 000–300 000 FCFA de los tomates. Las mujeres plantan patatas, tomates y cebollas en su zona. La temporada del hambre es la comprendida entre junio y octubre. El periodo entre mayo y junio es temporada baja para su familia.

Abdoulaye no cree que pueda alternar sus arrozales con la producción de tomates debido a las malas hierbas. Sin embargo, cree que podrá ser capaz de alternar sus arrozales con la producción de peces. Cree que el mayor problema será el alimento para los peces: necesita que alguien le enseñe alternativas al salvado de arroz y la harina. Cree que no habrá problema para vender los peces. Le costará 40 000 FCFA/hora alquilar un tractor para rehacer sus arrozales y adecuarlos a la producción piscícola.

### ***Sistemas semi-intensivos de cultivo de arroz y peces (grandes sistemas de riego)***

Ya se están cosechando peces en los arrozales en Senegal. Sin embargo, se cosechan después de tan sólo tres meses de crecimiento y no se siembran de forma regular. Una posibilidad para mejorar las técnicas tradicionales de integración sería la de sembrar peces que podrían crecer hasta un tamaño comercial en tres meses (esto es, tilapias de 3–4 meses), o cosechar los peces con el arroz y mantenerlos en un tanque de contención o en un estanque alternativo hasta que alcancen un tamaño comercial. Generalmente los campesinos parecían menos interesados en modificar la construcción de los arrozales para albergar producción pesquera adicional. Esto podría deberse a los costes de la renovación, o a cuestiones relacionadas con la tenencia de la tierra en perímetros de riego. Sin embargo, los agricultores están dispuestos a alimentar los peces con productos de bajo coste localmente disponibles y están interesados en criar peces en sus arrozales si se desarrollan las técnicas adecuadas.

Se debe señalar que la mayor parte del arroz en Senegal se siembra directamente; pocos campesinos transplantan el arroz de viveros. Los niveles de agua no serían adecuados para la producción de peces hasta que transcurrieran

varias semanas desde la plantación de los estanques con arroz. La mayoría de los arrozales se plantan en julio y se cosechan en octubre.

Aunque mucha gente ha intentado la acuicultura en arrozales o ha oído hablar de ella, nadie la ha practicado activamente y la mayoría parecía escéptica en cuanto al potencial de la producción semi-intensiva de arroz y peces. Sin embargo, se consideró al cultivo de relevo de arroz y peces como una alternativa posible. Una parte del problema puede ser el sistema de gestión de riego del arroz, según el cual los campos se riegan una única vez por espacio de una semana (durante la estación fría) o dos veces (durante la estación cálida), a una profundidad de menos de 15 cm. La integración de la acuicultura con la producción hortícola podría ser más sencilla ya que a menudo las hortalizas necesitan ser regadas con más frecuencia. Parece que hay una gran preocupación por la contaminación con pesticidas en los estanques de arroz y peces, pero la gente ya está comiendo los peces criados en los arrozales.

### ***Sistemas semi-intensivos de horticultura y peces en zonas de riego privadas***

Los campesinos privados ya están pagando las bombas para traer el agua desde los ríos hasta sus zonas privadas de riego, cubriendo

### **Estudio de caso de riego: Samba Diene Diop, Dagana (PIP)**

Samba tiene 15 acres que compró en 1994 a unos vecinos de su aldea. La tierra le costó 1 725 000 FCFA. Tiene una bomba, que necesita unos 150–200 litros de combustible/ha/temporada (unos 6 meses) para su funcionamiento. El coste de la bomba es de 2 900 000 FCFA. Su hermano en Mauritania le prestó el dinero para comprar la tierra y la bomba. Como costaba 30 000 FCFA/hora alquilar una máquina para acondicionar las parcelas de regadío, preparó su tierra a mano. Planta berenjenas, boniatos, zanahorias, cacahuetes, coles, cebollas y guindillas en su terreno a lo largo de todo el año.

Sus huertos están situados a 1 km del arroyo del que bombea agua. Tiene algunas parcelas más cercanas al curso de agua que cree que serán mejores para la producción de peces y donde podría almacenarse el agua para su utilización en los huertos aguas abajo.

Aunque siempre tiene agua en sus canales, no cuenta con ningún desbordamiento de los huertos que podría utilizar para producir peces, debido a que la mayor parte del agua se evapora o se filtra en la tierra. Ha encontrado en ocasiones peces silvestres en sus canales, pero se mueren debido a que sólo riega sus huertos una vez a la semana o cada 10 días (en la estación fría).

Trabajó con un proyecto japonés para el cultivo de arroz y por tanto cree que tiene todo el asesoramiento técnico que necesita para la horticultura. Su principal problema es la falta de dinero para fertilizante –que cuesta 9 800 FCFA/saco-, mientras que sus berenjenas se venden a 4 000 FCFA/saco. Está aprendiendo a hacer compost y a utilizar abonos orgánicos, pero cree que le lleva demasiado tiempo.

una distancia de cientos de metros. Algunos agricultores creyeron que era posible construir estanques piscícolas cerca de la fuente de su agua de riego para así almacenar el agua con la que regar sus huertos. El mantenimiento de las bombas era el principal problema, pero los costes de bombeo podrían repartirse entre las múltiples actividades hortícolas y la mayoría de los cultivos de hortalizas necesitan ser regados frecuentemente. La fertilización de los estanques también podría representar un problema, ya que éstos serían esencialmente un sistema de circulación. Por otro lado, el agua fertilizada podría mejorar el crecimiento de los cultivos y se necesitaría menos abono para todo el sistema. También se tendrían que tener en cuenta las características del suelo, la infiltración y el drenaje. Los beneficios de este sistema son la producción de peces sin ningún coste extra (a excepción del alimento para los peces, que se podría obtener de los residuos del huerto), y la gestión individual –más que comunitaria– del agua.

### **Sistemas de producción extensivos alrededor de pantanos/estanques estacionales, llanuras inundables (arroz, peces, ganadería y huertos)**

Los campesinos ya plantan huertos alrededor de los estanques estacionales (*mares*) o en llanuras inundables de decrecida. Estos sistemas productivos se pueden mejorar con unas técnicas de siembra simples y de bajo coste, usando peces localmente disponibles y sistemas de gestión de bajo coste que empleen recursos disponibles

en la comunidad. Algunas técnicas sencillas de construcción también podrían ayudar a mejorar la capacidad de almacenamiento del agua, así como la productividad total. Los principales inconvenientes de este sistema son la gestión comunitaria de los estanques estacionales y las llanuras inundables, junto a la dificultad de controlar el agua. Sin embargo, el sistema ha sido promocionado por los técnicos Viet Namitas del PESA y parece que está funcionando en algunas zonas.

### **Oportunidades para la IIA**

Existen una serie de razones debido a las cuales la IIA tiene un potencial considerable en Senegal.

#### **Interés de los campesinos**

Existe un elevado interés por el pescado en general y en la acuicultura en particular en Senegal. Sus habitantes consumen mucho pescado, la producción de los ríos ha disminuido y la demanda de pescado para la exportación ha aumentado con la preocupación relacionada con la enfermedad de las vacas locas y la salud a nivel internacional. Todos los campesinos con los que nos reunimos nos dijeron que estaban deseando ensayar la acuicultura.

#### **Interés del gobierno**

También existe un interés del gobierno senegalés, que acaba de crear un Ministerio de

Pesca y un Departamento de Pesca Continental y Acuicultura para abordar de forma específica la disminución de la producción natural y la necesidad de diversificar la producción y aumentar las exportaciones. El gobierno también ha dado prioridad alta a las cuestiones relacionadas con la seguridad alimentaria. En este sentido, aumentar la capacidad de riego e integrar la acuicultura en los sistemas de irrigación es precisamente una forma de mejorar la seguridad alimentaria local.

### **Conocimientos locales**

Desde que Senegal ha estado habitado, su población ha practicado la pesca. Aunque no son acuicultores por naturaleza, algunos grupos étnicos del país son expertos en peces y tienen un gran conocimiento tradicional de las especies, hábitos, reproducción y técnicas de procesamiento. Sin embargo, nunca han criado peces.

### **Disponibilidad de numerosas especies autóctonas de peces en las llanuras inundables de Senegal, Gambia, Casamance, y los ríos Falemé y Anambé**

Los campesinos de Tambacounda fueron capaces de nombrar 13 especies de peces que se pueden encontrar en los cursos de agua locales. Aunque el equipo no vio dato alguno de un inventario de las especies senegalesas de peces, los técnicos y el equipo de investigación creyeron que había un potencial importante por explotar para desarrollar las especies de peces locales para la producción acuícola.

### **Recursos hídricos y regadío**

Aunque el agua es un recurso escaso en el Sahel y las lluvias son irregulares, hay importantes recursos hídricos disponibles en el país. Existen grandes ríos, importantes lagos y 3 000 estanques estacionales. El principal problema es el acceso y el control de estos recursos.

Hay grandes perímetros de riego en casi todas las regiones del país y más de 200 000 ha de superficie de regadío. Estos perímetros existen desde hace más de 20 años y tanto los técnicos como los campesinos se han formado en su construcción, gestión y uso. Aunque los agricultores no siempre han practicado las «mejores» técnicas de riego, se sentían cómodos con sus conocimientos y con su capacidad para obtener ayuda técnica adicional en caso de que fuera necesaria (generalmente del SAED o de otra empresa agrícola).

### **La devaluación del FCFA y oportunidades de mercado**

La devaluación del FCFA podría hacer que el pescado exportado de la región fuera más competitivo y permitiría a Senegal entrar en el mercado europeo de exportación, actualmente dominado por Asia. Ya existen buenos mercados locales y regionales para el pescado.

### **Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) y la importancia de la diversificación de cultivos**

Otra oportunidad es la existencia de un equipo del PESA, apoyado por la FAO y el Ministerio de Agricultura. Los técnicos Viet Namitas que actualmente están sobre el terreno ya están promocionando la IIA y tienen muchas de las competencias técnicas y la experiencia necesarias para desarrollar, ensayar y difundir las nuevas tecnologías de la IIA. Además, la importancia tradicional que el gobierno de Senegal ha otorgado a la diversificación de los cultivos y su inclusión como un objetivo especial del PESA, contribuyen a respaldar aún más el desarrollo del sector acuícola.

### **Descentralización**

Las actuales políticas que permiten transferir las responsabilidades de gestión del riego a los beneficiarios, junto a la adopción de enfoques al desarrollo participativos y que tienen en cuenta el género, deberían ayudar a fomentar un sentido de la responsabilidad en las comunidades locales y asegurar una mayor participación en las actividades de desarrollo.

### **Limitaciones de la IIA**

La misión identificó diversas restricciones que pueden limitar el desarrollo de la IIA en Senegal. Muchas de ellas también están dificultando el desarrollo general de la acuicultura en el Sahel (consultar Miller, Capítulo 5, este volumen).

Desde un punto de vista técnico, el suministro de alevines es un problema, ya que actualmente no hay alevines mejorados disponibles y transportarlos desde Richard Toll sería costoso. Sin embargo, se pueden capturar alevines de especies locales en las masas de agua naturales. Los gastos en otros insumos, incluyendo los relacionados con la mejora de la tierra y los costes relacionados con la construcción y mantenimiento de los sistemas de riego, así como los de acceso y uso del agua, pueden ser

significativos. La disponibilidad limitada y los usos que compiten hacen que los alimentos para peces sean caros. Se tienen que tener en cuenta los efectos negativos potenciales en peces y animales de los pesticidas utilizados para producir arroz y hortalizas en sistemas integrados, así como la depredación, especialmente por parte de serpientes, cormoranes y martines pescadores. En algunas zonas es necesario considerar la comerciabilidad de los peces pequeños. En general (con la excepción de algunos lugares más aislados como Bakel, Tambacounda y Kédougou) se han de tener en cuenta los costes económicos y los beneficios, el impacto de las remesas de fondos y la competencia con empresas más rentables.

Institucionalmente, la capacidad del personal del nuevo Ministerio de Pesca para ocuparse de la acuicultura y la investigación y desarrollo de la IIA es limitada, tanto en términos de cifras como de conocimientos. Faltan mecanismos de desarrollo de la extensión (especialmente extensión de la acuicultura y la IIA). Y muy importante, no existe coordinación de la investigación, formación, desarrollo de la tecnología y extensión de la acuicultura y el riego, ya que diferentes ministerios se encargan de estas cuestiones.

Desde el punto de vista medioambiental, se mencionaron las elevadas tasas de evaporación e infiltración en el suelo, que junto a las bajas precipitaciones podrían conducir a una escasez de agua. En consecuencia, esto podría agravar la competencia por el agua y provocar conflictos entre agricultores y pastores. Otras limitaciones sociales y culturales son la tenencia de la tierra, especialmente en los sistemas de riego, el acceso de las mujeres a las tierras de regadío y posiblemente, el bajo nivel de alfabetización.

La ausencia general de enfoques de desarrollo participativos unida a los fracasos previos con las tecnologías introducidas, es una limitación importante. Después de hablar con muchos campesinos diferentes, el equipo de la IIA concluyó que existen muchos ejemplos de enfoques insostenibles de anteriores proyectos. Asesores técnicos japoneses proporcionaron a un grupo de mujeres un refrigerador para comenzar a comprar y vender peces, pero no tenían ninguna experiencia previa y los costes de operación y de funcionamiento del refrigerador fueron más elevados que los de utilizar hielo disponible a nivel local. Los técnicos chinos están dando a los campesinos herramientas e insumos a cambio de construir estanques piscícolas. La Embajada de EE.UU. construyó pozos para los agricultores a cambio de que plantaran árboles. Los técnicos Viet Namitas ofrecieron créditos para mano de obra, alimentos para peces y

fertilizante para los estanques piscícolas. Incluso los campesinos que trabajaban con el PESA recibieron grandes cantidades de abono para cultivar arroz mejorado. Es casi como si los proyectos estuvieran pagando a los campesinos para que hagan lo que se quiere que hagan, más que apoyarles en lo que ya están haciendo.

### **Recomendaciones para el desarrollo de la IIA en Senegal**

El desarrollo de la IIA en el Sahel se debería analizar en el contexto del Estudio regional de la acuicultura en África (FAO, 2000). Específicamente para Senegal y basándonos en la información adicional de Miller (2000) y de Sanni y Juanich (2001), existen importantes oportunidades para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. El equipo recomienda al Departamento de Pesca Continental y Acuicultura (DPCA, por sus siglas en francés) de Senegal ocho áreas prioritarias, haciendo hincapié en la investigación aplicada y el desarrollo de la tecnología, la formación y el intercambio de información:

1. Identificación y formación del personal del DPCA en acuicultura y en tecnologías de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (específicamente en sistemas extensivos de bajo coste).
2. Identificación e inventario de los sitios potenciales para el desarrollo de la acuicultura y la IIA, y estudio de las lecciones aprendidas en el pasado<sup>4</sup>.
3. Estudios de viabilidad para los sitios y sistemas prioritarios de la IIA, e investigación aplicada que implique a instituciones nacionales e internacionales de investigación, empresas privadas, agricultores, ONGs y múltiples agencias gubernamentales.
4. Desarrollo de paquetes de extensión de IIA para los sitios y sistemas identificados y estudiados.
5. Armonización y coordinación de las intervenciones de IIA entre los socios nacionales y locales.
6. Identificación y formación de los socios potenciales de la IIA, empresas privadas, agentes de extensión, organizaciones de agricultores y personal de ONGs.
7. Identificación, demostración y formación de las organizaciones de agricultores.

<sup>4</sup> El personal del DPCA debería obtener y resumir los resultados de la investigación de los anteriores proyectos, incluyendo el de USAID en Nianga/Podor.

8. Asociación y colaboración con organizaciones, instituciones y socios de la IIA nacionales regionales e internacionales.

El apoyo debería ser proporcionado por organizaciones externas como la FAO, para fortalecer la capacidad del DPCA mediante el respaldo a las actividades de formación para el personal técnico y los especialistas de investigación, facilitando el intercambio de información y los resultados de la investigación aplicada entre programas regionales de IIA, además de apoyar las oportunidades para el intercambio de información entre la investigación y los campesinos. Además, las actividades de IIA deberían incluirse de forma programática y sistemática en las actividades financiadas a través del PESA, y se deberían formar nuevas asociaciones entre el personal del PESA y las organizaciones locales de investigación, el Ministerio de Pesca y muchas de las ONGs que actualmente están trabajando en los sistemas de riego.

### **Zonas y población objetivo propuestas**

Valle del río Senegal (acuicultura en arrozales en grandes perímetros de riego). En el Valle del río Senegal los agricultores arroceros deberían ser el objetivo para el desarrollo de los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces. Específicamente, se recomendó a los campesinos en Mbundum (cerca de Dagana), Guedé y Nianga (cerca de Podor) para la integración de la acuicultura en los arrozales. De todos los distritos del Valle del río Senegal, Dagana tiene las estructuras de extensión más desarrolladas y amplias zonas de riego. La población está muy organizada y hay presentes compañías agroindustriales para facilitar el acceso a los residuos agrícolas y los subproductos. También es una región accesible en la que es fácil conseguir tierras.

Los fracasos de anteriores proyectos, el coste de bombeo de agua del río y la competencia por los insumos con otras actividades económicas, son algunas de las limitaciones al desarrollo de la IIA en el valle. Sin embargo, los insumos están disponibles, los grandes sistemas de riego y las bombas ya están instalados y los agentes de extensión y los conocimientos técnicos en riego están a mano. Las comunidades tradicionales pesqueras y las castas de pescadores también deberían ser objetivos para desarrollar el procesamiento y comercialización del pescado.

Casamance (acuicultura en arrozales en sistemas regados por gravedad). Los campesinos de la región de Casamance están más familiarizados con las técnicas acuícolas que cualquier otro

grupo del país. Ya han integrado la acuicultura con la producción de arroz, y sus conocimientos tradicionales deberían ser explorados, documentados y compartidos con otros agricultores. Otros beneficios adicionales del desarrollo de la IIA en esta región son que los campesinos no tienen que pagar por el agua (no es bombeada) y que la población consume peces de cualquier tamaño. Sin embargo, la zona ha sufrido inestabilidad política durante varios años y el transporte a la región se considera peligroso. Gran parte de las ONGs activas actualmente en la zona trabajan a través de intermediarios locales. Otro problema de la zona es el alto contenido en sal del agua.

Kolda/Anamabe (integración de la horticultura con la cría de animales y peces en pozos de préstamo y por encima de las presas). Esta zona tiene más de 50 pozos de préstamo creados durante la construcción de la presa de Anambé y dos grandes lagos que se formaron cuando se crearon las presas. Estos pozos de préstamo y las zonas más arriba de las presas deberían ser objetivo de actividades extensivas y de bajo coste de IIA, como la siembra mejorada y las técnicas de gestión simples. Se deberían evitar mejoras en la construcción e ingeniería y no se debería promocionar el empleo de bombas.

Tambacounda/Kédougou (horticultura-ganadería-arroz-peces en estanques piscícolas). Tambacounda y Kédougou son zonas aisladas. Como consecuencia de ello, los campesinos tienen menos oportunidades para generar ingresos y un elevado interés por la acuicultura o cualquier otro nuevo sistema productivo. Tienen pocos sistemas de riego desarrollados, pero más lluvias (hasta 900 mm) y existen oportunidades para el desarrollo de la IIA en estanques estacionales y valles. La zona tiene una menor densidad demográfica (6-7 habitantes por km<sup>2</sup>) y más recursos naturales que cualquier otra región del país. A pesar de su potencial, los campesinos de la región son de los más pobres del país y los que más necesitan nuevas tecnologías que puedan aumentar la producción agrícola y mejorar la seguridad alimentaria.

### **Conclusiones**

Senegal tiene todos los recursos esenciales necesarios para producir grandes cantidades de pescado. Hay disponibles tierra, agua, mano de obra, alevines, insumos y conocimiento autóctono de la pesca continental y de captura. Sin embargo existen costes de oportunidad asociados a la utilización de cada uno de estos recursos y en muchos casos los usos alternativos

para estos insumos son más rentables que su empleo exclusivo para la producción acuícola. Por ejemplo, la tierra con acceso al agua durante todo el año y las tierras de regadío pueden ser utilizadas para producir cultivos comerciales como hortalizas, o cultivos de subsistencia como el arroz. Los cultivos comerciales pueden generar unos ingresos por metro cúbico de agua varias veces superiores a los de la piscicultura. El coste del bombeo de agua sólo para la piscicultura no es rentable, con la posible excepción de los cultivos acuícolas de alto valor como las ostras y los camarones. El precio del pescado en los mercados locales es extremadamente bajo, y el coste de los piensos importados es sumamente elevado, contribuyendo a la falta de rentabilidad de los sistemas acuícolas semi-intensivos en el país.

En zonas que no necesitan bombeo de agua, la acuicultura puede ser más rentable, si bien en estas áreas no suele haber agua disponible todo el año (generalmente estanques estacionales y lagos). Además, estos lugares no siempre permiten el drenaje completo de los estanques y a menudo hay otros usos que compiten por el agua, incluyendo la horticultura y la ganadería. Estos usos alternativos y generalmente más rentables del agua y de la tierra, necesitan el desarrollo de sistemas acuícolas innovadores que no estén orientados a la producción principal de peces, sino más bien a la producción accesoria o secundaria de ellos. Es necesario desarrollar la producción pesquera en sistemas de ciclo corto, utilizando técnicas de bajo coste disponibles a nivel local, que permiten la producción de peces con mínima competencia con otras explotaciones más rentables. Una opción es integrar la acuicultura extensiva de bajo coste en los sistemas productivos y de riego ya existentes.

La mano de obra podría ser una limitación en zonas con alta emigración (en algunas aldeas de Senegal, casi todas las familias tienen alguno de sus miembros viviendo fuera y enviándoles remesas de fondos). La capacidad humana también podría ser una restricción en zonas con niveles de alfabetización y conocimientos básicos de aritmética extremadamente bajos, así como en poblaciones sin experiencia en la cría de peces.

Finalmente, actualmente se están utilizando los insumos acuícolas potenciales –salvado de arroz, salvado de mijo, torta de cacahuete, harina de pescado– para las actividades ganaderas, incluyendo el engorde de ovejas y cabras, la cría de caballos y burros (el principal medio de transporte en muchas zonas rurales y semiurbanas) y la producción de leche. Los habitantes de Senegal son sobre todo pescadores (generalmente

considerada una ocupación de castas bajas) o practican la ganadería como ocupación principal (que suele ser su principal fuente de ingresos, junto a las remesas de fondos). Es preciso tener en cuenta estas prioridades y preocupaciones de los campesinos a la hora de identificar y desarrollar los sistemas de producción acuícola y las tecnologías de la IIA.

Se necesita investigar más sobre la producción rentable de especies locales de peces y sobre los sistemas de producción acuícola extensivos. Se debe considerar la competencia de los diversos usos por los recursos limitados –especialmente el agua– y se debería integrar la acuicultura tanto en los sistemas agrícolas locales como en los sistemas de riego. Es poco probable que los sistemas de producción acuícola intensivos y semi-intensivos que se centran únicamente en la producción de peces triunfen en Senegal. La investigación aplicada y la formación deberían ser prioridades fundamentales.

El desarrollo de los sistemas acuícolas integrados en Senegal no sólo es posible, sino también probable, dado el consumo de pescado en el país y la disminución de la producción de la pesca de captura. Sin embargo, estos sistemas no se guiarán por los modelos tradicionales de acuicultura intensiva y necesitarán de la aportación ingeniosa e innovadora de campesinos y técnicos, antes de que la acuicultura evolucione y se convierta en una actividad productiva y rentable.

## Referencias/Lectura complementaria

- AFAE.** 1995. *Les femmes rurales du Sénégal et leur accès à la vulgarisation agricole*. Dakar, FAO. 52 pp.
- CILSS.** 1995. *Situations agrométéorologique et hydrologique dans les pays du CILSS en 1995*. Comité permanent inter-états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel, Publication no. 237. Niger, Centre Régional d'Agrhymet.
- Diemer, G. & Huibers, F.P.** 1991. Farmer managed irrigation in the Senegal valley: implications for the Current Design Method. End of Project Report, ADRAO/Wageningen Agricultural University, Water Management Project, St. Louis and Wageningen. 89 pp.
- Diouf, S., & Bousso, T.** 1988. *Fleuve Sénégal environnement aquatique et pêche*. ISRA/CROD Document scientifique No. 108. Dakar (Sénégal), Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA) et Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye.
- Diouf, pp.S., Kebe, M., Le Reste, L., Bousso, T., Diadiou, H.D. & Gaye, A.B.** 1991.

- Plan d'action forestier: pêche et aquaculture continentales. Volume 1: Diagnostique.* Dakar, Institut sénégalais de recherches agricoles et Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye, Ministère du développement et de l'hydraulique. 268 pp.
- Division du Centre d'Investissement, Division de l'Assistance aux Politiques.** 2001. Stratégie opérationnelle et Plan-cadre d'actions du secteur agricole. Document révisé. Rapport No. TCP/SEN/8925(A). Dakar, FAO.
- FAO.** 2000. Africa Regional Aquaculture Review. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 22-24 September 1999. *CIFA Occ. Pap.* 24. Accra, FAO. 50 pp.
- GADEC.** 1994a. Programme de renforcement: Rapport diagnostic participatif Douba Lampour. Tambacounda (Sénégal), Groupe d'action pour le développement communautaire. 13 pp.
- GADEC.** 1994b. Éléments d'un rapport de DP dans le village de Missirah Baboke. Tambacounda (Sénégal), Groupe d'action pour le développement communautaire.
- Guisse, A., Daff, A., Diallo, L., Ba, M. & Fall, N.** 1999a. Évolution institutionnelle d'une ONG Africaine: Le GADEC. Dakar, Groupe d'Action pour le Développement Communautaire. 38 pp.
- Guisse, A., Daff, A., Diallo, L., Ba, M. & Fall, N.** 1999b. Du développement communautaire à la gestion et réhabilitation des terroirs villageois. Dakar, Groupe d'action pour le développement communautaire. 23 pp.
- Guisse, A., Daff, A., Diallo, L., Ba, M. & Fall, N.** 1999c. *Étude de cas sur la valorisation des vallées: L'expérience de GADEC.* Dakar, Groupe d'action pour le développement communautaire. 44 pp.
- ISRA/CROD.** 1992. *Crevetticulture en Casamance, Synthèse des résultats obtenus.* Dakar, Institut sénégalais de recherches agricoles/Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye.
- PSSA/FAO.** 1999a. *Caractérisation des zones et sous-zones éco-géographiques et problématique de développement agricole.* Document de travail No. 1, Atelier technique 10 au 11 juin 1999. Dakar, Cellule nationale de coordination de programme spécial pour la sécurité alimentaire, Ministère de l'agriculture et de l'élevage/FAO.
- PSSA/FAO.** 1999b. *Problématique de développement agricole par région et actions prioritaires pour la sécurité alimentaire.* Document de travail No. 2. Atelier technique 10 au 11 juin 1999. Dakar, Cellule nationale de coordination de programme spécial pour la sécurité alimentaire, Ministère de l'agriculture et de l'élevage/FAO.
- Miller, J.** 2000. Mission for Integrated Irrigation Aquaculture. Sénégal, Mali, Niger and Burkina Faso. Mission report, December 1999 – January 2000. 76 pp. (inédit).
- Ministère de l'environnement et de la protection de la nature, Direction des eaux, forêts, chasses et de la conservation des sols, Division gestion de la faune et des eaux continentales.** 1996. Atelier national sur la composante thématique: gestion des eaux continentales et de la pisciculture. Inventaire des domaines de la pêche continentale et de la pisciculture au Sénégal.
- Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Cellule nationale de coordination de PSSA/FAO, Mission des experts et techniciens Viet Namiens au Sénégal.** 2000. Rapport d'étape Situation au 30 septembre 2000, Dakar.
- Ministère de l'agriculture et de l'élevage/Cellule nationale de coordination de PSSA/FAO.** 1999. Évaluation des potentialités aquaculture du Sénégal. Séminaire atelier sur la pisciculture au Sénégal, 23 – 24 février 1999. FAO, Dakar.
- Ministère de la femme, de l'enfant et de la famille.** 1996. *Plan d'action nationale de la femme sénégalaise 1997 – 2001.* Ministère de la femme, de l'enfant et de la famille, Dakar. 126 pp.
- Ministère de la pêche/Direction de la pêche continentale et de l'aquaculture.** 2001. Plan stratégique opérationnel et Plan cadre d'actions prioritaires. Rapport de la journée de réflexion.
- Mission technique agricole chinoise/Taiwan.** 2001. Projet de pisciculture en milieu rural. DPCA, Dakar.
- Muylwijk, J. & M. Smetsers.** 1996. *Gender and Agricultural Engineering: An overview of current theory and praxis, focusing on sub-Saharan Africa with case studies from Zimbabwe and Senegal.* AGSE Occasional Paper. Department of Gender Studies in Agriculture, Wageningen Agricultural University and the Agricultural Engineering Branch of FAO. FAO, Roma. 68 pages.
- Niang, Oumoul Khayri.** Politiques et actions de la coopération internationale dans le domaine de genre et développement au Sénégal. Contribution au rapport du Sénégal sur les femmes: Lutte pour l'égalité le développement et la paix. Réseau informel des bailleurs de fonds femmes et développement. FAO, Dakar.
- Programme spécial de sécurité alimentaire (PSSA).** 1999. *Caractérisation des zones et sous-zones éco-géographiques et problématique de développement agricole.*

- Document de travail 1. Atelier technique, 10–11 juin 1999, Hôtel de N'gor Diarama, Dakar. Dakar, Sénégal. 62 pp.
- Réseau sécurité alimentaire et développement institutionnel et organisationnel (SADIO).** Décembre. 2001. Projet de texte d'orientation. SADIO, Dakar. 12 pp.
- Sanni, D. & Juanich, G.** 2001. Étude de faisabilité de la rizipisciculture en Afrique de l'Ouest. Rapport principal. 87 pp. (inédit).
- Sarr, M.** 1994. *Emploi et travail des femmes au Sénégal*. Organisation internationale du travail, Dakar. 94 pp.
- Sarr, B.** 1999. Pisciculture en Mauritanie, pourquoi et comment? Expériences, leçons tirées, enseignements techniques à l'usage des communautés et organismes intéressés. UNICEF. Nouvelles initiatives de développement en faveur des femmes.
- Sarr, B.** 2001. *Évaluation du volet pisciculture et repeuplement de la mare de Delama, Tufundé Civé*. Caritas/Mauritanie, Projet de développement intégré du Gorgol, Bureau de développement local, Tufundé Civé.
- Seck, C.A.** 1999. Atelier sur la pisciculture, expérience piscicole du projet Matam III. Composante des petits projets adaptés au milieu rural et à moindre coût. FAO, Matam, Sénégal.
- UNICEF.** 1995. *Analyse de la situation des femmes et des enfants au Sénégal*. UNICEF, Dakar.
- UNDP.** 2001. *Coopération pour le développement: Sénégal 1999*. UNDP, Dakar. 218 pp.
- Ndiaye, V.** 1999. *Bilan de la pisciculture en Casamance*. Centre de recherche océanographique, Ziguinchor. Institut sénégalais de recherche agricole, Dakar.
- Wieme, R.** 1980. Recherches futures en pêches continentales et en aquaculture. Pour l'institut sénégalais de recherche agricole (ISRA). Rapport de mission. FAO, Dakar



## OPORTUNIDADES PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN NIGERIA: EL PROGRAMA ESPECIAL PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA ACUICULTURA EN ARROZALES EN NIGERIA

Jim Miller, Tunde Atanda, Godwin Asala, Wen Hui Chen  
Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental

FAO – Oficina del Programa Especial Nacional para la Seguridad Alimentaria, Abuja, Nigeria

**Miller, J., Atanda, T., Asala, G. & Chen, W.H.** 2010. Oportunidades para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Nigeria: el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria y la acuicultura en arrozales en Nigeria. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 121–128.

### Resumen

El cultivo de peces comenzó en Nigeria hace más de cuarenta años, pero la acuicultura nunca ha contribuido de forma sustancial a la producción pesquera nacional. Unos servicios de extensión agraria precarios han desatendido la tarea de mostrar sus beneficios a los campesinos locales. El gobierno nigeriano invirtió en más de 50 piscifactorías, incluyendo algunas con molinos de piensos, pero hoy en día la mayoría están abandonadas. Actualmente Nigeria tiene como objetivo sustituir las importaciones con un aumento de la producción nacional a través de la acuicultura y la pesca basada en la agricultura. El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de Nigeria está poniendo en marcha 80 pequeñas zonas de riego (2,5 ha), que incluirán demostraciones de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA). Entre los beneficios de la IIA se encuentran una mayor eficiencia en el uso del agua y el valor añadido que proporciona a los subproductos agrícolas. Como ejemplo, en los ensayos de acuicultura en arrozales en el estado de Níger se utilizó una variedad local de arroz acuático/de tierras bajas (FARO15) integrado con tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante un periodo productivo de cuatro meses. Los resultados muestran las ventajas significativas del cultivo combinado de arroz y peces, como el incremento del rendimiento del arroz en un 10 por ciento y el aumento de más de un 50 por ciento de los beneficios gracias a los ingresos procedentes del arroz y los peces. Existen muchas pequeñas zonas de riego de proyectos anteriores diseminadas por todo el país, pero que no funcionan correctamente. Las comunidades de estas zonas quieren utilizarlas, pero los terrenos son propiedad del gobierno. Los campesinos locales dudan si invertir en su rehabilitación, ya que temen que el gobierno pueda recuperar la posesión de las tierras. El desarrollo de la industria acuícola comercial y de la pesca continental sigue siendo claramente la mejor solución para aumentar la producción pesquera nacional y satisfacer la elevada demanda de pescado.

### Introducción

La integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en Nigeria acaba de empezar. Con los precarios servicios de extensión agraria con que cuenta el país, se han hecho pocos esfuerzos para concienciar a la población de la viabilidad de la integración de las actividades agrícolas, a pesar de que se hayan documentado sus beneficios para los campesinos rurales durante los últimos veinte años. Entre los beneficios de la IIA se incluyen el aumento del rendimiento, la mejora en la gestión del agua –que incluye múltiples usos–, el fortalecimiento de las sinergias, el incremento de los ingresos y la reducción de la pobreza. Sin embargo, esta situación está variando con el cambio de paradigma hacia una economía gobernada por

el sector privado. Ahora existen proyectos para fomentar las empresas de acuicultura integrada, ofreciendo esperanzas para el desarrollo en Nigeria de una agricultura más dinámica.

#### ***El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de Nigeria (PESA-Nigeria)***

El Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental (AIFP, por sus siglas en inglés), de cuatro años, tiene un presupuesto de 6,9 millones de dólares EE.UU. y es una parte (llamada Anexo II) del PESA-Nigeria (45 millones de dólares EE.UU.). El PESA-Nigeria está íntegramente financiado por el Gobierno de Nigeria y tiene los siguientes cinco anexos:

- Anexo I: Seguridad alimentaria: 32 500 000 dólares EE.UU. (incluye el subproyecto 5);
- anexo II: Acuicultura y pesca continental: 6 900 000 dólares EE.UU.;
- anexo III: Control de las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales: 4 400 000 dólares EE.UU.;
- anexo IV: Comercialización de productos agrícolas básicos y gestión de reservas de alimentos: 1 200 000 dólares EE.UU.;
- anexo V: Plan de acción de Nigeria para la fertilidad del suelo: 2 000 000 dólares EE.UU.

El Anexo I es el crucial Proyecto de Seguridad Alimentaria, que incluye el riego para los pequeños agricultores, la producción y comercialización de cultivos extensivos y hortícolas, producción, nutrición y cría de animales, acuicultura, mecanización agrícola y agroindustria. La acuicultura integrada se incluye como una estrategia de diversificación para ayudar a los campesinos rurales a aumentar sus ingresos y mejorar la seguridad alimentaria familiar.

El Anexo I se puso en marcha en enero de 2002 en 109 sitios en los 36 estados y el Territorio de la Capital Federal (TCF), mientras que el Anexo II comenzó en julio de 2003, coincidiendo con la entrega de los fondos. El programa del PESA-Nigeria también está reforzado con la ayuda que proporcionarán un total de 524 técnicos chinos (incluyendo 70 expertos en acuicultura) en el marco del Programa de Cooperación Sur-Sur (22 millones de dólares EE.UU.). Cuando se elaboró este documento (2003) ya había 29 técnicos chinos en el país ayudando a los campesinos en las zonas rurales y varios trabajan ya con piscicultores privados. Estaba previsto que los restantes llegaran a finales de año.

Más del 70 por ciento de los nigerianos vive en zonas rurales y más del 65 por ciento de la fuerza de trabajo está ocupada en el sector agrícola. Por tanto, el objetivo del programa de ampliar las actividades de las explotaciones agrícolas mediante actividades integradas y aumentar sus beneficios, puede diversificar los medios de vida y mejorar las economías rurales en zonas de elevada concentración de pobreza. El programa PESA potencia a las comunidades y a los campesinos mediante su enfoque «ascendente». Los campesinos se benefician de los «paquetes» que han elegido y todas las actividades se implementan en base a la recuperación de costes, ya que los agricultores reembolsan al programa el coste de sus paquetes. A largo plazo, la perspectiva de este programa es erradicar la pobreza rural.

Portanto, el Gobierno ha realizado importantes esfuerzos y ha prestado su apoyo financiero para mejorar la producción agrícola a través del PESA-Nigeria, habiendo sido la FAO designada para gestionar estos esfuerzos. En relación al AIFP, es importante destacar que el Gobierno ha centrado sus esfuerzos en el desarrollo de la acuicultura en el sector privado (consultar Apéndice 1). Para alcanzar este objetivo, se ha elegido al AIFP como el vehículo más adecuado para ayudar a los piscicultores privados a aumentar la producción pesquera nacional y crear una industria acuícola sostenible. Se espera que el desarrollo de la acuicultura siga un camino similar al de la industria avícola, hoy en día exitosa y completamente privatizada en Nigeria.

Nigeria es también un participante signatario del Examen de la Acuicultura en África de la FAO de 1999 (FAO, 1999; consultar Apéndice 2), que propuso un marco de cinco años para el desarrollo de la acuicultura regional con objetivos como la desinversión de piscifactorías gubernamentales, muchas de las cuales han sido abandonadas.

### ***Objetivos del AIFP y grupo objetivo***

Debido a que el AIFP debe proporcionar apoyo técnico al Anexo I en acuicultura, realmente existen dos grupos objetivo de piscicultores. Mientras que el grupo objetivo del Anexo I son los pequeños campesinos que practican la acuicultura integrada, el grupo objetivo del Anexo II son 50 piscicultores privados cuya principal empresa agrícola es la acuicultura. El AIFP pretende abordar toda la cadena de valor de la acuicultura, incluyendo los insumos (semillas y alimentos para peces), el apoyo para los grupos profesionales dirigidos por campesinos, la financiación y la comercialización. El Anexo II también tiene como objetivos a los miembros de las comunidades pesqueras continentales para facultarles en la co-administración de 43 pequeñas masas de agua.

### ***Necesidad de aumentar la producción pesquera nacional***

El cultivo de peces comenzó en Nigeria por vez primera hace más de cuarenta años, pero la acuicultura nunca ha contribuido de forma sustancial a la producción pesquera nacional. El gobierno a todos sus niveles (federal, estatal y algunos gobiernos locales) invirtió en más de 50 piscifactorías, incluyendo algunas con molinos de piensos, pero hoy en día la mayoría están abandonadas y nunca han ayudado a solventar

las limitaciones que sufren los piscicultores privados: semillas y alimentos para los peces. Los nigerianos son grandes consumidores de pescado y se estima que el consumo total asciende a más de 1,3 millones de toneladas. La producción pesquera nacional está estancada en unas 450 000 toneladas, debido a años de sobrepesca y falta de gestión adecuada. Nigeria es uno de los mayores importadores de pescado, con unas 800 000 toneladas anuales, contribuyendo así a la pérdida de empleos en beneficio de pescadores de ultramar y al impacto negativo sobre la balanza comercial. Nigeria se ha fijado ahora como objetivo sustituir las importaciones con un aumento de la producción nacional mediante el desarrollo de la acuicultura y la pesca basada en el cultivo, que pueden aumentar el empleo rural, mejorar la seguridad alimentaria y reducir la pobreza rural. Esto requiere un aumento importante de la producción nacional de semillas y alimentos para la acuicultura.

Se estima que la producción pesquera acuícola actual es de unas 25 000 toneladas, mientras que la producción pesquera de las aguas continentales –en su mayor parte no sujetas a ordenación– asciende a unas 150 000 toneladas. El potencial para el aumento de la producción en ambos sectores es elevado, ya que Nigeria está bendecida con más de 12 millones de ha de aguas continentales y suelos adecuados para el desarrollo de la acuicultura. En los últimos años hay más inversores que han iniciado el cultivo de peces gato. Existe una elevada demanda de peces gato por satisfacer y los precios de mercado duplican como mínimo los de otras especies. Además, con ayuda técnica europea se han desarrollado en el país diversos sistemas acuícolas intensivos, cerrados y con recirculación de agua. Actualmente, estas explotaciones de peces gato y las de otros piscicultores importantes dedicados a esta especie, están importando de Europa unas 4 000 toneladas de alimento de alta calidad para peces. En un estudio reciente, la Corporación Financiera Internacional (CFI) del Banco Mundial predijo que la producción de peces gato aumentaría en 40 000 toneladas en los próximos cuatro años (Irene Arias, comunicación personal, 2003). Otros indicadores confirman esta estimación, ya que dos compañías de piensos están poniendo en marcha instalaciones para la producción de alimentos para peces.

### **Acuicultura integrada en Nigeria**

El Instituto Nacional para la Investigación de la Pesca Continental realizó un estudio

preliminar de la acuicultura nacional y observó que el 48 por ciento de las granjas piscícolas examinadas practicaban la acuicultura integrada (Ayeni, 1995). Los estanques piscícolas se integran con aves de corral, cerdos, conejos, ovejas, cabras y vacas, así como con arroz, plátanos y bananas, árboles frutales, cultivos de hortalizas, etc. La integración con aves de corral era la más popular, ya que el 50 por ciento de los estanques piscícolas estaban vinculados a la cría de pollos. Venían a continuación ovejas/cabras/vacas –con un 38 por ciento–, mientras que los cerdos se integraban en un 14 por ciento de los estanques piscícolas estudiados. El cultivo de arroz era el menos integrado con la piscicultura, con sólo un 1,6 por ciento.

Desde 1995, la integración de estanques piscícolas con aves de corral, cerdos y ganado se ha popularizado y aquí se incluyen muchas de las 1 940 granjas piscícolas del país (AIFP, 2003). Aunque no hay información clara disponible, también está aumentando el cultivo combinado de arroz y peces. De hecho el gobierno está entusiasmado con el uso de la IIA para extender la acuicultura en arrozales por todo el país y aumentar así la producción de arroz y peces. Otros beneficios de la IIA incluyen la mayor eficiencia en el uso del agua y el valor añadido que proporciona a los subproductos agrícolas usados como insumos nutricionales. Esto se traduce en una menor presión sobre los recursos naturales y el medio ambiente. Claramente, el desarrollo de la industria acuícola comercial y de la pesca continental sigue siendo la mejor solución para aumentar la producción pesquera nacional y satisfacer la elevada demanda de pescado.

La IIA puede desarrollarse a través del uso de las numerosas zonas de riego del país. Nigeria tiene 99 zonas de riego en 26 estados, con una superficie total de 47 000 ha. Podrían surgir oportunidades para que la IIA se incluyera en estas zonas. El potencial estimado de las tierras de regadío en Nigeria asciende hasta las 868 000 ha, ofreciendo muchas posibilidades para la inversión privada en agricultura.

Actualmente, el Programa PESA-Nigeria está poniendo en marcha 80 pequeñas zonas de riego (2,5 ha) que incluirán demostraciones de IIA. En aquellos sitios que cuenten con suelos arcillosos adecuados, los estanques piscícolas se construirán en los sistemas de riego para demostrar usos múltiples del agua y sinergias que fomentan el aumento de la producción. Se trata de un compromiso importante por parte del PESA-Nigeria, que puede fomentar de forma notable el desarrollo de la acuicultura en Nigeria. Ezenwa (1991) identificó más de 1,5 millones

**Cuadro 1.** Estimación de las superficies cultivadas (000 ha) por pequeños agricultores para el cultivo de arroz en Nigeria, 2000 (PCU, 2001)

Estado	Estación		Total (000 ha)
	seca (000 ha)	húmeda (000 ha)	
Kaduna		230,00	230,00
Niger		205,42	205,42
Taraba	0,25	200,00	200,25
Benue	4,12	138,24	142,36
Borno	0,73	92,00	92,73
Kano		81,60	81,60
Adamawa	0,16	65,00	65,16
Ebonyi	0,70	45,46	46,16
Kogi		45,00	45,00
Nassarawa		45,00	45,00
Bayelsa	0,05	40,20	40,20
Ekiti	0,71	37,40	38,11
Gombe		38,00	38,00
Kebbi	0,19	32,20	32,39
Katsina		30,00	30,00
Yobe		30,00	30,00
Plateau		29,60	29,60
Kwara		29,00	29,00
Bauchi		22,43	22,43
Zamfara		22,10	22,10
Ondo	0,05	21,58	21,63
Jigawa		21,00	21,00
Sokoto		20,00	20,00
Anambra		12,48	12,48
Ogun		10,28	10,28
Enugu		10,00	10,00
Osun		9,00	9,00
Abia		8,42	8,42
Fct		6,42	6,42
Edo	0,14	5,00	5,14
Lagos	0,60	1,60	2,20
Delta		1,50	1,50
Oyo		0,70	0,70
Imo	0,29	0,06	0,35
Akwa Ibom		0,12	0,12
Cross River		0,10	0,10
Total	7,94	1 586,90	1 594,84

de ha de zonas pantanosas en el delta del Níger y muchas más tierras en amplias zonas para el cultivo de arroz en los estados de Anambra, Imo, Benue, Plateau, Níger y Cross River. Por ello prevé un futuro brillante para la acuicultura en arrozales.

## Cultivo de arroz en Nigeria

El arroz es un importante alimento básico y el cereal de mayor consumo en Nigeria, con una demanda estimada de 5 millones de toneladas. La producción nacional asciende a tan sólo 3,2 millones, dando lugar a un déficit de 1,8 millones de toneladas cubierto con importaciones. A pesar del desarrollo de diversas políticas –incluyendo el objetivo de autosuficiencia en la producción de arroz para 2005– la producción nacional no ha aumentado de forma significativa para satisfacer una demanda en continuo crecimiento. No obstante, de todos los cultivos en Nigeria, el arroz es el más comercializado.

Se estima que la superficie potencial que podría dedicarse a la producción de arroz es de unos 4–6 millones de hectáreas, pero actualmente sólo 2 millones de ha (el 40 por ciento) están cultivadas. Aquí se incluyen unas 250 000 hectáreas de arroz de regadío y unas 1 600 000 ha de arroz de tierras bajas cultivado en zonas pantanosas que se inundan periódicamente. Hay siete estados que suman la mitad de la superficie de cultivo de arroz del país: Kaduna, Taraba, Niger, Benue, Borno, Kano y Adamawa. Otros trece estados con amplias zonas para el cultivo de arroz son: Kogi, Nassarawa, Bayelsa, Ekiti, Gombe, Yobe, Katsina, Kebbi, Kwara, Ondo, Bauchi, Zamfara, y Sokoto. La producción de arroz en todos los estados se muestra en el Cuadro 1.

El arroz es uno de los pocos cultivos que crecen en todo el país, incluyendo la totalidad de las zonas agroecológicas, desde el Sahel hasta los pantanos costeros. Entre los principales sistemas de producción de arroz se encuentran el arroz de secano de tierras altas (30%), el arroz de secano de tierras bajas (47%) y el arroz de regadío de tierras bajas (16%). La producción de arroz de aguas profundas es menos frecuente y asciende a cerca del cinco por ciento del total.

La mayoría de los productores de arroz son pequeños agricultores que cultivan diferentes variedades en una superficie inferior a 0,5 ha y producen menos de una tonelada de arroz en una estación determinada. Aún así, se estima que la producción media de arroz es de 2,1 toneladas/ha/año. Se utilizan métodos tradicionales de cultivo que suponen un trabajo esclavizante debido a la falta de mecanización, haciendo que la producción de arroz por hectárea en Nigeria sea más cara en comparación con otros países vecinos debido a la ausencia de prácticas mejores de gestión. En las zonas de tierras bajas, los campesinos dependen de las inundaciones anuales, que son virtualmente imposibles de controlar y no permiten un uso eficiente de la aplicación de fertilizantes.

**Cuadro 2.** Comparación entre el cultivo de arroz y el cultivo combinado de arroz y peces en el estado de Níger (Yaro, 2001)

Parámetro de comparación	Arroz	Arroz y peces
Producción de arroz (kg/ha/año)	3 051	3 357
Producción de peces (kg/ha/año)	0	690
Ingresos brutos (Naira/ha)	45 200	59 955
Ingresos netos (Naira)	14 874	22 962
Beneficios		
- Aumento del rendimiento del arroz (%)		+10
- Aumento de ingresos por los peces (%)		+54

### Acuicultura en arrozales en Nigeria

Actualmente, la acuicultura en arrozales es fundamentalmente una práctica de «captura» por medio de la cual los peces silvestres que se adentran en los arrozales inundados desde los canales y cursos de agua de riego, son atrapados en su interior y crecen junto al arroz. Cuando se cosecha el arroz, se capturan los peces para su consumo o venta. Las visitas a los agricultores arroceros en Adim, en el estado de Cross River, revelaron una cosecha de 92 kg de peces por ha de arroz en estas condiciones (PESA-Nigeria, 2003). La mayoría de los peces así obtenidos son peces gato (especies de *Clarias* o *Heterobranchus*), muy demandados por los consumidores, que pagan como mínimo 300 Naira por kilogramo (1 dólar EE.UU. = 126 naira; tipo de cambio oficial en 1993). La tilapia y otras especies se venden a un precio que oscila entre una tercera parte y la mitad de este importe. Es obvio que la venta de los peces capturados en los arrozales contribuye de forma importante a los ingresos de los campesinos, ya que 92 kg de peces gato podrían tener un valor mínimo de mercado de 25 000 naira (190 dólares EE.UU.). Cuando se considera una producción media de arroz de 2,1 toneladas por hectárea, con un valor de 777 dólares EE.UU. (370 dólares EE.UU. por tonelada), los ingresos procedentes de los peces silvestres aumentan en más de un 20 por ciento el valor del arroz en los beneficios de los campesinos.

El personal de extensión del Programa de Desarrollo Agrícola (ADP, por sus siglas en inglés) ha realizado pruebas de investigación adaptativa en las explotaciones agrícolas (OFAR, por sus siglas en inglés) con resultados favorables en los estados de Lagos, Níger e Imo, así como en el Territorio de la Capital Federal (TCF) cerca de Abuja. Las pruebas de acuicultura en arrozales en el estado de Níger utilizaron una variedad local de arroz acuático/de tierras bajas (FARO15) integrado con la tilapia *Oreochromis niloticus* durante un periodo productivo de cuatro meses. Se compararon los resultados con un arrozal no integrado de igual superficie y estos resultados

muestran una ventaja significativa para el cultivo combinado de arroz y peces (Cuadro 2). De hecho, los resultados podrían ser más favorables aún si se incluyeran los peces gatos, ya que se comercializan a un precio mayor.

Esta tecnología se amplió a veinte agricultores arroceros en el estado de Lagos utilizando la Técnica de Adopción de Pequeñas Parcelas (SPAT, por sus siglas en inglés). Los resultados de estos ensayos mostraron un incremento medio del rendimiento del arroz del 18,7 por ciento en las parcelas con cultivo de arroz y peces, en comparación con las de monocultivo de arroz (Kogbe *et al.*, 2000).

Se obtuvieron otros resultados alentadores en los ensayos de cultivo combinado en los estados de Níger, Borno y Gombe y en el TCF de Abuja. Los ensayos fueron realizados en 18 parcelas experimentales de la Estación experimental de arroz del Instituto Nacional de Investigación de Cereales (NCRI, por sus siglas en inglés) en Badeggi (estado de Níger), en las explotaciones agrícolas de Iddo y Gwagwalada del ADP de Abuja en el TCF y en la estación satélite del NIFFR en Dadin-Kowa (estado de Gombe). Estos experimentos analizaron sistemas de monocultivo de tilapia (*O. niloticus*), pez gato (*C. gariepinus*) y carpa común (*Cyprinus carpio*) y sistemas mixtos de tilapia y *Clarias* utilizando las variedades mejoradas de arroz FARO8, 15 y 37. El crecimiento de las especies de peces y los rendimientos del arroz se consideraron alentadores.

El PESA está esforzándose para sensibilizar y concienciar de la tecnología de la acuicultura en arrozales por medio de demostraciones participativas con campesinos. Éstas pretenden convencer a los agricultores de la viabilidad técnica y económica de la acuicultura en arrozales en zonas de tierras bajas/pantanosas, fadamas (llanuras inundables) y zonas de riego. Hasta ahora, las parcelas de demostración existentes se han establecido en Ogbese, en el estado de Ondo, con dos parcelas de 0,5 ha y cuatro de 0,25 ha en cada emplazamiento. En el estado de Abia se han establecido otras cuatro parcelas en Okafia, Amiyi, Umuobasi-ukwu y Ogboko-Ozuitem.

En el pasado, un proyecto apoyado por el Banco Mundial ayudó a realizar pruebas sobre la acuicultura en arrozales en el marco del Proyecto Nacional de Investigación Agrícola (NARP, por sus siglas en inglés), por parte de la Facultad de Agricultura de la Universidad Federal de Tecnología en Minna, estado de Níger (Gomna *et al.*, 2000; Yaro y Lamai, 2000).

### Mirando al futuro

El desarrollo de la acuicultura en arrozales en Nigeria se puede facilitar mucho usando las zonas de riego del país. Existen varias zonas de gran tamaño en la región septentrional y la piscicultura podría integrarse en estas explotaciones agrícolas. Además, existen muchas pequeñas zonas de riego que no funcionan correctamente, diseminadas por todo el país y establecidas originalmente por el Banco Mundial y otros proyectos de desarrollo. Las comunidades de estas zonas querrían utilizarlas, pero dudan si invertir en su rehabilitación ya que temen que el gobierno pueda recuperar la posesión de tierras que son de su propiedad. Por tanto, la propiedad es un problema cuya mejor solución sería transferir estas tierras a las comunidades mediante un plan de privatización. Hasta que esto ocurra, estas zonas de riego gubernamentales, en su mayoría abandonadas, continuarán siendo improductivas.

El desarrollo regional de la IIA podría recibir un gran impulso en un marco de «investigación adaptativa en las explotaciones agrícolas» (OFAR) en toda la región. Para ello es necesario que los países participantes establezcan y acuerden protocolos, compartiendo información a través de una red en Internet de la IIA. Ni el cultivo de arroz ni la piscicultura son prácticas tradicionales en Nigeria y la gestión del agua en general, resulta con frecuencia inadecuada. Queda mucho por aprender de los enfoques exitosos y oportunidades que se han desarrollado en otros lugares.

En Nigeria estamos entusiasmados con los numerosos desafíos y oportunidades que tiene la IIA por delante para la creación de empleo rural y el aumento de la producción e ingresos agrícolas.

### Referencias

- Ayeni, J.S.O.** (Ed.) 1995. Report of national aquaculture diagnostic survey. New Bussa, Niger State (Nigeria), National Institute for Freshwater Fisheries Research, 106 pp.
- AIFP.** 2003. Inventory of fish farms in Nigeria. AIFP Project Document. Abuja, Aquaculture and Inland Fisheries Project.
- Ezenwa, Z.I.** 1991. Fish production through exploitation of aquaculture potentials of the estuaries and floodplains of Nigeria. En *Proceedings of the 4th Annual Seminar of Committee of Directors of Research Institutes (CODRI)*, Dec. 1991, pp. 49–60. Lagos, CODRI.
- FAO.** 1999. Africa Regional Aquaculture Review. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 22–24 September 1999. *CIFA Occasional Paper* No. 24. Accra, FAO, 50 pp.
- Gomna, A.K., Yaro, I. & Lamai, S.L.** 2000. Evaluation of the growth performance yield and survival of *Oreochromis niloticus* at different stocking densities in rice-cum-fish culture system. *Journal of Science, Technology and Mathematics Education (JOSTMED)* 3(1): 149–155.
- NSPFS.** 2003. Mission Report/Fisheries, 21 September – 6 October 2003. Imo, Akwa Ibom, Cross River, Rivers, Bayelsa, Delta, Edo, Ondo and Kogi States. Fisheries Team. Lagos, Programa especial para la seguridad alimentaria, 19 pp.
- PCU.** 2001. Proposal for Viet Nameese assistance with rice production in Nigeria. PCU Annual Crop Production Figures 2001. Abuja, Nigeria, Project Coordinating Unit, Federal Ministry of Agriculture and Rural Development.
- Yaro, I.** 2001. Feasibility of adopting integrated rice-cum-fish culture system to enhance the development of conventional aquaculture participation in Niger State. En A.A. Eyo & E.A. Ajao, eds. *Proceedings of the Fisheries Society of Nigeria (FISON)*, pp. 31–36.
- Yaro, I. & Lamai, S.L.** 2000. Determination of optimum stocking density of the fingerlings of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in rice-cum-fish culture in Niger State, Nigeria. *Journal of Nigerian Association of Teachers of Technology* 3(2): 528–536.

## Apéndice 1

### Resumen del Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental, Nigeria, 2003 (AIFP, 2003)

<p><b>Introducción</b></p> <p>El proyecto está diseñado para aumentar la producción de los recursos de agua dulce en el interior del país. Proporcionará asistencia técnica a los piscicultores y campesinos que viven alrededor de los embalses y presas con el fin de suministrarles tecnologías para aumentar la producción pesquera y mejorar la seguridad alimentaria. El proyecto comenzará cuantificando y cualificando los recursos nacionales de aguas superficiales, mientras pone en marcha un programa inmediato para sembrar los embalses infrautilizados y formar a las comunidades vecinas en técnicas mejoradas de gestión. El proyecto también establecerá un entorno favorable para el desarrollo de los servicios de apoyo a la pesca (es decir, proveedores de material de siembra y alimento para los peces) y concederá créditos para sus beneficiarios. Al finalizar el proyecto, una muestra de 43 presas y embalses estarán mejor administradas, dando lugar a un aumento de la producción de un 50 por ciento como mínimo. También existirá un núcleo de 50 piscifactorías comerciales de pequeña y mediana escala cuya producción será diez veces mayor que la actual producción acuícola media a nivel nacional. El proyecto también ayudará con la creación de capacidad en el Departamento Federal de Pesca y sus instituciones hermanas, mediante formación práctica y formal.</p>
<p><b>Beneficios</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Más oportunidades de trabajo en las zonas rurales</li><li>2. Seguridad alimentaria y mitigación de la pobreza</li><li>3. Reducción de la deriva rural-urbana</li><li>4. Mejor uso del agua y otros recursos naturales de Nigeria</li><li>5. Divulgación de la acuicultura y la pesca basada en el cultivo como medios para mejorar la producción pesquera nacional</li><li>6. Mayor disponibilidad de pescado, especialmente en aquellas zonas que no tienen acceso al suministro actual</li><li>7. Creación de capacidad a nivel federal, estatal y local</li></ol>
<p><b>Objetivo de Desarrollo</b></p> <p>Mejorar la producción pesquera de agua dulce y la seguridad alimentaria mediante un aumento de la producción acuícola, incluyendo mayores cosechas de las piscifactorías y la pesca basada en el cultivo.</p>
<p><b>Objetivos Inmediatos</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cuantificar y evaluar las piscifactorías, criaderos de peces y otros recursos acuáticos con potencial de producción pesquera y desarrollar un sistema de control</li><li>2. Optimizar la producción de las presas, embalses y lagos del país mediante la adopción de técnicas mejoradas de pesca basada en el cultivo</li><li>3. Establecer un núcleo de piscifactorías comerciales de pequeña y mediana escala con todos los servicios de apoyo necesarios del sector privado, incluyendo criaderos y molinos de pienso</li></ol>
<p><b>Resultados</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Inventario completo de los recursos acuáticos a nivel nacional indicando las zonas cuyo desarrollo tiene prioridad alta</li><li>2. Base de datos interactiva con la información compilada para el inventario</li><li>3. Siembra de seis presas piloto y formación de las comunidades en gestión post-siembra</li><li>4. Descripción detallada de las presas, embalses y lagos del país, incluyendo su situación actual y su potencial</li><li>5. Metodologías para mejorar la gestión y producción de estos recursos</li><li>6. Un total de 37 presas o embalses han mejorado sus cosechas mediante la adopción de los métodos de gestión recomendados</li><li>7. Metodologías para la piscicultura comercial de pequeña y mediana escala económicamente viable</li><li>8. Servicios de apoyo del sector privado funcionales, incluyendo piscifactorías y molinos de pienso</li><li>9. Créditos disponibles para pequeños y medianos piscicultores y servicios de apoyo</li><li>10. Un núcleo autosuficiente de 50 piscifactorías comerciales de pequeña y mediana escala que apoyan activamente al NAFFA, FISON y otros grupos similares de apoyo a los productores</li></ol>
<p><b>Beneficiarios directos:</b> 93 sitios y 1 350 familias</p> <p><b>Beneficiarios indirectos:</b> 1 770 comunidades y 53 100 familias</p> <p><b>Duración del proyecto:</b> 4,25 años</p> <p><b>Presupuesto del proyecto:</b> 6 989 615 dólares EE.UU.</p>

## Apéndice 2

### Estrategia de Examen de la Acuicultura Regional en África 1999 (FAO, 1999)

#### Inmediatamente

- Iniciar la reducción del número de centros gubernamentales
- Centrar los esfuerzos en las zonas seleccionadas
- Promover las asociaciones de agricultores
- Fomentar la comunicación entre agricultores
- Centrarse en un número limitado de organismos de cultivo
- Centrarse en los insumos disponibles a nivel local y en la tecnología existente
- Mejorar la coordinación nacional
- Desarrollar programas de investigación basados en la demanda mediante mejores enlaces con el desarrollo
- Aumentar la participación de las universidades
- Establecer intercambios informales
- Recurrir con mayor frecuencia a las asociaciones de agricultores para compilar estadísticas

#### En 1 año

- Evaluar la capacidad y necesidades de formación nacionales a todos los niveles
- Incorporar aspectos sociales, culturales y económicos en los programas de investigación
- Crear una red nacional de información
- Iniciar un programa nacional de investigación sobre la gestión de los reproductores
- Organizar un estudio regional de viabilidad sobre los créditos para grandes empresas
- Organizar la reunión anual del Grupo Africano de Acuicultura y la FAO

#### En 2 años

- Establecer una política de desarrollo de la acuicultura, incluyendo la privatización de los alevines
- Enfoque extensivo y participativo centrado en la producción
- Crear un Comité Nacional Asesor sobre Acuicultura
- Seleccionar y conservar piscifactorías para la investigación y formación (financiación gubernamental)
- Crear un programa nacional de gestión de los reproductores
- Iniciar un programa nacional de investigación de los reproductores
- Desarrollar indicadores socioeconómicos de impacto
- Fomentar la participación del sector privado y la mejor gestión a través del arrendamiento a largo plazo
- Organizar cursos regionales de formación especializados para empresarios comerciales
- Privatizar el suministro de semillas para las medianas y grandes empresas
- Iniciar programas nacionales y regionales de investigación sobre la calidad del pienso compuesto, involucrando al gobierno y al sector privado

#### En 3 años

- Evaluar las necesidades y capacidades regionales de formación (centros de excelencia)
- Crear una red regional de información
- Revisar y mejorar la compilación de estadísticas

#### En 5 años

- Elaborar un Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura
- Reducir el número actual de piscifactorías gubernamentales en al menos un 50 por ciento
- Revisar la estructura de la extensión agraria
- Mejorar la comprensión/conocimiento de los sistemas tradicionales y su potencial de mejora
- Desarrollar la formación práctica nacional/interregional de los campesinos, agentes de extensión, administradores y responsables de la toma de decisiones
- Establecer redes regionales de investigación especializada (centros de excelencia)
- Crear una base de datos nacional

## ASOCIACIONES ACUÍCOLAS – DESARROLLO RURAL EN EL ÁFRICA TROPICAL HÚMEDA

Barbara Bentz  
 Proyecto Piscícola en Guinea Forestal  
 AFVP, BP 570, Conakry, Guinea

**Bentz, B.** 2010. Asociaciones acuícolas – Desarrollo rural en África tropical húmeda. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 129–132.

### Resumen

El Proyecto Piscícola Centro Oeste (en francés *Projet piscicole Centre Ouest*, o por sus siglas, PPCO) se desarrolló entre 1992 y 1995 y se implementó en 20 aldeas de Côte d'Ivoire en 1996. En 2001, una red de más de 420 piscicultores produjo 170 toneladas de peces anuales, en una superficie de 160 ha de agua. En el proyecto colaboraron dos ONGs, APDRA-CI y APDRA-F, ambas por sus siglas en francés (*Association pisciculture et développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire* y Francia). El proyecto se basó en una tecnología extensiva con rendimientos de peces de entre 0,5 y 2 toneladas/ha/año, combinada con la extensión y formación en las escuelas de campo para agricultores y la investigación y control participativos. El PPCO se amplió a otras zonas de Côte d'Ivoire y se iniciaron otros proyectos acuícolas en las regiones boscosas de Guinea y Camerún. El enfoque de desarrollo de la acuicultura brinda oportunidades para la integración con actividades agrícolas y produce sinergias en cuanto a la utilización del agua y la mano de obra.

### Introducción: breve historia de la creación de la APDRA

A comienzo de la década de 1990, el consumo diario familiar de proteína animal en África subsahariana continuaba disminuyendo, consistiendo fundamentalmente en peces marinos, caros y sobreexplotados. Ante esta situación, los campesinos parecían estar muy motivados por los programas acuícolas que les permitían reducir uno de sus principales costes alimentarios y diversificar sus actividades. En Côte d'Ivoire –al igual que en otros muchos países–, el desarrollo de la acuicultura entre los agricultores en zonas rurales se veía limitado por el escaso rendimiento de los modelos técnicos. En 1992, se lanzó el Proyecto Piscícola Centro Oeste (en francés *Projet piscicole Centre Ouest*, o PPCO), con financiación de la Cooperación Francesa y de la ONG Comité Católico contra el Hambre y para el Desarrollo (o CCFD, siglas en francés del *Comité Catholique contre la Faim et pour le Développement*). Sus objetivos eran los siguientes:

- el desarrollo de la piscicultura periurbana;
- el desarrollo de un modelo piscícola adecuado para las zonas rurales.

El proyecto se desarrolló entre 1992 y 1995 y se puso en marcha en cerca de 20 aldeas de Côte d'Ivoire en 1996. En 2001, una red de más de 420 piscicultores produjo 170 toneladas de peces al año en 160 ha de estanques. Durante la implementación del PPCO, se crearon dos organizaciones no gubernamentales (ONGs) para ayudar al desarrollo de la piscicultura rural:

- APDRA-CI (Asociación para la piscicultura y el desarrollo rural en África tropical húmeda-Côte d'Ivoire, o en francés *Association pisciculture – développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire*), una ONG de Côte d'Ivoire compuesta por piscicultores y creada en 1994 para extender y adaptar los resultados del PPCO a todo el país.
- APDRA-F (Asociación para la piscicultura y el desarrollo rural en África tropical húmeda-Francia, o en francés *Association pisciculture – développement rural en Afrique tropicale humide – France*), una asociación internacional creada en 1996 para desarrollar y extender las experiencias del PPCO a través del África tropical húmeda. APDRA-F está compuesta por expertos en piscicultura cualificados a nivel técnico, ingenieros agrónomos y especialistas en desarrollo agrícola. Trabaja conjuntamente

con la Asociación Francesa de Voluntarios del Progreso (en francés *Association française des volontaires du progrès*, o, por sus siglas, AFVP).

## **El «modelo piscícola de desarrollo rural»**

### **Modelo técnico**

Para abordar los problemas de insumos y suministro (escasez de alevines, alimentos para peces, etc.) que a menudo limitan la piscicultura intensiva, la APDRA basó su programa en granjas ubicadas en fondos de valles o en zonas de terrenos bajos (bas-fonds) que están inundados estacionalmente. Desarrollaron un modelo extensivo y rentable, con una producción pesquera que satisfacía las necesidades de los consumidores. Fomentaron estanques de represa drenables en su totalidad y apoyados por estanques de servicio. Con una superficie media de 0,3 ha, estos estanques de represa permitieron cosechas de entre 0,5 y más de 2 toneladas/ha/año, en función de la gestión del agua y los fertilizantes.

El sistema de cultivo se basaba en el policultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y *Heterotis niloticus*. Además, había numerosos peces gato silvestres en muchos bas-fonds, principalmente *Clarias anguillaris* y *Heterobranchus isopterus*. En Côte d'Ivoire también se cultivó en ocasiones la carpa china (*Ctenopharyngodon idella*). Las densidades de población se ajustaron dependiendo de la fertilidad de la zona y se añadió un pez carnívoro (generalmente el *Hemichromis fasciatus*) para controlar las poblaciones de tilapia, especie bastante prolífica.

### **Dimensiones sociales del programa**

Todos los piscicultores se beneficiaron de la extensión, formación y consejos específicos para cada sitio. No se subvencionó ni la inversión ni los costes de producción. Sin embargo, a los campesinos se les dio la oportunidad de formarse en la piscicultura. Este enfoque garantizaba la sostenibilidad de la producción, creando un entorno propicio para los intercambios de peces, al facilitar el acceso a servicios especializados, etc. En un radio de 1–2 kilómetros, los piscicultores debían comprometerse a desarrollar de forma exitosa un entorno profesional sostenible a nivel local que les permitiera practicar una piscicultura económicamente viable y superar sus principales limitaciones.

## **Seguimiento y orientación de las acciones**

### **Evaluación**

A los campesinos se les permitió seleccionar técnicas e insumos productivos. Por tanto la evaluación contó con un enfoque basado en los sistemas agrícolas (valoración de las dinámicas agrícolas y comparación socioeconómica de las unidades productivas) y en herramientas antropológicas innovadoras (que tenían en cuenta los intereses de los participantes en la intervención, las redes en las que operan los piscicultores y los procesos de transmisión y adaptación del conocimiento). La evaluación también se basó en las reacciones históricas de los piscicultores con respecto a las acciones propuestas.

### **Investigación para el desarrollo**

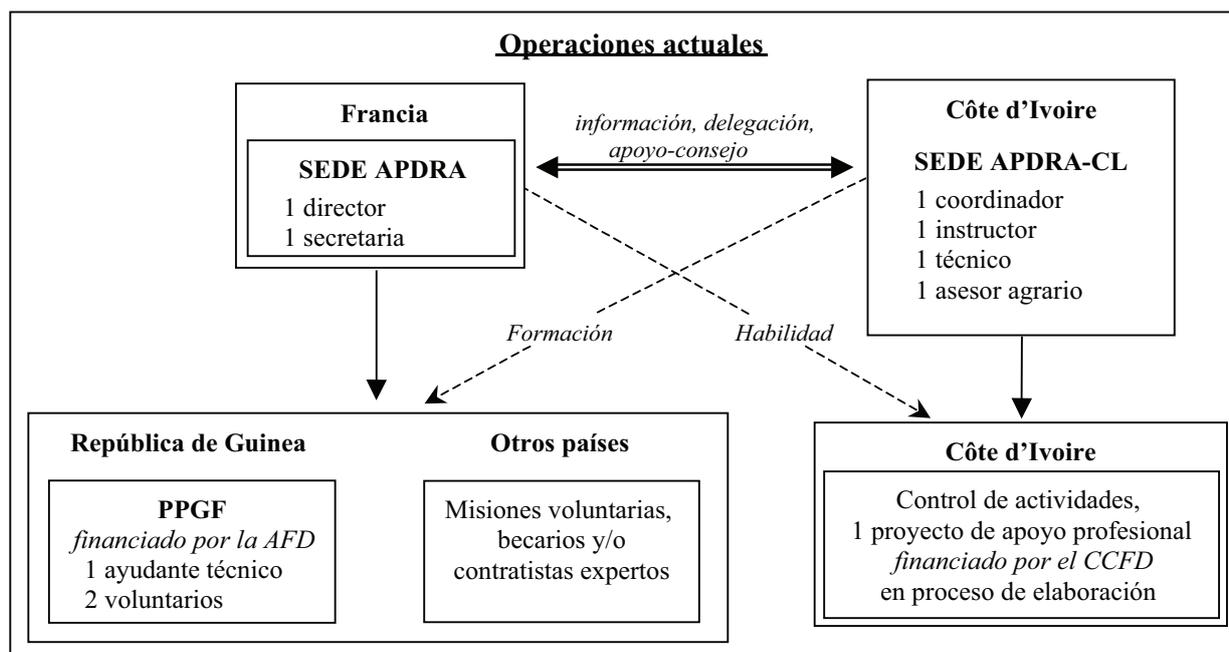
Cuando se identificaba una nueva limitación, todos los medios científicos a disposición del operador o sus socios eran útiles a priori para desarrollar soluciones. La selección de las prácticas identificadas para atenuar estas limitaciones corría a cargo de los piscicultores: participaban en el dimensionamiento de los experimentos y en los ensayos a escala real, antes de escoger las técnicas que tendrían que adoptar los operadores.

## **Principales actividades para el desarrollo rural de la piscicultura**

El punto de referencia para las actividades en el África tropical húmeda continúa siendo la dinámica de desarrollo iniciada en la región centro-occidental de Côte d'Ivoire, que sigue siendo supervisada por la APDRA-CI y apoyada por la APDRA-F, a pesar de que se hayan agotado las principales fuentes de financiación (suspensión del seguimiento del PPCO como consecuencia de la agitación política en Côte d'Ivoire). Con la participación del CCFD y el MAE (Ministerio de Asuntos Exteriores, o *Ministère des Affaires Étrangères*) se está desarrollando un nuevo acuerdo de 3 años para apoyar la organización y la formación profesional.

### **Otras intervenciones en Côte d'Ivoire**

- Ampliación del PPCO al sudoeste de Côte d'Ivoire, ejecutada por la APDRA-CI entre 1996 a 2000, esencialmente con financiación



**Figura 1.** Estructura y funcionamiento de la APDRA

de la Región Centro (Francia) negociada por la APDRA-F.

- Proyecto piloto en la región centro-este, financiado por la compañía de explotación forestal IMPROBOIS de 1999 a 2002. La región centro-este presenta unas condiciones más difíciles (una estación seca más larga y un suelo menos favorable para la construcción de estanques piscícolas), que han requerido la adaptación de las técnicas de gestión y los sistemas de cultivo.

#### **Proyecto piscícola en la región forestal de Guinea**

La APDRA-F, conjuntamente con la AFVP, ha implementado el Proyecto Piscícola en la Región Forestal de Guinea (en francés, *Projet piscicole de Guinée forestière*; o, por sus siglas, PPGF). Desde 1999, en una región que apenas ha tenido ninguna intervención piscícola, el PPGF ha sido capaz de demostrar que el establecimiento de la piscicultura rural utilizando el modelo propuesto era posible y sostenible. Las dinámicas del programa todavía son nuevas, pero su importancia muestra un gran potencial para su desarrollo y una elevada capacidad de innovación de los campesinos para una actividad tan compleja.

#### **Aumentando las zonas objetivo y la cobertura**

- Camerún: se ha contactado a diversos socios y se han alcanzado acuerdos para comenzar a

trabajar en la reproducción de la carpa común (*Cyprinus carpio*).

- Madagascar: en marcha un proceso de «lluvia de ideas» para apoyar una mayor profesionalidad, la transmisión de conocimientos y los procesos de innovación.
- Negociaciones en marcha en Ghana, Burundi, Benin y Angola.

#### **Iniciada la IIA en la red de la APDRA**

Al contrario que otros modelos, el tipo de piscicultura propuesta por la APDRA-F reorienta de forma significativa los sistemas productivos y pone en marcha un proceso de innovación que implica modificaciones importantes en estos sistemas. Los embalses de represa facilitan un incremento de la gestión del agua, que permite a los campesinos transformar sus sistemas productivos actuales en los fondos de valles y desarrollar –por medio de la integración con la producción de peces–, otras actividades como el cultivo de arroz, la horticultura o la ganadería.

Por tanto, en Côte d'Ivoire, el hecho de que numerosos fondos de valle se desequen habitualmente durante la mitad del año, transforma los embalses de represa en dispositivos de almacenamiento de agua, convirtiéndolos en un recurso fundamental para las actividades agrícolas. La reciente disponibilidad de este nuevo factor productivo permite el desarrollo de actividades diversificadas a lo largo de todo el año, que antes eran inimaginables.

En la Región Forestal de Guinea, el calendario de cultivo en los fondos de valle no ha cambiado y continúa dependiendo de la estación de lluvias. Por otro lado, la práctica del cultivo de arroz de regadío en los embalses de represa ahorra mucho tiempo al piscicultor (no hay que desbrozar, no hay que labrar en profundidad, ni quitar las malas hierbas) que puede dedicarse a otras actividades. Por tanto, estas actividades se benefician de la disponibilidad de agua, de la complementariedad espacial y de la proximidad geográfica de los diversos tipos de producción. Mientras que los piscicultores las desarrollan de forma voluntaria, sin incentivos de los operadores, estos tipos de IIA son objeto de un seguimiento estrecho (estudios de rendimiento y producción, estudios técnicos, investigación de nuevas variedades adaptadas a las condiciones de la IIA, etc.) destinado a apoyar el progreso de los piscicultores.

### **APDRA-F: Descripción institucional**

La APDRA-F es una asociación de solidaridad internacional que interviene a los siguientes niveles:

- Definición de políticas sectoriales: esquemas y organigramas, estudios de viabilidad, e identificación y diseño de proyectos.

- Implementación y supervisión de las operaciones: coordinación de proyectos, ayuda y consejo a los operadores y ejecutores del proyecto, apoyo a organizaciones profesionales.
- Formación e información: sesiones de formación para el personal de alto nivel, formación de administradores de organizaciones profesionales y estudiantes, organización de mesas redondas, talleres y apoyo para redes especializadas.
- Investigación para el desarrollo: ensayos en las explotaciones agrícolas y en las estaciones piscícolas, desarrollo de protocolos de investigación, gestión del interfaz entre investigadores y productores, estudios transversales.

Existen acuerdos de colaboración con la AFVP, el CCFD y otras organizaciones francesas o europeas (Agencia del Agua, MAE, FLAC de Lorraine, escuelas, etc.). Los principales socios financieros son la AFD, el CCFD, el MAE, la Agencia del Agua, regiones de Francia (Ile de France, Lorraine, Région Centre), algunas compañías privadas, etc. El presupuesto de 2003 fue de aproximadamente 350 000 euros.

## ACUICULTURA INTEGRADA EN ESTANQUES EN LOS HUMEDALES DEL LAGO VICTORIA

Anne A. van Dam, Rose C. Kaggwa, Julius Kipkemboi  
 Departamento de Recursos Ambientales  
 UNESCO-IHE Instituto para la Educación relativa al Agua  
 Delft, Países Bajos

**Van Dam, A.A., Kaggwa, R.C. & Kipkemboi, J.** 2010. Acuicultura integrada en estanques en los humedales del lago Victoria. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 133–138.

### Resumen

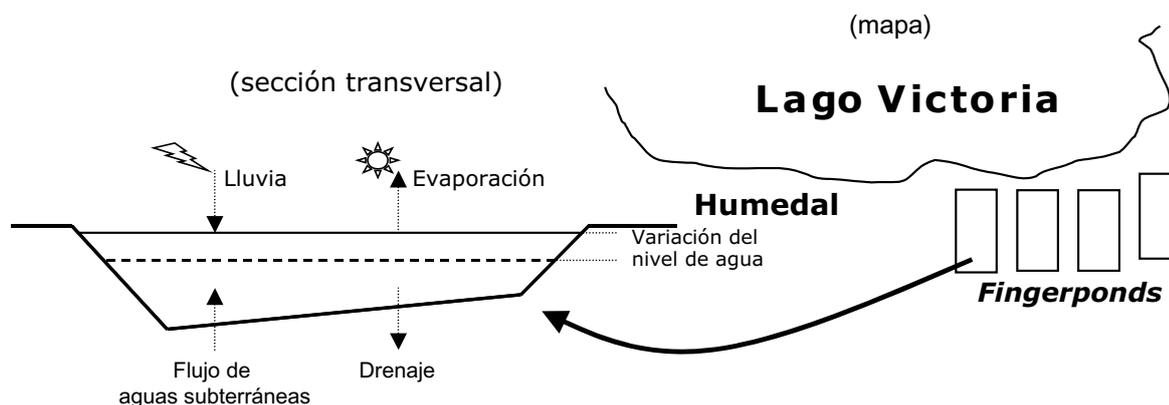
Los humedales son importantes para los medios de subsistencia de millones de personas. Proporcionan alimentos e ingresos, soportan la biodiversidad y suponen una transición hidrológica y ecológica entre las tierras altas y las masas de agua. El crecimiento demográfico y la degradación asociada del ambiente ejercen una presión cada vez mayor sobre los humedales. Un ejemplo es la región del Lago Victoria, en África oriental, en donde el aumento de la población, la introducción de especies exóticas de peces, la sobrepesca y la eutrofización han llevado a una degradación de los recursos de los humedales. Para las comunidades ribereñas, ello supone una amenaza para sus medios de vida, ya que dependen de los humedales para los alimentos e ingresos de la pesca, la agricultura estacional y la recolección de productos del humedal. Existe la necesidad de una producción integrada de alimentos y de tecnologías del procesado de residuos que permitan a las comunidades asegurar sus medios de subsistencia sin poner en peligro la integridad de los recursos naturales. Una de estas tecnologías es la integración de los humedales y la acuicultura en estanques, o *fingerponds*. Los estanques se excavan desde el extremo en tierra firme del humedal hacia la zona pantanosa (de ahí su nombre en inglés de *fingerponds*). La tierra excavada se amontona entre los estanques para formar lechos elevados para cultivos agrícolas. Los estanques se pueblan de peces durante las inundaciones, que ocurren de forma natural en la estación de lluvias. Cuando las aguas se retiran, se cultivan los peces atrapados, utilizando estiércol y residuos domésticos y de la cosecha para fertilizar los estanques y alimentar a los peces. El UNESCO-IHE y sus socios en Tanzania, Uganda, Kenya, la República Checa y el Reino Unido están involucrados actualmente en un proyecto financiado por la UE para investigar la viabilidad de esta tecnología. La investigación se centra en sus impactos socioeconómicos y ambientales, además de los aspectos técnicos. También es necesario evaluar las opciones para integrar los *fingerponds* con otras tecnologías de los humedales, como el uso de los humedales naturales o artificiales para el tratamiento de las aguas residuales. Los resultados iniciales de la investigación en Kenya y Uganda señalan que las inundaciones pueden rendir peces suficientes para poblar los estanques y que el uso de estiércol puede incrementar su productividad.

### Introducción

Los humedales son importantes para los medios de subsistencia de millones de personas. Proporcionan alimentos e ingresos, soportan la biodiversidad y suponen una transición hidrológica y ecológica entre las tierras altas y las masas de agua. La definición ofrecida por la Convención de Ramsar señala que los humedales son «las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros». Además, se señala

que los humedales «podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal». Aquí se incluyen tipos de hábitat como lagos y ríos, lagunas costeras, manglares, turberas y arrecifes de coral, así como humedales artificiales como estanques piscícolas y de camarones, tierras agrícolas de riego (incluyendo arrozales), salinas, embalses, canteras de grava, plantas de tratamiento de aguas residuales y canales. (Información sobre Ramsar en [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)).

El crecimiento de la población y la degradación ambiental asociada ejercen una presión cada vez mayor en los humedales. Un ejemplo es el de la



**Figura 1.** Estructura de un estanque *fingerpond*

cuenca del Lago Victoria en África oriental, en donde viven aproximadamente 30 millones de personas y en donde el incremento demográfico, la introducción de especies exóticas de peces, la sobrepesca y el aumento de las descargas de desechos (que conducen a la eutrofización) han provocado el deterioro de los recursos de los humedales. Para las comunidades ribereñas, esto significa una amenaza a sus medios de subsistencia, ya que dependen del humedal para obtener alimentos e ingresos de la pesca, junto a la agricultura y las cosechas estacionales. Existe también necesidad de tecnología para la producción alimentaria y el tratamiento integrado de residuos, que permita a las comunidades asegurar sus medios de vida sin poner en peligro la integridad de los recursos naturales (Salafsky y Wollenberg, 2000).

Este trabajo pone de relieve una tecnología que puede contribuir a la gestión sostenible de los humedales. Esta tecnología es la acuicultura integrada en estanques en los humedales o *fingerponds*. Se explica el concepto de *fingerponds*, y se describen los actuales esfuerzos de investigación realizados por el UNESCO-IHE y sus socios, junto a algunos resultados preliminares del primer año de investigación (principalmente 2002). También se discute el potencial para ulteriores cuestiones de desarrollo y prioridad en la investigación.

### **Concepto de *fingerpond***

Los *fingerponds* son estanques se excavan desde el extremo en tierra firme del humedal y que se extienden como dedos hacia la zona pantanosa (de ahí su nombre en inglés de «*fingerponds*») (ver Figura 1). La tierra excavada puede amontonarse entre los estanques para formar lechos elevados para cultivos agrícolas.

Los estanques se pueblan de peces durante las inundaciones que ocurren de forma natural en la estación de lluvias. Cuando las aguas se retiran, se cultivan los peces atrapados, utilizando estiércol y residuos domésticos y de la cosecha para fertilizar los estanques y alimentar a los peces. El nivel del agua en los estanques se mantiene durante la estación seca mediante infiltración desde el humedal adyacente. El concepto de los *fingerponds* en el Lago Victoria fue descrito por Denny (1989; 1991) y Bugenyi (1991). Se ha desarrollado a partir de la agricultura de decrecida y las prácticas de pesca existentes en muchas zonas de inundaciones estacionales, como el Sudd y el Lago Chad. También es similar a muchos otros sistemas de acuicultura estacional en otras partes del mundo, por ej. los sistemas tradicionales de acuicultura costera como el tambak para la producción de chanos en Indonesia y los estanques dambo en el sur de Malawi.

Las principales características de los *fingerponds* son: (1) suministro de agua por inundación natural; (2) auto-repoblación por medio de los peces que traen las inundaciones; (3) policultivo; (4) integración con la producción agrícola en los lechos y con los desechos y/o estiércol de los hogares y del ganado. El suministro de agua natural y la repoblación natural de peces combinados con el uso de desechos significa que los costes de operación de estos sistemas se mantienen bajos. La parte negativa es que el control sobre la operación es limitado. Los sitios permanecen inundados más de lo que se esperaba, pueden inundarse de forma inesperada durante la estación de cultivo, o secarse antes de lo previsto, acortando el período de cultivo. A día de hoy se desconoce la gestión de estos sistemas y su economía, de ello la necesidad del proyecto de investigación que se explica en este trabajo.

**Cuadro 1.** Socios y grupos de tareas en el proyecto sobre *fingerponds* EU-INCO-DEV ("La dinámica y evaluación de los *fingerponds* en los humedales de agua dulce de África oriental»)

Socio	Nombre del grupo de tareas	Jefe científico/ persona de contacto
UNESCO-IHE Instituto para la Educación relativa al Agua, Departamento de Recursos Ambientales, Delft, Países Bajos	Dinámica y modelo ecológico de los humedales	Dr. Anne van Dam, Prof. Patrick Denny
King's College, División de Ciencias de la Vida Londres, Reino Unido	Biología de los peces, producción secundaria y redes tróficas	Dr. Roland Bailey
ENKI o.p.s., Trebon, República Checa	Gestión de estanques piscícolas	Dr. Jan Pokorny
Universidad de Makerere, Instituto del Ambiente y Recursos Naturales, Kampala, Uganda	Dinámica de nutrientes y producción de fitoplancton	Dr. Frank Kansiime
Universidad de Dar es Salaam, Departamento de Zoología y Biología Marina, Dar es Salaam, Tanzania	Tecnología de la acuicultura	Prof. Yunus Mgaya
Universidad de Egerton, Departamento de Zoología, Njoro, Kenya	Socioeconomía y cogestión	Prof. Jude Mathooko

### La colaboración en la investigación y la formación en la acuicultura en los humedales

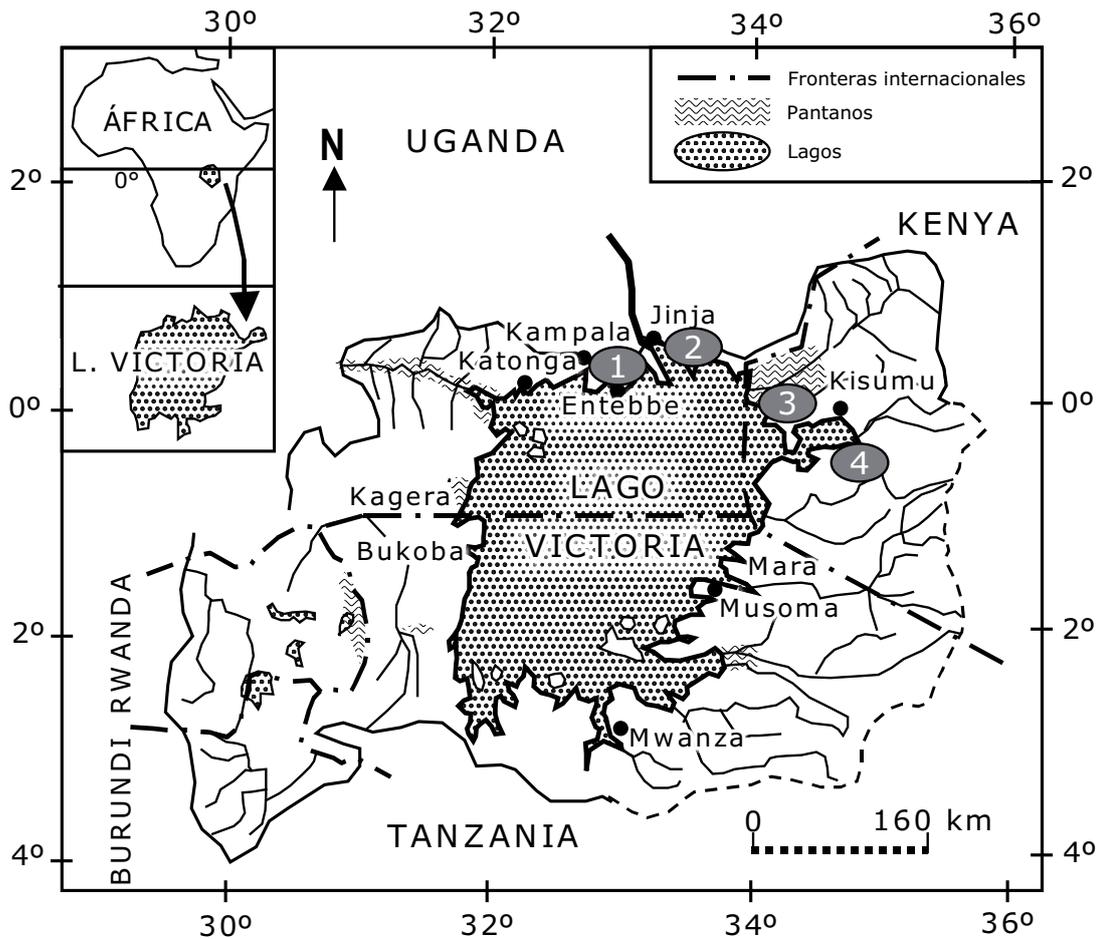
En 2001 se inició un proyecto de investigación titulado «La dinámica y evaluación de los *fingerponds* en los humedales de agua dulce de África oriental», con financiación del programa INCO-DIEV de la Unión Europea (el programa que promueve la cooperación científica entre los miembros de la UE y los países en desarrollo). El proyecto incluía la colaboración de tres socios africanos (Uganda, Kenya y Tanzania) y tres europeos (Reino Unido, la República Checa y Países Bajos) (ver Cuadro 2 para los detalles de los socios). Los objetivos del proyecto son (1) establecer criterios para un rendimiento óptimo de peces; (2) evaluar los beneficios socioeconómicos y las ventajas y desventajas entre los *fingerponds* y otras actividades; (3) desarrollar directrices prácticas para la producción piscícola.

La investigación se realiza en seis emplazamientos en el terreno, dos en cada uno de los países socios africanos, en donde la comunidad local participa en el proyecto. Durante su primer año se construyeron en cada sitio cuatro estanques, con unas medidas de 8x24 m y con una profundidad de 2 m en el lado junto a tierra firme y cerca de 1m hacia el lago. Las comunidades locales se involucraron mucho en la elección de los sitios y la construcción de los estanques. En todos los sitios se acordaron protocolos estándar para el control ecológico e hidrológico y la recolección de datos, al tiempo que se instalaron los equipos (por ej. piezómetros, cubetas de evaporación). Aquí se informa de algunos resultados preliminares de los sitios en Kenya y Uganda (ver Figura 2).

En Kenya, los sitios de estudio se encuentran en Kusa (provincial de Nyanza, distrito de Nyando) en la desembocadura del río Nyando y en Nyangera (provincia de Nyanza, distrito

de Bondo) en el delta del río Yala, ambos a las orillas del Lago Victoria. Se realizó una encuesta entre la población local en ambos lugares para documentar el uso de los humedales y su importancia para los medios de subsistencia de las comunidades. La recolección de papiro, el pastoreo del ganado vacuno y la agricultura estacional eran las principales actividades. El pescado constituye un elemento importante en la dieta de la población, y la pesca también es una destacada actividad a tiempo parcial. El papiro (*Cyperus papyrus*) y la *Phragmites mauritianus* Kunth son macrófitos importantes, utilizados para confeccionar esteras, en la construcción de viviendas y como combustibles. En los humedales también se recolectan gramíneas y ciperáceas (en especial *Digitaria scalarum*; *Cyperus involucreatus*). Los cultivos agrícolas estacionales que existen son caña de azúcar, coco, ñame, arrurruz, banana, arroz y hortalizas (espinacas, berzas, tomates).

Existen normalmente dos períodos de inundaciones en esta área, una inundación más importante que tuvo lugar en mayo de 2002 (Kusa) y entre mayo – julio de 2002 (Nyangera), y una más pequeña al final del año. Estas inundaciones trajeron el agua necesaria para llenar los estanques y los peces requeridos para la repoblación. Cuando la inundación se retiró, se realizó un censo de la población piscícola pasando tres veces una red de cerco por los estanques. En Kusa, se capturaron cerca de 800 peces por estanque (en tres estanques) y 56 peces en el cuarto estanque, con una media de tres unidades por metro cuadrado (Kipkemboi, 2003). Después del censo se redistribuyeron los peces para lograr una densidad de repoblación uniforme en cada estanque. Entre las especies que se encontraron figuran *Oreochromis niloticus*, *O. variabilis*, *O. leucostictus*, *Clarias gariepinus*, *Aplocheilichthys* sp., *Ctenopoma murei*, y *Proptopterus aethiopicus*. La mayoría



**Figura 2.** Localización de los sitios de *fingerponds* en Uganda (1=Gaba, 2=Walukuba) et au Kenya (3=Nyangera, 4=Kusa).

de los peces (85–90%) eran *Oreochromis* juveniles (< 5 cm). Otros estudios en los sitios de Kenya se concentran en la gestión de los estanques (enriquecimiento de los nutrientes usando estiércol de vaca), la economía de los *fingerponds* y su papel en el sistema de medios de subsistencia de las comunidades y el impacto ambiental de los estanques en el ecosistema de los humedales.

En Uganda, los sitios de estudio se encuentran en el humedal de Gaba, 13 km al sudeste de Kampala, en la bahía interior de Murchison y el humedal de Walukuba en Jinja, cerca del golfo Napoleón en el Lago Victoria. La vegetación natural de estos humedales está dominada por las *Phragmites mauritanus*, *Cladium mariscus*, *Cyperus papyrus*, *Echinochloa pyramidalis* y *Typha domingensis* (Kaggwa *et al.*, 2001). Los cultivos agrícolas que crecen en los humedales incluyen ñame, alubias, maíz, batata, mandioca, calabazas azúcar de caña y arroz. En ambos lugares, las inundaciones ocurren tan solo una vez al año, durante las lluvias torrenciales del período marzo-mayo. El análisis del suelo de los

estanques antes de la inundación indicó que los de Gaba contaban con arena (36–41%), limo (14–24%) y arcilla (37–47%); en Walukuba, esta dinámica fue de 28–31%, 40–45% y 28–31%, respectivamente. Los suelos de los estanques fueron alcalinos, (pH 7,6–9,1) y contenían material orgánico en los 5 cm de la capa superior. 0,28–0,63% en Gaba y 0,65–1,1% en Walukuba (Kaggwa *et al.*, 2005).

Los estanques en Walukuba se encontraban aún en construcción en el primer año del proyecto. En Gaba, tres estanques resultaron inundados y se repoblaron con peces de forma natural. Después de diez meses de crecimiento, se cosecharon un total de 1 380, 364 y 620 peces en los estanques 2, 3 y 4 (el estanque 1 no se inundó). En todos los estanques, la tilapia (*Oreochromis niloticus*, *O. leucostictus* y *O. variabilis*) representó el 93% o más de los ejemplares. Otra especie encontradas fueron *Haplochromis* spp., *Aplocheilichthys pumulis* y *Propopterus* sp. El peso total de los peces de los tres estanques fue de 16,3 kg, equivalente a 282 kg/ha. Esto se consiguió sin el aporte de

estiércol o alimentos. Otra investigación realizada en los sitios en Uganda se concentró en la gestión de los estanques, en especial el enriquecimiento de nutrientes utilizando una fábrica de estiércol de pollo y plantas de materiales locales (papiros, carrizo, bambú y rafia) así como un sustrato de perifiton.

La gente en las comunidades ha expresado sus dudas sobre el tamaño de los peces en los estanques. Parece que esperaban peces grandes, como los que ven desembarcar para el mercado de exportación desde el Lago Victoria. Cuando se informan de que es muy difícil producir peces de ese tamaño en los *fingerponds*, expresan su decepción. Por otro lado, mucha gente tiene que acostumbrarse a comer peces más pequeños pescados de forma ocasional en los humedales. Para obtener una cosecha de más envergadura en estos estanques, la investigación tecnológica debería concentrarse en dos aspectos principales: (1) las estrategias de fertilización del estanque, utilizando los recursos disponibles a nivel local para incrementar la productividad del estanque y (2) estrategias de la recolección de peces, que optimicen la densidad y el crecimiento de los peces. En relación a este último punto, los resultados iniciales de la repoblación natural muestran que las diferencias en abundancia de peces tras la decrecida entre estanques vecinos pueden ser sustanciales. Se hace necesaria entonces una redistribución de los peces. Las densidades iniciales pueden ser muy altas. Puede hacerse necesario eliminar el exceso de peces de los estanques. No está claro si existe un mercado para estos peces (en general pequeños), o si la implementación de *fingerponds* a gran escala constituye una amenaza para el repoblamiento de los peces en el lago.

### **Opciones para un ulterior desarrollo y necesidades de investigación**

En este punto, es todavía prematuro extraer conclusiones firmes sobre la viabilidad técnica y económica de los *fingerponds*<sup>1</sup>. Los resultados iniciales muestran que es posible inundar estanques de forma natural y conseguir el auto-poblamiento con peces. Se establecerán rendimientos de referencia de los peces basados en el repoblamiento natural de los estanques sin aportaciones adicionales, mientras que no

<sup>1</sup> Entre la presentación de este trabajo y la publicación de este volumen, se han publicado informes adicionales sobre el proyecto de los *fingerponds* (por ej., Bailey *et al.*, 2005; Kaggwa *et al.*, 2005; Pokorný *et al.*, 2005).

parecen existir grandes limitaciones para el cultivo de peces procedentes de la calidad de las tierras o del agua. Existe un amplio abanico de materiales orgánicos disponibles para fertilizar los estanques, que va desde diferentes tipos de estiércol a gramíneas de los humedales y desechos de los cultivos. Técnicamente, las posibilidades de gestión varían desde extensiva a semi-intensiva. Existe una demanda de pescado por parte de la población, ya que la mayor parte de la producción pesquera de captura del Lago Victoria se destina a la exportación o la fabricación de harina de pescado (Okeyo-Owuor, 1999).

Un punto que necesita ser investigado más a fondo es el contexto para el desarrollo de la acuicultura en la cuenca del Lago Victoria. Además de la pesca, las comunidades en la zona se dedican principalmente a la recolección y procesamiento de productos naturales de los humedales, como el papiro. La agricultura es practicada de forma estacional, desbrozando una parte del humedal y cultivando con la humedad residual, sin el aporte de muchos fertilizantes. En Kusa el desbroce de las tierras se lleva a cabo de forma comunal, pero la posterior gestión de las parcelas se hace en forma individual (J. Kipkemboi, comunicación personal, 2003). No está clara la forma en que los estanques piscícolas encajan en el sistema (por ej. en lo referido a la propiedad). La inversión inicial para la construcción del estanque es considerable, y no está tampoco claro cuánto mantenimiento necesitan los estanques tras un año de sufrir inundaciones y haberse desecado. La adopción de este sistema dependerá probablemente en gran medida en la disyuntiva entre los beneficios de los *fingerponds* y de otras actividades en los humedales o fuera de las fincas. Esta cuestión será abordada en nuestra investigación a través del modelo bio-económico del sistema agrícola de los humedales.

Los socios en el proyecto *fingerpond* están considerando continuar con la colaboración en este área después de que el presente proyecto finalice en 2005. Existen ideas sobre la integración de diversas tecnologías de uso prudente de los humedales, implementar ensayos de campo participativos con las comunidades en la cuenca del Lago Victoria e investigar los enlaces entre desarrollo de la tecnología, adopción y las políticas y toma de decisiones sobre la gestión de los humedales. Se detallan ejemplos de estas otras tecnologías, como las referidas al tratamiento de aguas residuales en los humedales naturales (Kansiime and Nalubega, 1999; Okurut, 2000) y las técnicas de saneamiento seco.

## Agradecimientos

El proyecto sobre los *fingerponds* aquí descrito ha sido financiado por el programa EU INCO-DEV, contrato no. ICA4-CT-2001-10037. Los proyectos de doctorado de Julius Kipkemboi y Rose Kaggwa están apoyados parcialmente por donaciones del Programa de Becas de los Países Bajos. Agradecemos a Patrick Denny sus comentarios y sugerencias. El proyecto sobre los *fingerponds* colabora con varios otros proyectos, organizaciones e instituciones en la región del Lago Victoria. Queremos mencionar aquí el apoyo de la Corporación Nacional de Aguas y Alcantarillado, Uganda (National Water and Sewerage Corporation) y del proyecto RELMA-SIDA, Kenya.

## Referencias

- Bailey, R., Kaggwa, R., Kipkemboi, J. & Lamtane, H.** 2005. *Fingerponds: an agrofish polyculture experiment in East Africa*. *Aquaculture News* 32, 9–10. Stirling, Institute of Aquaculture.
- Bugenyi, F.W.B.** 1991. Ecotones in a changing environment: management of adjacent wetlands for fisheries production in the tropics. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24, 2547–2551.
- Denny, pp.** 1989. Wetlands. Dans: Strategic resources planning in Uganda. UNEP Report IX. Nairobi, UNEP, 103 pp.
- Denny, pp.** 1991. African wetlands. En M. Finlayson and M. Moser, eds. *Wetlands*. Oxford, Facts on File Publishers, pp. 115–148.
- Kaggwa, R.C., Kansiime, F., Denny, pp. & van Dam, A.A.** 2005. A preliminary assessment of the aquaculture potential of two wetlands located in the northern shores of Lake Victoria, Uganda. En J. Vymazal, ed. *Natural and Constructed Wetlands: Nutrients, Metals and Management*, pp. 350–368. Leiden (The Netherlands), Backhuys Publishers.
- Kaggwa, R.C., Mulalelo, C.I., Denny, pp. & Okurut, T.** 2001. The impact of alum discharges on a natural tropical wetland in Uganda. *Water Research* 35(3): 795–807.
- Kansiime, F. & Nalubega, M.** 1999. *Wastewater treatment by a natural wetland: the Nakivubo swamp, Uganda*. IHE Delft and Wageningen University, The Netherlands, 300 pp. (PhD thesis).
- Kipkemboi, J.** 2003. *Fingerponds in East African wetlands; preliminary results on biophysical suitability and agro-piscicultural potential*. Paper presented at the First national Postgraduate Students Conference, 5th-8th August 2003, Kenyatta University, Nairobi.
- Okeo-Owuor, J.B.** 1999. *A review of biodiversity and socio-economics research in relation to fisheries in Lake Victoria*. Nairobi, IUCN Eastern Africa Programme, 77 pp.
- Okurut, T.O.** 2000. *A pilot study on municipal wastewater treatment using a constructed wetland in Uganda*. IHE Delft and Wageningen University, The Netherlands. 171 pp. (PhD thesis).
- Pokorny, J., Prikryl, J., Faina, R., Kansiime, F., Kaggwa, R.C., Kipkemboi, J., Kitaka, N., Denny, pp., Bailey, R., Lamtane, H. and Mgaya, Y.D.** 2005. Will fish pond management principles from the temperate zone work in tropical fish ponds? En J. Vymazal, ed. *Natural and Constructed Wetlands: Nutrients, Metals and Management*, pp. 382–399. Leiden (The Netherlands), Backhuys Publishers.
- Salafsky, N. and Wollenberg, E.** 2000. Linking livelihoods and conservation: a conceptual framework and scale for assessing the integration of human needs and biodiversity. *World Development* 28(8): 1421–1438.

## ECONOMÍA DE LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA

Cécile Brugère  
Departamento de Pesca y Acuicultura  
FAO, Roma, Italia

**Brugère, C.** 2010. Economía de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 139–154.

### Resumen

El trabajo destaca la importancia del análisis económico en el desarrollo tecnológico. Se presentan los principios y métodos de la «economía de primeros auxilios» para permitir a los profanos en la materia controlar el rendimiento económico de los sistemas de integración de sistemas de irrigación y acuicultura. Se hace énfasis en la diferencia entre los puntos de vista de los agricultores y de los economistas, explicando la relevancia y los cálculos de los indicadores económicos. También se describen los métodos de recolección y análisis de datos y en el apéndice se presenta un estudio de caso del cultivo combinado de arroz y peces que constituye un ejemplo ilustrativo de evaluación económica aplicada.

### Introducción

El análisis económico es una parte importante de las actividades agrícolas. Permite a los administradores de las explotaciones evaluar el rendimiento y a los directores de proyectos analizar los impactos de los programas de desarrollo o de las intervenciones en la producción alimentaria, la seguridad alimentaria de las familias y la economía. Salvo contadas excepciones, las experiencias pasadas de desarrollo de la acuicultura en África –incluyendo la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA)–, no han aprovechado todo su potencial. Aunque las razones para este fracaso pueden ser complejas y atribuibles a una combinación de factores, dar plena importancia a la evaluación del rendimiento económico de la acuicultura con la participación conjunta de campesinos y directores de proyectos, puede garantizar la adopción a largo plazo de la actividad. Dado que la acuicultura es la actividad a integrar en los sistemas ya existentes, medir su rendimiento económico podría ayudar a responder las preguntas relacionadas con sus posibilidades de ser económicamente viable y atractiva como estrategia para mejorar los medios de vida. El trabajo debería considerarse como una «guía económica de primeros auxilios» cuyo objetivo es presentar una visión general de enfoques simples que pueden ser utilizados por los profanos en la materia para abordar estas preguntas. Se

anima a los lectores a consultar las referencias bibliográficas para obtener información más detallada y ejemplos ilustrativos de los métodos presentados. La primera sección describe las principales herramientas e indicadores utilizados en el análisis económico. Una segunda sección especifica los métodos de recolección y análisis de datos, con referencia al ejemplo del cultivo combinado de peces y arroz en Madagascar (detallado en el Apéndice 1). En una tercera sección se resumen las conclusiones.

### Tipos de análisis económicos e indicadores de rendimiento

Aunque habitualmente se utiliza el término «económico», es necesario diferenciar entre análisis financiero y análisis económico. El análisis financiero estudia la rentabilidad de una actividad, basándose en sus características técnicas, costes y beneficios. Este tipo de análisis es el que incumbe directamente al agricultor. Por otro lado, un análisis económico examina los flujos de recursos reales y evalúa la viabilidad e impacto de un programa en la economía local o en la sociedad en general. Es más preciso y compete directamente a los directores de proyectos y a los economistas. Ambos dependen de los datos financieros y su recopilación es objeto de estudio en una sección posterior.

**Cuadro 1.** Indicadores económicos del rendimiento de una explotación agrícola, desde la perspectiva de un agricultor y de un economista

Concepto	Definición e interpretación
<b>Economía básica</b>	
I. Ingresos brutos (IB)	= Cantidad cosechada x importe recibido (precio de mercado).
II. Costes variables (CV), también llamados costes de explotación	= Suma de los costes de todos los insumos necesarios para la producción. Por ej.: - alevines/semillas - alimentos para peces, fertilizantes para cultivos, etc. - mano de obra asalariada <sup>1</sup> - (coste de oportunidad de los costes variables) <sup>2</sup>
III. Margen bruto (MB), también llamado ingresos por encima de los costes variables o beneficio de explotación.	= Ingresos brutos descontando los costes variables = IB- CV
IV. Costes fijos (CF)	= Suma de gastos independientemente de los niveles de producción. Por ej.: - Depreciación del equipamiento y las infraestructuras (estanques, jaulas, etc.) - Interés del capital prestado (coste de oportunidad del capital) - etc.
VI. Beneficios netos de la tierra, mano de obra y gestión (BNTMG)	= Beneficios netos descontando los costes fijos y variables: IB - (CF + CV)
Datos adicionales necesarios:	- coste de oportunidad de la tierra = $X_1$ - coste de oportunidad de la mano de obra no asalariada = $X_2$ - coste de oportunidad de la gestión no asalariada = $X_3$ - tipos de interés - costes de oportunidad de los costes variables <sup>2</sup> (si no están ya incluidos en los costes variables).
Vii. Costes totales	= Suma de todos los costes y los costes de oportunidad = CF + CV + $X_1$ + $X_2$ + $X_3$
Viii1. Beneficios netos de la tierra y la gestión (BNTG)	= BNTMG - $X_2$
Viii2. Beneficios netos de la gestión (BNG)	= BNTG - $X_1$
Viii3. Beneficios netos (BN)	= BNTG - $X_3$ o = BNTMG - ( $X_1$ + $X_2$ + $X_3$ )
VI. Ratio beneficio ordinario/coste (B/C) <sup>4</sup>	Ratio que da la proporción relativa de los beneficios en relación a los costes. = BN/(CV+CF) [incluyendo los costes de oportunidad] o = BNTMG/(CV+CF) [sin incluir los costes de oportunidad] A mayor ratio, mayor rentabilidad.
VII. Période d'amortissement <sup>3</sup>	Tiempo (en años o ciclos de producción) que tarda una actividad o un proyecto en recuperar su coste inicial, calculado como el ratio entre el coste inicial de inversión y los flujos anuales de fondos, antes de la depreciación. Es igual a: $\frac{\sum_0^N MB}{CF}$ , siendo N el número de periodos (o años)
<b>Economía avanzada</b>	
VIII. Valor presente neto (VPN)	Refleja el hecho de que una inversión tiene un valor mayor en el presente que en el futuro debido al riesgo y la incertidumbre sobre las futuras ganancias. Su fórmula de cálculo es: $V_0 = \frac{V_N}{(1+r)^N}$ en donde $V_0$ = valor presente, $V_N$ = valor futuro, $r$ = tipo de interés (tipo de descuento), $N$ = número de periodos o años de operación. Si $V_0 > 0$ , la inversión será rentable. Si $V_0 < 0$ , la inversión no será rentable. Si $V_0 = 0$ , la inversión no generará ningún beneficio (situación de equilibrio).
IX. Tasa de rentabilidad interna (TRI)	El tipo de interés (o tipo de descuento), $r$ , para el cual el VPN es igual a cero. Representa la rentabilidad media del dinero invertido en un proyecto durante toda su vida. Se obtiene resolviendo, mediante tanteo, la siguiente ecuación: $\sum \frac{A_N}{(1+r)^N} = 0$ en donde $AN$ = beneficios netos en cada periodo individual $N$ (diferencia entre los beneficios o ingresos totales y los costes totales), $r$ = tipo de interés (tipo de descuento). Si la TRI es mayor que el coste de oportunidad adecuado del capital, la inversión es viable y merece la pena.
X. Ratio beneficio descontado/coste	= BN descontados / (CF + CV descontados). Se incluyen los costes de oportunidad de la tierra, la mano de obra y el capital.

<sup>1</sup>Si fuera conveniente, se debería incluir el tiempo de comercialización. <sup>2</sup>La inclusión de este tipo de coste en los costes variables podría no incumbir a los agricultores. Sin embargo, es importante desde el punto de vista de los economistas y se debería incluir en análisis posteriores. <sup>3</sup>Este indicador es relevante en operaciones a escala comercial, pero tiene poca utilidad en el contexto de operaciones a pequeña escala basadas en la subsistencia. <sup>4</sup>Al ser un ratio adimensional, B/C también puede calcularse [(CV+CF)/BN]. En este caso, a menor ratio, mayor rentabilidad.

## ***Tipos de análisis económicos***

Definir la escala temporal así como la escala de la operación (subsistencia-extensiva, comercial-semi-intensiva a pequeña escala, comercial o industrial-intensiva), es de vital importancia para decidir qué tipo de análisis realizar. Los enfoques microeconómicos de la gestión de las explotaciones agrícolas tienen mucha relevancia para el desarrollo de la IIA, en particular a niveles comerciales a pequeña escala y de subsistencia.

En ocasiones la denominación y definición de los enfoques y métodos puede coincidir y variar de una fuente a otra. Para solucionar esta posible confusión, podría ser más sencillo considerar el problema de la economía de las explotaciones agrícolas desde dos perspectivas: la de los agricultores y la de los economistas (o directores de proyectos).

Desde el punto de vista del agricultor, la gestión de las explotaciones agrícolas basada en el cumplimiento de sus presupuestos le ayuda a analizar los insumos y producción de las operaciones agrícolas. Excluye variables como los costes de la mano de obra y los costes de oportunidad de los recursos, y tiende a subestimar la importancia de la amortización.

Desde la perspectiva del economista, la gestión de las explotaciones agrícolas puede ampliarse para incluir la economía de la producción (economía de la transformación de los recursos, su asignación y productividad en las explotaciones) y la economía familiar (impacto de las actividades agrícolas en la economía doméstica). Otros enfoques con un alcance más amplio serían los macroeconómicos, que abordan los flujos de recursos a nivel regional, nacional o mundial; así como los relacionados con la economía medioambiental, que se centran en valorar los impactos originados por una actividad en el medio ambiente y en las comunidades que dependen de él. El análisis de costes-beneficios (ACB) es un método utilizado para considerar ambos enfoques. Para reflejar la realidad de forma precisa, estos análisis incluyen información relacionada con los costes de oportunidad de los recursos (mano de obra, tierra, capital, etc.) y tienen en cuenta las distorsiones del mercado.

La siguiente sección ofrece detalles sobre el cálculo de los indicadores utilizados para medir la eficiencia económica de las explotaciones agrícolas, tanto desde el punto de vista de los economistas como de los campesinos. Los indicadores se presentan de forma similar a como se haría en un análisis «real».

## ***Indicadores y ratios***

Para la evaluación del rendimiento de las actividades de IIA a escala piloto, un enfoque basado en las explotaciones agrícolas podría ser suficiente inicialmente para analizar la rentabilidad inmediata del proyecto. Sin embargo, para prever su viabilidad a largo plazo, se necesitan indicadores adicionales, basados en una serie de suposiciones. El Cuadro 1 describe la información necesaria para el cálculo e interpretación de los ratios e indicadores pertinentes utilizados en análisis económicos. También ilustra el progreso desde el análisis de la gestión de explotaciones agrícolas a análisis económicos más complejos.

El cálculo del valor presente neto (VPN) es necesario para comparar costes e ingresos, mientras se corrige el tiempo transcurrido entre la fecha de la inversión inicial y la de los primeros ingresos. Conlleva un proceso llamado actualización. Los valores actualizados (o valores presentes) se obtienen dividiendo los ingresos futuros estimados en el año  $N$  por  $(1+r)^N$ , que es el interés que se generaría durante el periodo  $N$  ( $r$  es el tipo de interés o descuento).

A diferencia de los métodos ordinarios, la actualización limita los ingresos inflados y los costes futuros y permite una mejor comparación entre varios proyectos o escenarios previstos en diferentes periodos de tiempo (Hishamunda y Manning, 2002).

## **Recolección y análisis de datos**

### ***Requisitos de datos***

Si bien todos los indicadores descritos anteriormente son importantes para un análisis y control precisos, a menudo los recursos son limitados e impiden la obtención de datos detallados.

En el Cuadro 2 se muestran los datos (mínimos) esenciales a compilar para obtener una visión general del rendimiento de un sistema de IIA. Datos adicionales: para una perspectiva económica del rendimiento de la explotación agrícola, a menudo se necesitan suposiciones en relación al valor de los recursos que no se comercializan directamente. El Cuadro 3 sugiere «variables sustitutivas» adecuadas, obtenidas de los precios de mercado de bienes y recursos empleados en usos alternativos. Para que sean válidas, dependen de la suposición crítica de que los precios de mercado son eficientes (economía competitiva).

Además de lo anterior, la información sobre los tipos de interés vigentes, el tiempo de vida

**Cuadro 2:** Recolección de datos esenciales para una evaluación básica del rendimiento de un sistema de IIA

<b>COSTES</b>	
Costes fijos	Excavación del estanque Construcción de jaulas Diseño del arrozal para albergar la producción pesquera Precio del riego (si es fijo, independientemente de la cantidad de agua empleada)
Costes variables (relacionados con las cantidades empleadas)	Siembra de huevos/alevines Alimento para los peces Fertilizantes Cosecha
Costes de mano de obra	Mano de obra asalariada (producción y postcosecha) Mano de obra familiar no asalariada <sup>1</sup>
<b>INGRESOS</b>	
Márgenes	Cantidades de producción (vendidas y consumidas en los hogares) Precio a la salida de la explotación agrícola o precio de mercado del producto básico vendido

<sup>1</sup>La mano de obra asalariada y no asalariada (expresada en persona-día u hora por día) se debería cuantificar de forma separada. Para la no asalariada, se debería incluir el papel desempeñado por las mujeres y los niños en las actividades diarias de gestión.

económica previsto, la depreciación y los valores residuales, será valiosa para las evaluaciones de viabilidad económica. El análisis de los costes de oportunidad de los recursos consumidos por la acuicultura y las compensaciones de factores a nivel familiar, requiere una compilación detallada de información relacionada con las actividades, toma de decisiones y uso de recursos a nivel familiar. Debido a que los datos a obtener son muy diversos y específicos de cada contexto, no se han enumerado en este documento. En la próxima sección se sugieren enfoques adecuados para la recolección de estos datos.

### **Recolección de datos**

La recolección de datos puede ser un proceso largo, ya que requiere emplear mucho tiempo para cada una de las partes implicadas. Por tanto, para evitar malgastar recursos, es importante planificar; decidir qué tiene prioridad en la recolección de datos y cómo analizar éstos; y entonces ajustarse a lo planeado. Una lista de comprobación de las preguntas QUÉ, DÓNDE, CUÁNDO, QUIÉN y CÓMO, puede ayudar a evitar la omisión de datos. Se proporcionan ejemplos en el Cuadro 4.

A menudo se utilizan cuestionarios estructurados para la recolección de datos económicos, ya que permiten la obtención sistemática de información y son útiles para grandes muestras. Sin embargo, tienen limitaciones en cuanto a la calidad de los datos obtenidos de los agricultores. Los estudios preliminares, una cuidadosa preparación y los ensayos sobre el terreno antes de la implementación, así como la formación de los encuestadores o agricultores implicados en la compilación, son de vital importancia para

garantizar la calidad y limitar la parcialidad. Por ejemplo, con respecto a la información de la mano de obra, suele ser más fácil para los encuestados estimar la cantidad de mano de obra utilizada si las actividades de gestión están separadas, pero sólo los ensayos previos de los cuestionarios pueden poner de manifiesto este tipo de puntos débiles del proceso de compilación. Sobre una base *ad hoc*, las entrevistas cara a cara, en profundidad y semi-estructuradas, son útiles para los controles de calidad. También, la información cualitativa obtenida de las valoraciones participativas puede ser útil para entender mejor la situación antes de su valoración cuantitativa, además de dar una idea sobre las cuestiones domésticas internas, incluyendo las relaciones de género, decisiones y responsabilidades. Si bien no sustituye a los datos cuantitativos, este tipo de información puede arrojar luz sobre los resultados obtenidos.

### **Análisis de datos**

No se necesita un software complejo para el análisis de datos: una hoja de cálculo de MS Excel es suficiente e incluye cálculos de ratios pre-programados.

Como ya se destacó anteriormente, la inclusión o exclusión de la mano de obra familiar es crítica para la interpretación de los resultados. Generalmente se realizan dos análisis en paralelo: uno excluyendo a la mano de obra familiar de los cálculos y otro incluyendo estimaciones del coste no monetario para el ejercicio de una actividad.

A la hora de planificar el desarrollo de una nueva actividad o estimar su potencial, realizar análisis de sensibilidad con cifras diversas (por ejemplo, tipos de interés, precio de los insumos), puede mostrar los umbrales por debajo de los cuales una actividad puede no ser económicamente viable.

**Cuadro 3:** Ejemplo de precios económicos y los correspondientes precios financieros, suponiendo la eficiencia del mercado, en el caso de la acuicultura

Precios económicos		Precios financieros (utilizados como variables sustitutivas)
Coste de la mano de obra (valoración de la mano de obra familiar)	→	Valor del producto marginal de la mano de obra agrícola
Coste de la tierra	→	Precio de mercado de la tierra
Coste de la maquinaria	→	Precio de mercado de alquilar una máquina
Coste de los materiales de construcción	→	Precio de mercado de estos materiales
Coste de las semillas-alevines	→	Precio de mercado de semillas-alevines
Coste de los alimentos y fertilizante (estanque)	→	Precio de mercado para el siguiente mejor uso alternativo (alimento para ganado o aves de corral, fertilizante para cultivos, etc.)
Coste de los peces en la cosecha	→	Precio de mercado de los peces
Coste de oportunidad de la mano de obra no asalariada	→	Salario mínimo legal o salario de reserva o valor estimado de la mano de obra pagada en especie <sup>1</sup>
Coste de oportunidad del capital	→	Tipo de interés básico de los ahorros (pagado por los bancos)
Coste de oportunidad de la tierra	→	Beneficio neto (por unidad de tierra) del siguiente uso alternativo de la tierra.

<sup>1</sup>El salario de reserva se refiere a salarios que están por debajo del salario mínimo legal. La mano de obra pagada en especie puede ser tasada al precio de mercado de la producción apartada.

**Cuadro 4:** Planificar la recolección de datos. Ejemplo de una lista de comprobación

QUÉ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de operación (escala) investigada</li> <li>- Tamaño de la muestra (muy importante: estratificada, aleatoria, etc.) y su justificación</li> <li>- Qué necesitamos saber/qué queremos saber/qué necesitamos demostrar</li> <li>- Qué se hará con los datos compilados (es decir, planificar el análisis)</li> </ul>
DÓNDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitación de la zona de estudio</li> </ul>
CUÁNDO	Escala temporal del estudio: <ul style="list-style-type: none"> <li>- si es a lo largo del tiempo: frecuencia y duración total de la recolección de datos</li> <li>- si es instantáneo: periodo de recolección de datos (retroceder en el tiempo), periodo del año (puede influir en los resultados, especialmente en zonas con importantes variaciones estacionales)</li> </ul>
QUIÉN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupos investigados.</li> <li>- Recolección de datos (agricultores, agentes de extensión agraria, consultores, etc.).</li> <li>- Análisis de datos</li> </ul>
CÓMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos de recolección de datos (cuestionario estructurado, valoración participativa).</li> <li>- Métodos de análisis y de realización de informes.</li> </ul>

De forma similar, un análisis de la estructura de los costes –según el cual cada coste variable se estima como un porcentaje de los costes variables totales y los costes totales–, puede sugerir dónde reducir los costes y estimar los impactos de esta modificación de la asignación de recursos en otras actividades.

En este estudio se hace referencia a la gestión de las explotaciones agrícolas desde el punto de vista de los agricultores: se presentan los ratios y su interpretación permite determinar las ventajas y desventajas comparativas de cada tipo de actividad.

### **Estudio de caso – Madagascar**

Para un estudio de caso ilustrativo de los métodos de recolección y análisis de datos descritos anteriormente, se anima a los lectores a consultar el «análisis económico comparativo del cultivo de arroz, peces y el cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar» (Apéndice 1).

### **Conclusión**

Este trabajo ha destacado qué puede conseguirse a través de un análisis económico básico aplicado a las actividades acuícolas y de la IIA y demostrado lo eficaces que pueden resultar unos pocos indicadores estratégicamente elegidos para evaluar el rendimiento y la viabilidad a

largo plazo de estas operaciones. A nivel de los agricultores, evaluaciones simples y regulares pueden permitir detectar las dificultades al comienzo del desarrollo de una nueva actividad, permitiendo así su redireccionamiento o reajuste. El enfoque de los economistas puede, además, permitir considerar la viabilidad a largo plazo de un proyecto y prever su potencial para la adopción y los impactos sobre la mitigación de la pobreza y la diversificación de los medios de vida. Sin embargo, las dos perspectivas discrepan radicalmente en la estimación de la mano de obra familiar no asalariada: los agricultores raramente la contabilizan, pero debería ser adecuadamente valorada e incluida por los economistas en el análisis junto a restantes costes no comerciales. A pesar de la naturaleza cuantitativa de los datos empleados, continuar siendo sensibles a las prácticas y conocimientos locales y adoptar principios participativos durante la recolección de datos, puede ayudar a compilar información de calidad y lograr análisis económicos con sentido.

### Agradecimientos

Se agradecen los comentarios del Dr. Hishamunda sobre un primer borrador.

### Referencias

**Hishamunda, N. & Manning, pp.** 2002. Promotion of sustainable commercial aquaculture in sub-Saharan Africa. Volume 2: Investment and economic feasibility. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 408/2. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/y4206e/y4206e00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/y4206e/y4206e00.htm)).

### Lecturas complementarias

- Jolly, C.M. & Clonts, H.A.** 1993. *Economics of aquaculture*. Binghamton, Food Products Press.
- PESA.** 2003. Handbook on monitoring and evaluation. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Roma, FAO
- Shang, Y.C.** 1981. *Aquaculture economics: Basic concepts and methods of analysis*. Boulder, Westview Press.
- Stomal, B. & Weigel, J-Y.** 1997. Aquaculture economics in Africa and the Middle East. En A.T. Charles, R.F. Agbayani, E.C. Agbayani, M. Agüero, E.F. Belleza, E. Gonzáles, B. Stomal & J-Y Weigel, eds. *Aquaculture economics in developing countries. Regional assessments and an annotated bibliography. Fisheries Circular* No. 932. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/w7387e/w7387e00.htm](http://www.fao.org/docrep/w7387e/w7387e00.htm))
- Wijkström, U. & Vincke, M.M.J.** 1991. Ghana – Technical assistance and investment framework for aquaculture in Ghana. Field Technical Report 3: Review of the economics of fish farming and culture-based fisheries in Ghana. Roma, FAO.

## Apéndice 1. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DEL CULTIVO DE ARROZ, PECES Y EL CULTIVO COMBINADO DE ARROZ Y PECES EN MADAGASCAR<sup>1</sup>

### Introducción

Con su largo litoral de 4 500 km y una plataforma continental de 117 000 km<sup>2</sup>, Madagascar tiene un potencial excelente para el desarrollo de la pesca y la acuicultura. Según el Instituto Nacional de Estadística, el sector pesquero contribuyó a más del 7 por ciento del PIB en los últimos años. Se espera un incremento adicional hasta el 9 por ciento en los próximos años. La población total de Madagascar asciende a 16,4 millones de habitantes (2001) y está creciendo a un ritmo del 3 por ciento anual. Alrededor de un 5 por ciento de la población activa depende de los ingresos de las actividades del sector pesquero y acuícola

Aunque el pescado y los productos de animales acuáticos son una fuente nutricional potencialmente importante para los malgaches, las cifras actuales de consumo son bajas, estimadas en 7,6 kg/año en 1999. Se espera que el consumo de pescado y productos de animales acuáticos aumente, ya que se trata de alimentos saludables.

Dentro del sector pesquero, la acuicultura es importante y se está desarrollando rápidamente en las zonas rurales de Madagascar. En particular, la acuicultura de camarones ha demostrado su potencial económico en los últimos años, atrayendo

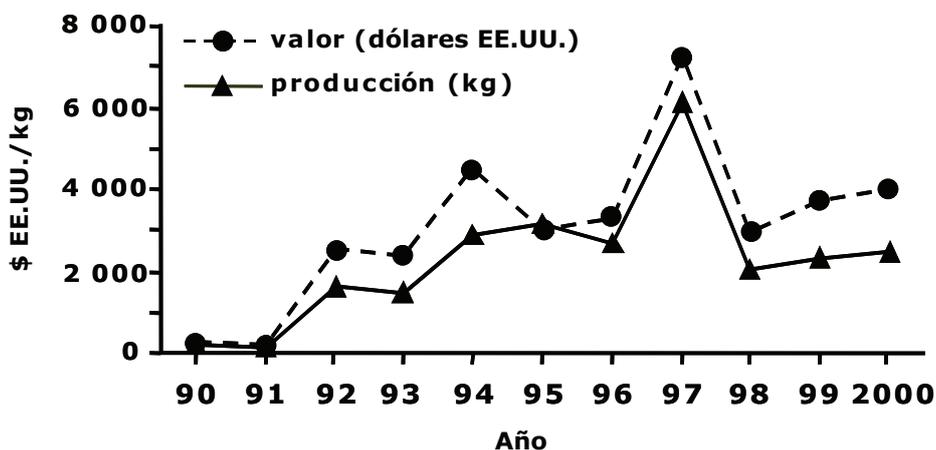


Figura 1. Producción acuícola de carpas en Madagascar, 1990–2000 (FAO, 2002a)

(Razafitseheno, 2001). El subsector de la pesca de captura registró un rápido crecimiento en la producción, de 107 590 toneladas en 1990 a 143 859 toneladas en 2000 (FAO, 2002a), experimentando un aumento del 4 por ciento entre 1999 y 2000. Sin embargo, el potencial de la pesca de captura es limitado y recientemente se registró una disminución en las capturas de diversas especies. Los ingresos totales por exportación de la pesca ascendieron a unos 101 millones de dólares EE.UU. en 1999; con un aumento del 5,5 por ciento en 1998 (FAO, 2002b).

a numerosos inversores. Como resultado, su producción ha aumentado de 790 toneladas en 1993 a más de 4 800 toneladas en 2000. Por otro lado, las cifras de la producción nacional de piscicultura continental (fundamentalmente carpas) presentan grandes fluctuaciones en el mismo periodo.

Tras alcanzarse una producción récord de carpas (6 105 toneladas) en 1997, ésta experimentó un acusado descenso al año siguiente. Las cifras más recientes de la FAO corresponden al año 2000 y muestran una producción de carpas procedentes de

<sup>1</sup> El Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura de la FAO encargó el trabajo en el que se basa esta comparación de sistemas productivos al Sr. Etienne Randimbiharimanana, que compiló los datos de las explotaciones agrícolas y demás información relevante. El análisis económico comparativo de los tres sistemas de cultivo y su interpretación fue realizado por los Sres. Van Anrooy e Hishamunda, del Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.

**Cuadro 1.** Datos biofísicos de los sistemas de cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar (medias calculadas por año). 2001

Concepto	Arroz	Peces	Arroz y peces
Zonas cultivadas (ha) [desviación típica] <sup>a</sup>	0,21 [0,2]	0,086 [0,15]	0,45 [0,6]
Rendimiento del arroz (kg/ha/año)	3 769	–	4 604
Rendimiento de los peces (kg/ha/año)	–	676	393
Ciclos de producción (nº/año)	1	1	1
Duración del ciclo de producción del arroz (días)	144	–	159
Duración del ciclo de producción de los peces (días)	–	240	171
Insumo de cal (kg/ha)	34	778	5
Insumos de fertilizante orgánico (kg/ha)	5 906	7 217	17 060
Insumos de fertilizante inorgánico (kg/ha)	87	10	277
Cantidad de semillas de arroz (kg/ha)	474	–	106
Densidad de siembra (alevines/m <sup>2</sup> )	–	1,16	0,44
Peso de los peces en la siembra (g)	–	5,3	9,7
Ratio peso de los peces en la cosecha/en la siembra	–	34,53	26,60
Insumos de alimentos para los peces (kg/ha)	–	1 271	396
Mano de obra contratada (persona-días/ha)	276	28	340
Mano de obra familiar (persona-días/ha)	95	48	60
Tiempo de gestión (persona-días/ha) <sup>b</sup>	5	3	3

<sup>a</sup> Para el cultivo de arroz y el cultivo combinado de arroz y peces: superficie de los arrozales. Para el cultivo de peces: solamente superficie del estanque.

<sup>b</sup> Estimado en un 5 por ciento del total de la mano de obra familiar (no hay datos disponibles)

acuicultura de 2 480 toneladas (Figura 1). Una de las principales razones para este acusado descenso de la producción de carpas en 1998 fue el ciclón tropical *Gretelle*, que asoló al país en 1997, dejando a su paso 200 muertos y unas 570 000 personas afectadas. El primer ciclón en 40 años destrozó gran parte de los cultivos comerciales, incluyendo los acuícolas. Debido a los daños causados en los criaderos de peces, al año siguiente la oferta de alevines fue limitada.

Alrededor del 71 por ciento de la producción acuícola en agua dulce en Madagascar procede del cultivo combinado de arroz y peces (Remanevy, 1999). El resto (29 por ciento) se produce en estanques. Aunque la carpa ha sido la especie más utilizada en el cultivo combinado de arroz y peces, la tilapia goza también de una creciente aceptación. El cultivo de arroz y peces en Madagascar es una práctica sencilla, de bajo coste y escasa tecnología. Fue fomentada por varios proyectos con financiación nacional e internacional, como por ejemplo, el proyecto MAG/92/004 «Programme de développement de la pêche et de l'aquaculture» de la FAO/PNUD y el proyecto «Initiatives Genre et Développement: Le projet rizipisciculture (Sud et Nord) a Madagascar», financiado por la Unión Europea. Sin embargo, la economía del cultivo de arroz, peces y del cultivo combinado de arroz y peces, no es bien entendida.

## Metodología

Se recopilaron los datos económicos de diez explotaciones agrícolas arroceras, diez explotaciones piscícolas (cultivo de carpa) y otras diez con cultivo combinado de arroz y peces (cultivo de tilapia/carpa) en la zona de Vakinankaratra en 2001. Los datos se analizaron utilizando la «técnica de presupuesto empresarial». Los tamaños medios de las explotaciones agrícolas de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces eran de 0,21, 0,09 y 0,45 hectáreas respectivamente. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de las muestras, las desviaciones típicas fueron elevadas: respectivamente de 0,20, 0,15 y 0,60 hectáreas. Las tasas de depreciación utilizadas para los costes de inversión en los estanques y en los terrenos para el cultivo de arroz y peces se basaron en estudios similares de otros países de África subsahariana. Fueron de 20 años para los estanques piscícolas y de 10 años para los terrenos para el cultivo combinado de arroz y peces. La mayoría de los agricultores entrevistados formaban parte del grupo más desfavorecido de la población rural, ya que el estudio tenía como objetivo identificar las oportunidades y limitaciones de la piscicultura para la población rural pobre en Madagascar. En el Apéndice 2 se incluyen fotografías de los tres sistemas productivos.

**Cuadro 2.** Datos económicos de los sistemas de cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar, 2001 (medias calculadas por año). FMG = Franco Malgache (1 dólar EE.UU. = 5 970 FMG, 2001)

Concepto	Arroz	Peces	Arroz y peces
Precio medio de mercado del arroz (FMG/kg)	1 360	–	1 245
Precio de las semillas de arroz (FMG/kg)	1 360	–	1 245
Precio medio de mercado de los peces (FMG/kg)	–	13 825	11 950
Precio del fertilizante orgánico (FMG/kg)	55,30	57,50	86,25
Precio del fertilizante químico (FMG/kg)	3 300	3 000	3 225
Precio de la cal (FMG/kg)	2 700	800	750
Precio de los alevines (FMG/kg)	–	40 566	18 556,7
Precio de los alimentos para peces (FMG/kg)	–	1 292	825
Coste de construcción del estanque (FMG/ha)	–	10 450 000	14 080 000
Coste de la mano de obra contratada (FMG/ha)	970 284	123 913	1 558 719
Coste de la mano de obra familiar (FMG/ha)	332 500	168 000	210 000
Coste de la gestión (FMG/ha)	50 000	30 000	30 000
Impuesto sobre la tierra (FMG/ha/año)	117 453	112 319	64 732

## Resultados

El Cuadro 1 muestra los datos biofísicos de los tres sistemas productivos. Aunque en todos los sistemas sólo se practica un ciclo productivo al año, la duración del ciclo es diferente y varía desde los 144 días para el cultivo de arroz hasta los 240 para el cultivo de peces. La cal y los abonos orgánicos e inorgánicos se usan en los tres sistemas, aunque en cantidades diferentes. Por ejemplo, los piscicultores utilizan más cal para la preparación de sus estanques, mientras que los campesinos que cultivan arroz y peces añaden más fertilizantes orgánicos a sus terrenos en comparación con los agricultores de los otros dos sistemas productivos. Los campesinos que cultivan arroz y peces utilizan en torno a un 22 por ciento de las semillas de arroz que usan los agricultores arroceros y alrededor de un 38 por ciento de los alevines que utilizan los piscicultores por hectárea. El peso medio de los alevines sembrados en el cultivo combinado de arroz y peces es mayor que en el monocultivo de peces ( $\pm 10$  g vs 5 g). La cantidad de alimento que utilizan los piscicultores es aproximadamente el doble de la que emplean los campesinos que cultivan arroz y peces. Este último cultivo parece tener el coeficiente de mano de obra más elevado. Los agricultores que cultivan arroz y peces contratan relativamente más mano de obra. De los tres sistemas, la piscicultura tiene el menor coeficiente de mano de obra. Los rendimientos de estos tres sistemas también pueden variar mucho. Los rendimientos de arroz de un cultivo combinado de arroz y peces son un 22 por ciento más altos que los obtenidos en un arrozal convencional. Esto podría indicar que la integración de la acuicultura en los arrozales tiene un impacto positivo en los rendimientos del arroz. De media, el cultivo combinado de arroz y peces

utiliza el triple de fertilizantes por unidad de tierra que el monocultivo de arroz. Probablemente, ésta sea otra razón importante que explica que el rendimiento del arroz en los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces de este estudio sea mayor.

Los datos económicos y los resultados del análisis de costes-beneficios se presentan en las Cuadros 2 y 3. Los costes variables totales son menores para el cultivo de arroz, que también genera menos ingresos brutos y beneficios netos en comparación con los otros sistemas productivos. Los costes totales asociados al cultivo combinado de arroz y peces y al cultivo de peces son casi similares (en torno a 1 175 dólares EE.UU./año). Sin embargo los beneficios netos del cultivo de arroz y peces son 182 dólares EE.UU./año mayores que los del cultivo de peces. Esto significa que, si bien la inversión inicial necesaria para la preparación del arrozal en el cultivo de arroz y peces es mayor que para la construcción de estanques piscícolas, los gastos de la inversión se recuperan antes, ya que los ingresos brutos son mayores.

El ratio beneficio/coste para el cultivo de arroz, peces y arroz y peces fue de 0,75, 0,34 y 0,51 respectivamente, sin contabilizar los costes de la tierra, mano de obra y gestión. Esto indica que los aumentos en los costes asociados a los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces y de cultivo de peces no dan lugar automáticamente a mayores beneficios proporcionales.

Los puntos de equilibrio calculados para los rendimientos con los costes y precios actuales se presentan en el Cuadro 4. Los agricultores arroceros deberían producir al menos 2 317 kg de arroz/ha/año, los piscicultores 516 kg de peces/ha/año y los agricultores que cultivan arroz y peces 594 kg de peces y 2 766 kg de arroz/ha/año, para recuperar sus costes totales de producción.

**Cuadro 3.** Análisis de costes y beneficios (por hectárea al año) para el cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar, 2001

Concepto	Arroz <sup>a</sup> (dólares EE.UU./ ha)	Peces (dólares EE.UU./ ha)	Arroz y peces <sup>a</sup> (dólares EE.UU./ ha)
I. Ingresos brutos (IB)	858,63	1 565,66	1 746,90
II. Costes variables (CV)			
Cal	15,58	104,36	0,67
Fertilizante orgánico	54,77	104,19	164,32
Fertilizante inorgánico	47,91	5,03	149,58
Alevines	–	415,91	133,33
Semillas de arroz	108,04	–	22,11
Alimentos para peces	–	275,04	54,77
Mano de obra contratada	162,48	20,77	267,83
Coste de oportunidad del capital <sup>b</sup>	46,65	111,04	95,11
CV Totales	435,43	1036,34	887,72
III. Margen Bruto (MB)	423,20	529,32	859,18
IV. Costes fijos (CF)			
Depreciación	0	87,60	235,85
Impuesto sobre la tierra	19,60	18,76	10,72
CF Totales	19,60	106,36	246,57
Coste de oportunidad de la tierra	ND	ND <sup>d</sup>	ND
Coste de oportunidad de la mano de obra no asalariada	55,70	28,14	35,18
Coste de oportunidad de la gestión no asalariada <sup>c</sup>	8,38	5,03	5,03
COSTES TOTALES	519,10	1 175,86	1 174,49
Vi. BNTMA	403,60	422,96	612,61
Vii. BNTA	347,90	394,82	577,43
Viii. BNA	ND	ND	ND
Viv. BNT	339,53	389,80	572,41
VI. B/C contabilizando los costes de oportunidad de la tierra, mano de obra y gestión	0,89	0,37	0,54
VI. B/C sin contabilizar los costes de oportunidad de la tierra, mano de obra y gestión	0,75	0,34	0,51

<sup>a</sup>Tipo de cambio: 1 dólar EE.UU. = 5 970 FMG (Franco Malgache, 2001)

<sup>b</sup>Calculado en base a un tipo de interés del 12 por ciento.

<sup>c</sup>Calculado en base a un salario mensual del administrador de 300 000 FMG.

<sup>d</sup>ND = datos no disponibles.

## Discusión y conclusiones

### **Rendimientos financieros**

De los tres sistemas productivos analizados, el cultivo combinado de arroz y peces es el que ofrece mayores beneficios netos por hectárea al año. A los agricultores arroceros que están interesados en la piscicultura se les debería aconsejar comenzar con el cultivo de arroz y peces en lugar de construir estanques piscícolas. La rentabilidad de la inversión es mayor para el cultivo de arroz que para el cultivo combinado de arroz y peces, indicando que el coste de inversión adicional genera relativamente menores beneficios. Sin

embargo, se debe señalar que, en la mayoría de los casos, los agricultores arroceros apenas tienen oportunidad de obtener rentabilidades de inversión similares a las del cultivo combinado de arroz y peces aumentando la inversión en el cultivo de arroz.

### **Inversiones en tierra, capital y mano de obra**

Generalmente, los agricultores que pusieron en marcha el cultivo combinado de arroz y peces son los más prósperos y tienen acceso a más tierra (0,4 ha vs 0,2 ha para los agricultores arroceros). Sin embargo, el análisis muestra que

**Cuadro 4.** Análisis del punto de equilibrio para el cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar (2001)

	Arroz	Peces	Arroz y peces
Rendimiento de equilibrio (kg/ha/año)	2316,6	516,2	ND <sup>a</sup>
Precio de equilibrio (FMG/kg)	835,9	10 557,5	ND <sup>a</sup>

<sup>a</sup> ND – Imposibilidad de realizar cálculos con los datos disponibles

los beneficios netos por m<sup>2</sup> de las explotaciones agrícolas más pequeñas (300–400 m<sup>2</sup> de terreno para el cultivo de arroz y peces) son mayores que los de las más grandes. La insuficiente siembra de alevines en las explotaciones agrícolas mayores puede ser una razón importante para estos beneficios menores en términos relativos.

Los problemas actuales relacionados con la propiedad de la tierra también afectan negativamente a las inversiones de los agricultores en arrozales e insumos. Gran parte de la tierra no es de propiedad privada; los procesos hereditarios son complicados y a menudo sólo se llegan a acuerdos orales sobre el uso de la tierra. Una visión limitada y una menor preocupación por los beneficios medioambientales a largo plazo son otras consecuencias de esta situación.

La inversión de capital inicial necesaria para iniciar el cultivo combinado de arroz y peces es relativamente elevada para los cultivadores pobres; la inversión equivale a los beneficios netos medios de 6 años de cultivo de arroz. Esto puede ser un obstáculo importante para adentrarse en esta actividad. Dado que no se compiló información sobre el acceso a créditos, avales, tipos de interés y detalles de reembolso, se desconoce qué oportunidades y limitaciones financieras existen para la obtención de préstamos para el cultivo combinado de arroz y peces o la piscicultura.

Debido a que el cultivo combinado de arroz y peces necesita bastante más mano de obra que la piscicultura en estanques y el cultivo de arroz, parece más atractivo para las grandes familias/hogares que para las pequeñas. Para las familias agrícolas pobres con escasa mano de obra que ya están cultivando arroz, yuca, batata, frutas, maíz y soja, la piscicultura en arrozales es otra oportunidad para obtener ingresos. Se espera que los agricultores que todavía dependen en gran medida de la mano de obra contratada para el cultivo de arroz, estén más dispuestos a introducir peces en sus arrozales, ya que el aumento adicional en los costes será menor.

### Producción

Los rendimientos del arroz son mayores en el cultivo combinado de arroz y peces que en el de arroz, indicando que la piscicultura en un

arrozal puede aumentar la producción por hectárea<sup>2</sup>. Por tanto, el cultivo de arroz y peces puede proporcionar una contribución adicional a la seguridad alimentaria a nivel doméstico y también ayudará a los ingresos familiares con la venta de parte de los peces producidos. La reducción de las plagas de insectos y de malezas es un beneficio indirecto importante derivado de la piscicultura en los arrozales y podría ser una de las razones para esta mayor producción arrocería. El reciclaje de los nutrientes que llevan a cabo los peces podría ser otro motivo.

Debido a la existencia de mejores condiciones de cría, las tasas de crecimiento individual de los peces son mayores en el cultivo combinado que en la piscicultura en estanques. Las malas experiencias al ensayar otras prácticas de cultivo están provocando una elevada tasa de rechazo por parte de los agricultores a nuevas técnicas/prácticas, influyendo negativamente en la introducción y difusión del cultivo combinado de arroz y peces.

### Riesgo

Parece que el cultivo combinado de arroz y peces es una actividad menos arriesgada que el cultivo separado de arroz y/o peces, ya que ninguno de los agricultores entrevistados registró pérdidas, a diferencia del 30 por ciento de piscicultores y el 20 por ciento de agricultores arroceros (Apéndice 3). Sin embargo, tal y como demostró el ciclón *Grethe* en 1997, las sequías e inundaciones pueden provocar desastres financieros, especialmente para los campesinos más pobres que cultivan arroz y peces y para aquéllos que acaban de iniciarse en la actividad y han invertido una parte considerable de sus ingresos en la misma.

<sup>2</sup> Nota del editor: A menudo se observa un aumento de los rendimientos del arroz en las explotaciones agrícolas de cultivo combinado de arroz y peces en comparación con las de monocultivo de arroz, y el incremento experimentado está dentro del margen de los aumentos registrados en otras partes del mundo. Sin embargo, la densidad de siembra registrada en el cultivo de arroz y peces (un 80 por ciento menor) parece anormalmente baja, mientras que las tasas de fertilizante –tanto orgánico como inorgánico– tres veces mayores que las del monocultivo de arroz, parecen inusualmente elevadas. Desafortunadamente, no se pudo estudiar estas contradicciones aparentes con más detalle.

Sembrar de peces un arrozal que no esté situado junto a la explotación agrícola es arriesgado, ya que la pobreza rural empuja al robo de peces (especialmente en fechas próximas a la época de cosecha) y a actividades de sabotaje motivadas por los celos. Además, las estructuras culturales y sociales tradicionales de las comunidades agrícolas y las familias individuales provocan que se oculten los beneficios y ello reduce las oportunidades para invertir, por ejemplo, en el cultivo combinado de arroz y peces.

Los precios de mercado de los peces fluctúan de forma considerable a lo largo del año. La entrada casi simultánea en el mercado de las cosechas de diferentes explotaciones agrícolas que cultivan arroz y peces probablemente influirá de forma negativa en el precio. Los agricultores generalmente no pueden posponer la venta de los peces una vez que ha comenzado la estación seca, o que los campos necesitan ser preparados para la próxima temporada. Por ello deben aceptar el precio de mercado vigente en ese momento. Los piscicultores son menos sensibles a las sequías y por tanto un poco más flexibles para los plazos de recolección y comercialización de sus peces.

## Referencias

- FAO.** 2002a. *FAO Fishstat Plus database: Producción pesquera total 1950–2000* [NT: base de datos consultada en 2002] (disponible en [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es)).
- FAO.** 2002b. *FAO Fishstat Plus database: Producción y comercio de productos pesqueros 1976–1999*. [NT: base de datos consultada en 2002] (disponible en [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es)).
- Razafitseheno, G.** 2001. *Aquaculture commerciale de crevettes à Madagascar. Dans Promotion of sustainable commercial aquaculture in Sub-Sahara Africa: experiences of selected developing countries. FAO Fisheries Circular 971*. Roma, FAO.
- Remanevy, E.M.** 1999. *Situation des Pêches à Madagascar: les besoins et mesures d'aménagement préconisés*. ACP-EU Training, Country Report Madagascar (disponible en [www.fishbase.org/training/countryreports/dakar/madagascar.hm](http://www.fishbase.org/training/countryreports/dakar/madagascar.hm)).

## Apéndice 2

Fotografías de los tres sistemas productivos en Madagascar: a) cultivo de arroz; b) cultivo combinado de arroz y peces; y c) cultivo de peces en estanques (todas las fotografías han sido realizadas por E. Randimbiharimanana).



a) Cultivo de arroz



b) Cultivo combinado de arroz y peces



c) Cultivo de peces en estanques

## Apéndice 3

### A. Datos bioeconómicos de diez explotaciones arroceras en Madagascar, 2001

Explotación agrícola no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
<b>Principales parámetros biológicos</b>											
Tamaño del terreno (m <sup>2</sup> )	1100	3000	1600	1000	3200	7000	2500	400	400	1000	2120
Semillas <sup>1</sup>	0,02	0,05	0,01	0,08	0,10	0,15	0,13	0,13	0,13	0,12	0,09
Fertilizante inorgánico <sup>1</sup>	-	-	-	0,05	0,04	-	-	-	-	-	0,01
Fertilizante orgánico <sup>1</sup>	-	0,08	1,78	1,40	1,46	0,14	0,60	0,63	0,25	0,50	0,68
Duración del ciclo de crecimiento <sup>2</sup>	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
Rendimiento bruto <sup>1</sup>	0,27	0,17	1,03	0,30	0,59	0,21	0,30	0,50	0,75	0,60	0,47
<b>Principales parámetros económicos</b>											
<b>Costes</b>											
Coste de las semillas <sup>3</sup>	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Coste del fertilizante inorgánico <sup>3</sup>	-	-	-	0,03	0,02	-	-	-	-	-	0,01
Coste del fertilizante orgánico <sup>3</sup>	-	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Coste de la mano de obra contratada <sup>3</sup>	-	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,08	0,04	0,01	0,03
Otros costes <sup>3</sup>	0,00	0,01	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01	0,07	0,04	0,03	0,03
Costes totales <sup>3</sup>	0,01	0,04	0,06	0,19	0,10	0,06	0,05	0,18	0,11	0,06	0,09
<b>Beneficios</b>											
Ingresos brutos <sup>3</sup>	0,09	0,06	0,22	0,04	0,10	0,05	0,07	0,11	0,16	0,12	0,10
Ingresos netos <sup>3</sup>	0,08	0,02	0,14	-0,15	0,00	-0,01	0,02	-0,07	0,05	0,06	0,01

<sup>1</sup>kg por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>2</sup>Meses;

<sup>3</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>4</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup>.

Apéndice 3 (continuación)

**B. Datos bioeconómicos de diez explotaciones de cultivo de peces en Madagascar, 2001**

<b>Explotaciones agrícolas:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Media</b>
<b>Principales parámetros biológicos</b>											
Tamaño del estanque (m <sup>2</sup> )	1000	200	4500	100	100	800	100	100	150	168	722
Densidad de siembra (alevines/m <sup>2</sup> )	1	1	1,5	0,3	2,4	2	1	0,5	0,66	1,19	1,16
Peso en la siembra (g/alevín)	3	3	8	4	4	5	6	6	7	7	5
Cal <sup>1</sup>	-	-	0,03	-	-	0,50	-	0,02	-	-	0,06
Pienso <sup>1</sup>	-	0,4	0,03	0,07	1	0,63	0,2	0,1	0,1	0,15	0,27
Fertilizante inorgánico <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01	-	0,01
Fertilizante orgánico <sup>1</sup>	0,75	1,25	0,6	-	-	0,63	0,3	0,5	2,67	1,79	0,85
Duración del ciclo de crecimiento <sup>2</sup>	10	9	7	6	9	8	8	6	8	9	8
Rendimiento bruto <sup>1</sup>	0,133	0,152	0,018	0,036	0,378	0,094	0,090	0,080	0,117	0,161	0,126
Peso en la cosecha (g/pez)	190	190	100	180	250	110	180	200	250	180	183
<b>Principales parámetros económicos</b>											
<b>Costes Variables</b>											
Coste de los alevines <sup>3</sup>	0,04	0,03	0,06	0,01	0,10	0,08	0,03	0,01	0,02	0,04	0,04
Coste del alimento <sup>3</sup>	-	0,03	0,00	0,02	0,13	0,25	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06
Coste del fertilizante inorgánico <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,01	-	0,00
Coste del fertilizante orgánico <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	0,00	0,04	0,02	0,01
Coste de la mano de obra contratada <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	-	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Otros costes <sup>3</sup>	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<b>Costes fijos</b>											
Coste de la construcción del estanque <sup>4</sup>	0,01	0,07	0,00	0,15	0,27	0,04	0,12	0,09	0,10	0,15	0,10
Costes totales <sup>4</sup>	0,05	0,07	0,08	0,05	0,24	0,43	0,09	0,09	0,11	0,12	0,13
<b>Beneficios</b>											
Ingresos brutos <sup>3</sup>	0,33	0,38	0,04	0,06	0,82	0,20	0,23	0,20	0,29	0,33	0,29
Ingresos netos <sup>3</sup>	0,28	0,31	-0,04	0,01	0,58	-0,23	0,14	0,11	0,18	0,21	0,16

<sup>1</sup>kg por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>2</sup>Meses;

<sup>3</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>4</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> (nota: dado que el coste de preparación del terreno se reparte en diez años, en este caso el efecto sobre el coste total es mínimo).

Apéndice 3 (continuación)

C. Datos bio-económicos de diez explotaciones de cultivo de arroz y peces en Madagascar, 2001

Explotaciones agrícolas:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
<b>Principales parámetros biológicos</b>											
Tamaño del terreno (m <sup>2</sup> )	4000	9000	20000	4000	2000	400	1500	1200	2400	300	4480
Densidad de siembra (alevines/m <sup>2</sup> )	0,70	0,50	0,40	0,50	0,15	0,50	0,27	0,40	-	1,00	0,44
Semillas <sup>1</sup>	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Peso en la siembra (g/alevin)	5	3	5	5	5	5	20	20	10	20	10
Alimento <sup>1</sup>	0,13	0,07	-	0,14	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05
Fertilizante inorgánico <sup>1</sup>	-	0,05	0,03	0,04	-	-	-	0,02	-	-	0,01
Fertilizante orgánico <sup>1</sup>	2,50	1,40	2,10	1,46	1,25	1,25	0,67	0,42	0,63	-	1,17
Duración del ciclo de crecimiento <sup>2</sup>	5	4	6	6	5	5	5	5	5	6	5
Rendimiento bruto del arroz <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,60	0,59	0,34	0,38	0,30	0,42	0,15	0,83	0,42
Rendimiento bruto de los peces <sup>1</sup>	0,125	0,081	0,061	0,086	0,020	0,113	0,033	0,063	-	0,133	0,07
Peso en la cosecha (g/pez)	330	250	125	375	300	300	250	200	250	200	258
<b>Principales parámetros económicos</b>											
<b>Costes variables</b>											
Coste de los alevines <sup>3</sup>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	-	0,03	0,01
Coste del alimento <sup>3</sup>	0,03	0,01	-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Coste del fertilizante inorgánico <sup>3</sup>	-	0,03	0,02	0,02	-	-	-	0,01	-	-	0,01
Coste del fertilizante orgánico <sup>3</sup>	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	-	0,01
Coste de la mano de obra contratada <sup>3</sup>	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Otros costes <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
<b>Costes fijos</b>											
Coste de preparación del terreno <sup>4</sup>	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	0,00	-	-	-	-	0,01
Costes totales <sup>3</sup>	0,15	0,13	0,11	0,14	0,09	0,04	0,05	0,10	0,04	0,08	0,09
<b>Beneficios</b>											
Ingresos brutos <sup>3</sup>	0,38	0,24	0,19	0,24	0,11	0,38	0,12	0,20	0,05	0,40	0,23
Ingresos netos <sup>3</sup>	0,23	0,11	0,08	0,10	0,02	0,34	0,07	0,10	0,01	0,32	0,14

<sup>1</sup>kg por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>2</sup>Meses;

<sup>3</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>4</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> (nota: dado que el coste de preparación del terreno se reparte en diez años, en este caso el efecto sobre el coste total es mínimo).

## APOYO DE LA INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA

Cécile Brugère  
Departamento de Pesca y Acuicultura  
FAO, Roma, Italia

**Brugère, C.** 2010. Apoyo de la investigación internacional para el desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 155-159.

### Resumen

Se presenta un breve resumen de los mandatos de algunas instituciones internacionales dedicadas a la investigación y al desarrollo de la agricultura y la gestión de recursos naturales e interesadas en apoyar la investigación sobre los sistemas integrados de riego y acuicultura. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa Internacional de Investigación y Tecnología de Riego y Drenaje (IPTRID, por sus siglas en inglés), el Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés), el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI, por sus siglas en inglés), el Centro Mundial de Pesca (anteriormente conocido como ICLARM, por sus siglas en inglés), el ADRAO (Centro Africano del Arroz) y el Consorcio del Inland Valley (IVC, por sus siglas en inglés). Todos ellos tienen agendas y enfoques específicos para cumplir su misión, pero todos comparten el objetivo común de mejorar el bienestar de las familias y la sostenibilidad medioambiental a nivel mundial y de apoyar enfoques integrados para la gestión del agua, respaldando implícitamente el desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura.

### Introducción

Para fomentar y lograr el desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) de forma exitosa, es fundamental que las instituciones internacionales que trabajan para el desarrollo rural, la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza tengan mandatos complementarios y fomenten políticas armonizadas y acciones coherentes. Cada organización sigue una agenda específica para reducir la pobreza, pero pueden divergir en el cumplimiento de sus objetivos: mejorar la eficiencia del riego o la productividad del agua. Lo primero puede conseguirse en el ámbito restringido de los ingenieros agrónomos e ingenieros de gestión del agua/riego, mientras que lo segundo requiere un enfoque multidisciplinar (economistas, especialistas en pesca y acuicultura, empresarios etc.).

Esta sección analiza los mandatos y objetivos de los organismos internacionales en relación al desarrollo, asignación y uso del agua de riego para evaluar el entorno estratégico en el que llevar a cabo la IIA y su compatibilidad con las políticas actuales de desarrollo del riego y la acuicultura.

### FAO

La FAO reconoce la necesidad de diseñar leyes y políticas para aumentar la productividad del agua a nivel individual, local y de las cuencas fluviales e ir más allá del paradigma «más cultivos por gota» («crop for drop», es decir, la eficiencia del riego) aumentando la producción agrícola por unidad de agua al tiempo que se crean empleos e ingresos con unas reservas de agua limitadas (FAO, 2002a). Para ello, la organización está fomentando políticas de ordenación integrada de los recursos hídricos (IWRM, por sus siglas en inglés) a nivel de las cuencas, que garantizan que los usuarios aguas abajo no se vean perjudicados por las intervenciones aguas arriba (FAO, 2003b). Al mismo tiempo hace un llamamiento para «re-inventar» la gestión del agua para usos agrícolas, de forma que aumente la productividad, se promueva la igualdad de acceso al agua y se conserve la base de recursos (FAO, 2003b).

Sin embargo, la contribución del riego a la seguridad alimentaria es crucial y, según la FAO, también se necesita «mejorar la eficiencia en el uso del agua de riego» mediante métodos de

ahorro como los sistemas de goteo o el aumento del drenaje, que incrementen los rendimientos al tiempo que reducen el anegamiento y la salinización (FAO, 2003c). A pesar del potencial para el desarrollo de la acuicultura en zonas salinas, la salinización es una amenaza creciente para las cosechas mundiales de cereales y su prevención podría dar prioridad al empleo de aspersores y sistemas de riego por goteo (FAO, 2002b). Aunque el objetivo global de la FAO apoya los sistemas integrados y los múltiples usos del agua –como el riego y la acuicultura–, también sugiere que la IIA como actividad puede no ser adecuada en todos sitios debido a sus requisitos de desarrollo/rehabilitación del riego en zonas en las que los métodos de ahorro de agua pueden ser más apropiados.

En forma específica, la IIA es responsabilidad de la División de Tierras y Aguas del Departamento de Recursos Naturales, Desarrollo Sostenible y Tecnología y del Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura (FIRI)<sup>1</sup> del Departamento de Pesca y Acuicultura. El mandato de la División de Tierras y Aguas de la FAO es proporcionar «servicios técnicos y de asesoría a los Miembros de la FAO para garantizar un uso más productivo y eficiente de los recursos hídricos y de tierras y de los nutrientes de plantas para satisfacer la demanda alimentaria y agrícola, presente y futura, de forma sostenible».

En el Departamento de Pesca y Acuicultura, el FIRI estudia y evalúa el uso de los recursos de aguas continentales para la pesca y promueve su mejor ordenación; fomenta el uso de técnicas y sistemas mejorados para el cultivo de peces y otros organismos acuáticos en agua dulce, salobre y marina y promueve prácticas racionales de conservación del medio ambiente en lagos y ríos. Su trabajo está guiado por el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO de 1995, que mantiene como principio general que «los Estados deberían considerar a la acuicultura, incluyendo la pesca basada en el cultivo, como un medio para fomentar la diversificación de la dieta y los ingresos. Al hacer esto, los Estados deberían asegurar que los recursos se utilizan de forma responsable y que se minimizan los efectos negativos sobre el medio ambiente y las comunidades locales». De forma más específica señala que «los Estados deberían elaborar y actualizar de forma regular los planes y estrategias de desarrollo de la acuicultura, cuando sea necesario, para garantizar que el desarrollo de la acuicultura sea ecológicamente sostenible y para permitir un uso racional de recursos compartidos por la acuicultura y otras actividades». En este

contexto, desde principios de la década de 1990 la FAO ha estado ayudando a los países miembros a identificar y evaluar los sistemas adecuados de IIA a través de estudios e informes, así como por medio de diversas misiones y talleres para analizar y fomentar esta integración (consultar Coche, 1998; Halwart y Gupta, 2005; Moehl *et al.*, 2001; Redding y Midlen, 1991; y diversos autores en este volumen).

## IPTRID

El mandato del Programa Internacional de Investigación y Tecnología de Riego y Drenaje (IPTRID, por sus siglas en inglés) –un programa de fondo fiduciario con donantes múltiples auspiciado por la FAO–, es «reducir la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria, al tiempo que se conserva el medio ambiente» mediante «un uso más eficiente del agua en la agricultura».

Al identificar los problemas de gestión del agua en la agricultura, el IPTRID ofrece soluciones y estrategias objetivas adaptadas a las necesidades y prioridades específicas de cada país. Esto se ilustra en su Guía sobre la agricultura de regadío para asistentes de campo en Malawi (*Field guide on irrigated agriculture for field assistants in Malawi*, Cornish y Brabben, 2001), que analiza objetivamente las ventajas y desventajas de cada método de riego para facilitar la elección de los campesinos, teniendo en cuenta las características físicas y socioeconómicas. En congruencia con las estrategias de reducción de la pobreza, el IPTRID promueve proyectos de riego que son sensibles a las condiciones sociales y medioambientales, junto a desarrollos centrados en proyectos de pequeños agricultores en beneficio de los pobres (Hasnip *et al.*, 1999).

## IWMI

La misión del Instituto Internacional para el Manejo del Agua es «mejorar la ordenación de los recursos hídricos y de tierras para la alimentación, los medios de vida y la naturaleza». Entre los objetivos de este instituto se encuentran la identificación de las principales cuestiones relacionadas con la gestión del agua y la seguridad alimentaria, el fomento de prácticas de gestión que los gobiernos e instituciones puedan utilizar para gestionar de forma más efectiva los recursos hídricos y de tierras y abordar las cuestiones relacionadas con la escasez de agua, además de la clarificación de la relación entre la pobreza y el acceso al agua.

<sup>1</sup> Ahora Servicio de Acuicultura (FIRA)

Aunque el encargo inicial del IWMI era mejorar la gestión y eficiencia del riego, el instituto se ha centrado ahora en mejorar la productividad del agua para usos agrícolas (por ej. Guerra *et al.*, 1998; Molden, 1997) para abarcar los múltiples usos del agua, incluyendo los no agrícolas (por ej. Renwick, 2001; Bakker *et al.*, 1999). Esto quedó reflejado en el reciente cambio de nombre del instituto (antes llamado Instituto Internacional para el Manejo del Regadío) y en sus prioridades estratégicas de investigación, centradas ahora en la gestión integrada del agua para la agricultura, la competencia por los usos del agua en las cuencas fluviales y las implicaciones políticas e institucionales de aumentar la productividad del agua. Sin embargo, el IWMI también está trabajando en identificar y evaluar las innovaciones en el uso del agua y las tierras para las comunidades pobres. Entre estas innovaciones figuran métodos de ahorro como las bombas a pedales, el riego con cubos o por goteo y las iniciativas de captación de aguas, no todas ellas adecuadas para sostener actividades de IIA.

### **IRRI**

El objetivo del Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI, por sus siglas en inglés) es «mejorar el bienestar de las generaciones actuales y futuras de cultivadores y consumidores de arroz, especialmente aquellos con bajos ingresos» mediante la «generación y difusión de conocimientos y tecnología relacionados con el arroz beneficiosos a corto y largo plazo a nivel medioambiental, social y económico, además de ayudar a mejorar los sistemas nacionales de investigación y extensión del arroz». En abril de 2002 se creó la Plataforma Internacional para el Ahorro de Agua en el cultivo de Arroz (IPSWAR, por sus siglas en inglés) y los científicos del IRRI han realizado trabajos experimentales para desarrollar métodos de campo para reducir el uso del agua (Tabbal *et al.*, 2002) y evaluar el efecto de este ahorro de riego en la producción de arroz (Bouman y Tuong, 2001).

Sin embargo, preocupados por la creciente demanda de arroz, estos mismos científicos no fueron partidarios de adoptar estos métodos de ahorro a cualquier coste (Bouman y Tuong, 2001). Observaron que, aunque la productividad del agua (arroz producido por unidad de agua empleada) aumentó, la productividad de la tierra (rendimientos del arroz) disminuyó. Y a no ser

que el agua ahorrada se utilizara para regar la tierra no irrigada anteriormente, el ahorro de agua en el campo podía suponer una amenaza potencial para la producción mundial de arroz. Tabbal *et al.* (2002) señalaron que el ahorro de agua en el campo no conlleva necesariamente un ahorro de agua en el sistema, ya que el agua corriente abajo puede ser reutilizada para el riego u otros fines, y que la adopción masiva de los métodos de ahorro de agua en el cultivo de arroz podría provocar una disminución de los niveles freáticos y un aumento de las pérdidas por infiltración. En el pasado, el IRRI junto al Centro Mundial de Pesca y socios nacionales, han apoyado la integración de sistemas de irrigación y acuicultura a través de la Red Asiática de Sistemas de Cultivo de Arroz.

### **Centro Mundial de Pesca (WorldFish Center)**

Frente al agotamiento de las poblaciones naturales de peces y la dependencia de la población de los peces para la alimentación y el empleo, la misión del Centro Mundial de Pesca (antes llamado ICLARM, por sus siglas en inglés) es «reducir la pobreza y el hambre mediante la mejora de la pesca y la acuicultura», constituyéndose como el «socio científico ideal para ofrecer soluciones a la pesca y la acuicultura en los países en desarrollo». Pretende conseguir su objetivo aumentando la productividad de los sistemas pesqueros y acuícolas, protegiendo el medio ambiente acuático, conservando la biodiversidad acuática y mejorando las políticas para el desarrollo sostenible de los recursos acuáticos. El centro investiga la integración de la pesca continental y la acuicultura en las prácticas de gestión de las tierras y el agua. El fomento de la acuicultura comunitaria en arrozales en las llanuras inundables del sur y el sudeste de Asia ha sido un éxito y ha beneficiado a los campesinos pobres sin tierra (Centro Mundial de Pesca, 2001a; 2001b). Los estanques piscícolas utilizados para regar hortalizas también se desarrollaron en Malawi mediante asociaciones de investigación entre campesinos y científicos (Centro Mundial de Pesca, 1999). En abril de 2001 se puso en marcha un nuevo programa para África y Asia occidental cuyo objetivo son las pesquerías en tres sistemas prioritarios de producción acuática (ríos y llanuras inundables, lagos y embalses y zonas costeras) y la acuicultura (Centro Mundial de Pesca, 2001c).

## ADRAO

La ADRAO (por las siglas en francés de Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en el África Occidental) es ahora el Centro Africano del Arroz. Su misión es «contribuir a la mitigación de la pobreza y la seguridad alimentaria en África, mediante las actividades de investigación, desarrollo y asociación, con el objetivo de aumentar la productividad y rentabilidad del sector arrocero de forma que se garantice la sostenibilidad del medio ambiente agrícola». Con sus programas de arroz de secano y arroz de riego, junto al desarrollo y las políticas del arroz, la investigación de la ADRAO tiene como objetivo aumentar la productividad sostenible de los sistemas intensificados de cultivo de arroz en los trópicos áridos, semiáridos, cálidos sub-húmedos y cálidos húmedos de África occidental.

Los campesinos de África occidental en las zonas de secano no pueden cultivar los arroces semienanos desarrollados por el IRRI y que han revolucionado la producción en Asia, porque no se adaptan a las condiciones locales. El desarrollo por la ADRAO de nuevas variedades de arroz en la década de 1990 condujo al lanzamiento del «Nuevo Arroz para África» (NERICA es su acrónimo en inglés), un cruce de arroz indígena africano con arroz exótico asiático, resistente a las enfermedades, inundaciones y la toxicidad de hierro en el suelo. Su adopción se está extendiendo rápidamente a las tierras secas del continente africano a través de la Iniciativa Africana sobre el Arroz. La ADRAO, en colaboración con el IWMI, es parte de la Iniciativa sobre la Malaria y la Acuicultura (SIMA, por sus siglas en inglés) para todo el sistema, que tiene como objetivo desarrollar y promover métodos y herramientas para combatir la malaria a través de prácticas agrícolas mejoradas y una gestión y utilización adecuada de los recursos naturales. Aquí se incluye, por ejemplo, el uso del riego intermitente para reducir la reproducción de mosquitos en el arroz cultivado por anegamiento, o el empleo de depredadores de plagas de cultivos como técnica integrada de lucha contra plagas. Al mismo tiempo, la ADRAO está interesada en explorar el potencial de la integración de la acuicultura en sistemas de producción de arroz de regadío (FAO/ADRAO, 2005).

## IVC

El Consorcio del Inland Valley (IVC, siglas en inglés de *Inland Valley Consortium*) es un consorcio de investigación auspiciado por la ADRAO. Es una «plataforma para la cooperación

regional para fomentar el desarrollo sostenible de los valles interiores» y «una asociación de diversas instituciones para crear masa crítica y planificar e implementar conjuntamente un programa integrado de investigación de interés común». Los miembros del consorcio trabajan en la caracterización de las limitaciones y necesidades técnicas para el desarrollo de los valles interiores, el desarrollo de sistemas de bajo coste de gestión del agua y ensayos de tecnologías agronómicas.

## ¿A favor o en contra de la IIA?

Ninguna de las organizaciones anteriores ha desarrollado políticas ni investigaciones específicas relacionadas con el desarrollo de actividades integradas de riego y acuicultura. Aunque cada uno tiene su programa y sus enfoques específicos para cumplir su misión, comparten sin embargo el objetivo común de mejorar el bienestar de las familias y la sostenibilidad medioambiental en todo el mundo. Esto respalda la exigencia actual de enfoques integrados en la gestión del agua. Independientemente de cómo se practique el riego, su desarrollo ya no se contempla de forma aislada a otras cuestiones, sino en conjunción con perspectivas más amplias que incluyen el incremento de la producción alimentaria, la sostenibilidad medioambiental y la mitigación de la pobreza. Mientras que algunas instituciones se están centrando en el agua y su gestión, otras están haciendo hincapié en sus usos específicos (por ej. riego para la producción de arroz), lo que, tomado en forma estricta, podría entrar en conflicto con la promoción de políticas de múltiples usos del agua en las zonas de cultivo de arroz de regadío.

Sin embargo, ningún mandato es contrario a la promoción de la IIA: se admite la limitación que supone el ahorro de agua en el cultivo y se promueven plataformas de múltiples usuarios del agua para triunfar sobre la gestión de objetivo único de los sistemas de riego (Meinzen-Dick y Bakker, 1999). Es necesario tener en cuenta los contextos locales para determinar oportunidades para el riego y la acuicultura. En zonas en las que, por ejemplo, los mercados de pescado y productos pesqueros son fuertes –o la demanda elevada–, las tecnologías de ahorro del agua de riego pueden ser menos apropiadas que la promoción de las actividades de IIA. Además, la IIA puede no ser contradictoria con los métodos de control del riego, ya que el agua de los estanques piscícolas puede utilizarse en el riego por goteo, como han puesto de manifiesto Prinsloo *et al.* (2000).

## Referencias

- Bakker, M., Barker, R., Meinzen-Dick, R. & Konradsen, F.** (eds.) 1999. Multiple uses of water in irrigated areas: A case study from Sri Lanka. *SWIM Paper 8*, Colombo, IWMI (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim08.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim08.pdf)).
- Bouman, B.A.M. & Tuong, T.P.** 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. *Agricultural Water Management*, 49(1): 11–30.
- Centro Mundial de Pesca.** 1999. Fishing the fields: Farmer-scientist research partnerships. *Research Stories 1999, ICLARM Annual Report 1999*. Penang, WorldFish Center (disponible en [www.worldfishcenter.org/reshigh99\\_1.htm](http://www.worldfishcenter.org/reshigh99_1.htm)).
- Centro Mundial de Pesca.** 2001a. Community-based rice-fish culture on the floodplains of South and Southeast Asia. *Stories from CGIAR Annual Report 2001*. Penang, WorldFish Center (disponible en [www.worldfishcenter.org/reshigh01\\_cg.htm](http://www.worldfishcenter.org/reshigh01_cg.htm)).
- Centro Mundial de Pesca.** 2001b. Research Highlights: For the landless poor in South and Southeast Asia. *Research Stories 2001, ICLARM Annual Report 2001*. Penang, WorldFish Center (disponible en [www.worldfishcenter.org/reshigh\\_01\\_1.htm](http://www.worldfishcenter.org/reshigh_01_1.htm)).
- Centro Mundial de Pesca.** 2001c. Research Highlights: For food security and livelihoods in Africa and West Asia. *Research Stories 2001, ICLARM Annual Report 2001*. Penang, WorldFish Center (disponible en [www.worldfishcenter.org/reshigh01\\_2.htm](http://www.worldfishcenter.org/reshigh01_2.htm)).
- Coche, A.G.** 1998. Supporting aquaculture development in Africa: research network on integration of aquaculture and irrigation. *CIFA Occasional Paper 23*. Accra, FAO. 141 pp.
- Cornish, G. & Brabben, T.** 2001. *Field Guide on Irrigated Agriculture for Field Assistants*. Roma, IPTRID Secretariat, FAO (disponible en [www.fao.org/iptrid/publications.html#papers](http://www.fao.org/iptrid/publications.html#papers)).
- FAO.** 2002a. *Agua y Cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura*. Roma, FAO. (disponible en [www.fao.org/DOCREP/005/Y3918E/Y3918E00.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y3918E/Y3918E00.HTM)).
- FAO.** 2002b. *The salt of the earth: hazardous for food production*. World Food Summit: Focus on the issues. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/worldfoodsummit/english/newsroom/focus/focus1.htm](http://www.fao.org/worldfoodsummit/english/newsroom/focus/focus1.htm)).
- FAO.** 2003a. Raising water productivity. *Agriculture 21 Magazine - Spotlight*. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/ag/magazine/0303sp2.htm](http://www.fao.org/ag/magazine/0303sp2.htm)).
- FAO.** 2003b. Water management: towards 2030. *Agriculture 21 Magazine - Spotlight*. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/ag/magazine/0303sp1.htm](http://www.fao.org/ag/magazine/0303sp1.htm)).
- FAO.** 2003c. Improving irrigation efficiency. *Agriculture 21 Magazine - Spotlight*. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/ag/magazine/0303sp3.htm](http://www.fao.org/ag/magazine/0303sp3.htm)).
- FAO/ADRAO.** 2005. Report of the FAO-ADRAO Workshop on Integrated Irrigation Aquaculture. Bamako, Mali, 4–7 November 2003. Roma, FAO.
- Guerra, L.C., Bhuiyan, S.I., Tuong, T.P. & Barker, R.** 1998. Producing more rice with less water. *SWIM Paper 5*. Colombo, IWMI. (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim05.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim05.pdf)).
- Halwart, M. & Gupta, M.V.** (eds). 2005. *Culture of fish in rice fields*. FAO and WorldFish Center. Penang, Malaysia (disponible en [www.worldfishcenter.org/Pubs/CultureOfFish/CultureOfFish.htm](http://www.worldfishcenter.org/Pubs/CultureOfFish/CultureOfFish.htm)).
- Hasnip, N., Vincent, L. & Hussein, K.** 1999. Poverty reduction and irrigated agriculture. *Issues Paper 1*, IPTRID. Roma, FAO.
- Meinzen-Dick, R. & Bakker, M.** 1999. Irrigation systems as multiple-use commons: Water use in Kirindi Oya, Sri Lanka. *Agriculture and Human Values*, 16: 281–293.
- Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O.** 2001. *Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture*. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO. 75 pp.
- Molden, D.** 1997. Accounting for water use and productivity. *SWIM Paper 1*. Colombo, IWMI (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim01.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/SWIM/Swim01.pdf)).
- Prinsloo, J.F., Schoonbee, H.J. & Theron, J.** 2000. Utilisation of nutrient-enriched wastewater from aquaculture in the production of selected agricultural crops. *Water S. A.*, 1: 125–132.
- Redding, T.A. & Midlen, A.** 1992. Estudio de la producción piscícola en los canales de riego. *FAO Documento Técnico de Pesca 317*. Roma, FAO. 114 pp.
- Renwick, M.** 2001. Valuing water in irrigated water and reservoir fisheries: a multiple-use irrigation system in Sri Lanka. *Research Report 51*. Colombo. IWMI (disponible en [www.iwmi.cgiar.org/pubs/pub051/Report51.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/pub051/Report51.pdf)).
- Tabbal, D.F., Bouman, B.A.M., Bhuiyan, S.I., Sibayan, E.B. & Sattar, M.A.** 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice: case studies in the Philippines. *Agricultural Water Management*, 56(2): 93–112.



## EL PROGRAMA DE MEDIOS DE SUBSISTENCIA PESQUEROS SOSTENIBLES (SFLP) Y LA LUCHA CONTRA LA POBREZA

Jean Calvin Njock  
Programa de Medios de Vida sostenibles en la Pesca  
BP 1369, Cotonou, Bénin

**Njock, J.C.** 2010. El Programa de medios de subsistencia pesqueros sostenibles (SFLP) y la lucha contra la pobreza. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. p. 161.

### Resumen

A través de un enfoque de medios de vida sostenibles (SLA, por sus siglas en inglés) y del Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR) como herramientas, el Programa de medios de subsistencia pesqueros sostenibles (SFLP, por sus siglas en inglés) hace énfasis en la participación de la comunidad para garantizar un desarrollo integral y sostenible que favorezca las asociaciones estratégicas, técnicas y financieras. Algunas actividades del programa –que podrían tener una relación directa con la integración de sistemas de irrigación y acuicultura–, formaron parte de estudios de perfil de pobreza, dentro de una estrategia para el desarrollo sostenible de la pesca en Burkina Faso. Los estudios de perfil de pobreza se condujeron dentro de un proyecto piloto sobre cogestión de la pesca en aguas continentales. Los estudios se realizaron en comunidades pesqueras junto a los embalses de Bagré y Kompienga en Burkina Faso, el lago Kossou en Côte d'Ivoire, el lago Volta en Ghana, y el embalse de Sélingué en Mali, lugares en donde se practica la pesca

y la agricultura de regadío. Estos sistemas cubren un área extensa que podría ofrecer a las comunidades ribereñas la oportunidad de diversificar sus medios de vida a través de la integración de la acuicultura y el riego. Al enlazar estas actividades a una estrategia para el desarrollo de una pesca mejorada, aparece la necesidad de un enfoque que integre las políticas agrícolas gubernamentales con el riego a pequeña escala, la pesca (incluyendo la acuicultura), la seguridad alimentaria, la tenencia de la tierra y los esfuerzos para la reducción de la pobreza. Dada esta situación, es necesario priorizar: (i) la creación de un organismo para supervisar la gestión de los recursos de las masas de agua a nivel local; (ii) fortalecer la capacidad técnica y organizativa para mejorar la participación en la planificación, gestión de recursos y desarrollo local y (iii) el desarrollo de un sistema eficaz de información que facilite la recolección de datos útiles que serán diseminados entre los profesionales y los responsables de formulación de políticas.



## INTEGRAR LA ACUICULTURA EN LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS EN ÁFRICA OCCIDENTAL: EL PAPEL DE LA ADRAO, EL CENTRO AFRICANO DEL ARROZ Y EL CONSORCIO DEL INLAND VALLEY

Paul Kiepe  
 Consorcio del Inland Valley, El Centro Africano del Arroz (ADRAO)  
 Cotonou, Benin

**Kiepe, P.** 2010. Integrar la acuicultura en los ecosistemas agrícolas en África occidental: el papel de la ADRAO, el Centro Africano del Arroz y el Consorcio del Inland Valley. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 163–165.

### Resumen

ADRAO – Centro Africano del Arroz es un centro internacional que trabaja en la seguridad alimentaria en África a través de la investigación colaborativa en los sistemas de cultivo del arroz. Entre las redes auspiciadas por la ADRAO se encuentra el Consorcio del Inland Valley (IVC, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es desarrollar tecnologías adecuadas y bases de conocimientos para la gestión integrada del uso de tierras agrícolas y los sistemas de apoyo operacional para el uso sostenible de los valles interiores en África. La integración de la acuicultura en los sistemas agrícolas basados en el arroz en África encaja dentro de las estrategias de la ADRAO y del IVC, lo que les convierte en socios valiosos para iniciativas potenciales de integración de sistemas de irrigación y acuicultura.

### Introducción: la ADRAO y el IVC

ADRAO – Centro Africano del Arroz es uno de los 16 centros internacionales de investigación agrícola que apoya el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas en inglés). Sin embargo, la ADRAO (siglas en francés de la Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en África Occidental) es también una asociación de investigación autónoma e intergubernamental cuyos países miembros son africanos, un hecho que distingue a la ADRAO de sus organizaciones hermanas.

La misión de la ADRAO es contribuir a la reducción de la pobreza y a la seguridad alimentaria en África a través de actividades de investigación y desarrollo y alianzas destinadas a incrementar la productividad, la eficiencia y los beneficios del sector arrocero de forma que se asegure la sostenibilidad del entorno agrícola.

El *modus operandi* de la ADRAO es el asociacionismo a todos los niveles. Las actividades de investigación y desarrollo de la ADRAO se llevan a cabo en colaboración con varias partes implicadas: en primer lugar los sistemas nacionales de investigación agrícola (NARS), las instituciones académicas, los institutos de investigación avanzada, las organizaciones de campesinos, las organizaciones

no gubernamentales y los donantes. Todo ello en beneficio de los campesinos africanos, en su mayor parte pequeños productores, así como de los millones de familias africanas para quienes el arroz es sinónimo de alimento.

La ADRAO alberga tres redes principales: primero, la Iniciativa Africana sobre el Arroz (ARI, por sus siglas en inglés), en segundo lugar la Red regional para la investigación y desarrollo del arroz para África central y occidental (ROCARIZ) y por último el co-organizador del presente taller, el Consorcio del Inland Valley (IVC).

La ADRAO tiene su sede central en Côte d'Ivoire y centros de investigación regional en St-Louis en Senegal; en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Ibadan, Nigeria y en el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT), que cuenta con un centro de investigación en Samanko, en las afueras de Bamako.

### Consorcio del Inland Valley (IVC)

El Consorcio del Inland Valley (IVC, siglas en inglés de *Inland Valley Consortium*) fue establecido en 1993 para responder a los desafíos sociales y medioambientales en África occidental, en relación con la pobreza

y la seguridad alimentaria por un lado, y con la degradación de la base de recursos naturales por otro. Su número de miembros creció gradualmente hasta alcanzar un total de diez países africanos: Benin, Burkina Faso, Camerún, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea, Mali, Nigeria, Sierra Leona y Togo. En el IVC aparecen involucradas ocho instituciones internacionales de investigación y desarrollo: la Conferencia de Responsables de Investigación en África Central y Occidental (CORAF); Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), de Francia; la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA); el Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias (ILRI), el Instituto Internacional de Manejo del Agua (IWMI); el Centro Africano del Arroz (ADRAO) y el Centro de Investigación de la Universidad de Wageningen (WUR), en los Países Bajos. El Consorcio es uno de los siete programas ecoregionales de CGIAR convenido por ADRAO. La segunda fase del Consorcio comenzó en el año 2000.

El objetivo general del Consorcio del Inland Valley es desarrollar –en una acción concertada y usando un enfoque ago-ecológico-, tecnologías adecuadas y bases de conocimiento para la gestión integrada del uso de las tierras agrícolas y sistemas de apoyo operativo para un uso intensificado pero sostenible de los valles continentales en África, a través de un esfuerzo combinado de instituciones agrícolas nacionales e internacionales, agencias de desarrollo y otras partes implicadas.

Durante la Fase I del IVC (1994–1999) se realizó en todos los países y en un total de 18 sitios un extenso trabajo de caracterización biofísica y socioeconómica. Los objetivos de investigación de la Fase II (2000–2004) se centraron en cuatro temas principales:

- Caracterización de las dinámicas del uso de la tierra en los valles interiores;
- desarrollo y evaluación de tecnologías para mejores sistemas de producción y gestión de recursos naturales;
- los aspectos socioeconómicos y políticos de las mejoras en los sistemas de uso de la tierra en los valles interiores;
- procesos de diseminación de la tecnología y pasarelas de impacto para el desarrollo de los valles interiores.

### **Los roles de la ADRAO y el IVC en el desarrollo de los sistemas de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA)**

El asunto de este taller enlaza bien con el mandato de la ADRAO de mitigar la pobreza a través del incremento de la seguridad alimentaria y la productividad. Incorporar la acuicultura a los sistemas basados en el arroz incrementa la productividad, así como la diversidad de producción y contribuye a la generación de ingresos. El taller enlaza igualmente con el modo de actuar de la ADRAO. La ADRAO trabaja a través de asociaciones y en especial a través de sus redes. La FAO ha sido miembro del IVC desde 1997. El hecho de que la ADRAO fuese establecida como una asociación regional e intergubernamental significa que el asociacionismo, la colaboración y la creación de capacidad ocuparon desde el principio un lugar central. La proposición básica fue –y continúa siendo– que enfrentados a una serie de problemas comunes y con recursos humanos y financieros limitados, se pueden obtener beneficios de una colaboración regional eficaz.

Estos beneficios adquieren diversas formas. En palabras de los propios investigadores, el modelo colaborativo puede ayudar a romper el aislamiento intelectual y profesional que a veces conlleva el ser el único mejorador de arroz, ingeniero agrónomo o especialista en riego o acuicultura en un determinado centro de investigación o en un programa nacional. Ser miembro de una red funcional de investigación es un factor importante para motivar a los investigadores a analizar, escribir y presentar su trabajo a sus colegas. Para los sistemas nacionales de investigación, la colaboración regional proporciona acceso a ideas, oportunidades de financiación, resultados de investigación y lecciones que de otra forma no estarían a su alcance.

El principal esfuerzo de investigación en la Fase I del IVC estaba centrado en la caracterización agroecológica. Una metodología de caracterización común y de escala múltiple ha sido desarrollada y adoptada por los socios del IVC para realizar estudios de reconocimiento, semidetallados y detallados de caracterización. Todos los países miembros del IVC han completado la caracterización agroecológica.

El Consorcio ha financiado más de 100 actividades de investigación a través de pequeños préstamos de investigación (de entre 3 000 y

25 000 dólares EE.UU. por actividad). Estos pequeños proyectos no suponen la totalidad de las cuestiones que investiga el IVC, que también ha implementado otros estudios específicos como los ensayos con DIARPA (un sistema de diagnóstico rápido para la gestión del agua), el papel de las mujeres campesinas en el cultivo de valles interiores, el coste de los sistemas de gestión del agua, la evaluación de los sistemas existentes de gestión hídrica, los conocimientos indígenas de conservación del suelo, la función de la vegetación natural en los valles interiores, etc.

Todos los países han completado estudios punteros a nivel nacional sobre la investigación y desarrollo de los valles interiores. El principal

objetivo de estos estudios es el inventario de tecnologías disponibles a nivel nacional. Se está compilando una síntesis general, en forma de un catálogo de tecnologías de entre las cuales los socios pueden escoger las más apropiadas para ensayar en los sitios clave.

Los estudios de caracterización del IVC realizados hasta ahora han incrementado considerablemente la comprensión de las características y dinámicas de los ecosistemas agrícolas de los valles interiores. Igualmente, las actividades del IVC en los países miembros han contribuido al incremento de la toma de conciencia a nivel científico y político sobre el potencial agrícola de los ecosistemas agrícolas de los valles interiores.



## EL CENTRO MUNDIAL DE PESCA Y SU RELEVANCIA PARA LA IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA INTEGRADAS

Mark Prein<sup>a</sup> y Randall Brummett<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Centro Mundial de Pesca, Penang, Malaysia

<sup>b</sup>Centro Mundial de Pesca/Centro ecoregional de bosques húmedos, Yaoundé, Camerún

**Prein, M. & Brummett, R.** 2010. El Centro Mundial de Pesca y su relevancia para la irrigación y acuicultura integradas. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 167–171.

### Resumen

El Centro Mundial de Pesca (antes conocido como ICLARM, siglas en inglés del Centro Internacional para la Ordenación de los Recursos Acuáticos Vivos) se estableció en 1977 y desde mediados de la década de 1980 se ha dedicado a la investigación de los sistemas de acuicultura en los arrozales, que constituyen una parte esencial de la integración de la agricultura y la acuicultura (IAA) y más específicamente, de los sistemas de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA). Su mandato actual es luchar por una distribución más equitativa de los beneficios procedentes de la pesca y la acuicultura, la mejora en general de los medios de vida de las familias dedicadas a pesca y a la piscicultura; el acceso al pescado a precios asequibles para los consumidores pobres; reducir el impacto medioambiental de la pesca; aumentar el número de piscicultores y la protección de la biodiversidad acuática. El plan estratégico 2000–2020 otorga una elevada prioridad al desarrollo de la acuicultura en estanques de agua dulce, incluido el cultivo combinado de arroz y peces en sistemas de riego y en recintos cercados en terrenos agrícolas. A pesar de estar más ampliamente desarrollada en Asia, se realizaron estudios previos sobre la acuicultura en los arrozales en África (Malawi y Ghana). El número de iniciativas del Centro Mundial de Pesca y de los socios colaboradores relacionados con la IIA (cultivo combinado de arroz y peces en sistemas de riego a gran y pequeña escala, piscicultura de base comunitaria) se están incrementando para supervisar la viabilidad técnica y la adopción a nivel familiar de las actividades de la IIA en África.

### Mandato

El Centro Mundial de Pesca fue establecido por la Fundación Rockefeller en 1977 con la denominación de Centro Internacional para la Ordenación de los Recursos Acuáticos Vivos (ICLARM, por sus siglas en inglés) con el mandato de conducir investigaciones estratégicas sobre cuestiones importantes referidas a la pobreza en países tropicales en vías de desarrollo. En 1992, el Centro se convirtió en uno de los 16 centros internacionales (también conocidos como «Centros de las Cosechas del Futuro») al amparo del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Los objetivos del Centro son luchar por una distribución más equitativa de los beneficios procedentes de la pesca y la acuicultura, la mejora en general de los medios de vida de las familias dedicadas a pesca y a la piscicultura; el acceso al pescado a precios asequibles para los consumidores pobres; reducir el impacto medioambiental de la pesca; aumentar el número de piscicultores y la protección de la biodiversidad acuática.

Los temas principales de la investigación técnica han sido la acuicultura de agua dulce y los organismos costeros, junto a la evaluación y gestión de la pesca costera y continental. Además, la investigación se ha dirigido a la mejora genética de especies cultivadas de peces, como la tilapia y la carpa, y la gestión de la biodiversidad acuática. De forma general y estrechamente vinculada a todos los campos técnicos, está la investigación política, la gobernanza legal e institucional y la evaluación del impacto y el establecimiento de prioridades. En los últimos años, este último tipo de investigación se ha desarrollado hasta convertirse en el programa más amplio.

El Centro Mundial de Pesca tiene actualmente oficinas en nueve países con personal destinado en el Pacífico, Asia, África y el Caribe, incluida su sede central en Penang, Malasia. Desde 2003, el Centro cuenta con proyectos en marcha a través de acuerdos formales con alrededor de 250 socios en 51 países (Centro Mundial de Pesca, 2003a). Las competencias centrales del Centro (Centro Mundial de Pesca, 2003b) son:

- facilitación de la investigación;
- evaluación de la población de peces en la pesca costera;
- mejora del cultivo y las poblaciones de peces de invertebrados de arrecife de coral;
- bases de datos globales para la gestión de los recursos acuáticos;
- métodos para desarrollar variedades de peces mejoradas;
- desarrollo de la acuicultura para pequeños campesinos;
- enfoque de captación para la gestión de recursos acuáticos;
- la investigación socioeconómica, incluido el análisis institucional y de la gobernanza del sector piscícola en los países en desarrollo.

Como forma clave para el funcionamiento e implementación de esta misión, el Centro crea asociaciones formales con numerosos tipos de partes implicadas, para lo que sigue una política formal de asociación. El Centro tiene numerosos proyectos con múltiples socios y diversos proyectos con pluralidad de países y multidisciplinares. Se encuentra en proceso de adoptar un enfoque sobre las rutas de impacto para la investigación y espera que en el futuro, las asociaciones y redes cambien de modo que incluyan más socios que no se dediquen a la investigación para mejorar su comprensión y su difusión, incluyendo un abanico mayor de disciplinas. Las asociaciones están agrupadas en:

- sistemas nacionales de investigación agronómica y desarrollo (SNIA en el léxico de CGIAR);
- organizaciones no gubernamentales (ONGs);
- científicos e investigadores individuales;
- organizaciones regionales e internacionales;
- instituciones Científicas Avanzadas (ASIs) normalmente localizadas en países industrializados;
- campesinos y pescadores.

### **Plan estratégico**

El Plan Estratégico del Centro Mundial de Pesca para 2000–2020 (ICLARM, 1999) establece una elevada prioridad en la mejora de la acuicultura en estanques de agua dulce, que incluye el cultivo combinado de arroz y peces en sistemas de riego y recintos cercados en terrenos agrícolas que se inundan temporalmente.

### **Acuicultura en estanques de agua dulce**

La producción total de la acuicultura de los países tropicales en desarrollo y de Asia oriental en 1994 ascendió a 15,1 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente 10,4 millones se obtuvieron en estanques de acuicultura de agua dulce. La producción de tilapia se duplicó entre 1988 y 1994 mientras que la producción de carpa se cree que se ha multiplicado por siete. Los campesinos pueden ejercitar normalmente sus derechos sobre los estanques y son los sistemas de producción actualmente en uso más fácilmente «manejables». Las nuevas tecnologías, si se ponen a disposición y se aplican a los peces de valor para los pobres, pueden incrementar la eficacia de la producción de forma que sea probable que los resultados sigan creciendo. La mayor limitación para mejorar su adopción en el sector de los pequeños campesinos son los bajos rendimientos debidos a la falta de métodos de gestión apropiados y mayores costes de los alimentos. Unos mayores niveles de intensificación sufren de la falta de un enfoque sistemático, la alta incidencia de enfermedades y una distribución injusta de los beneficios. El Centro Mundial de Pesca se concentrará en:

- desarrollo de combinaciones apropiadas de tecnologías para mejorar la gestión, es decir, nutrición y reproducción, haciendo hincapié en la mejora genética de las especies de peces comestibles;
- integración de métodos de acuicultura en los sistemas de cultivo;
- estimación previa del impacto socioeconómico de la acuicultura que pueda influir en la adopción y en el suministro comercializable de pescado mejorado.

EL Centro Mundial de Pesca conducirá su investigación para la mejora genética estratégica cada vez más a través de sus instalaciones de acuicultura en Egipto. Otra investigación se centrará en la evaluación a nivel de campo y la introducción de sistemas de acuicultura integrados (incluido el cultivo combinado de arroz y peces) en aquellos países de Asia y África subsahariana que tengan gran concentración de pobres y un elevado potencial para el desarrollo de la acuicultura. Durante los 20 años que dura el plan estratégico, el Centro Mundial de Pesca evaluará también el desarrollo de los sistemas acuícolas centrándose en maximizar los beneficios devengados por los sectores más pobres de la sociedad, incluyendo tanto a los

consumidores como a los productores. Estos se harán, en general, en forma de incremento de la producción, mejora de la nutrición y mejores ingresos para los hogares agrícolas y proteínas de alta calidad asequibles para los consumidores. Se esperan impactos adicionales de la eficacia mejorada del uso de la tierra y el agua por medio de la integración.

### **Cursos de agua, ríos, terrenos inundables**

Los ecosistemas lóticos representan un nuevo ámbito de trabajo para el Centro Mundial de Pesca (Dugan, 2003). El nuevo conocimiento de la importancia de los cursos de agua, ríos y terrenos inundables nos muestran la gran cantidad de gente pobre que depende de estos sistemas de recursos altamente variables para sostener estrategias de medios de subsistencia complejas. Nuestro análisis sugiere que la productividad total de los ecosistemas lóticos en los países en desarrollo se incrementó desde aproximadamente 3,5 millones de toneladas a 4,3 millones de toneladas en 1994. Está comúnmente aceptado que puede tratarse de datos subestimados debido a no haber incluido la pesca de subsistencia. Las amenazas a este sistema de recursos incluyen la reducción de capturas y la pérdida de biodiversidad debido a la alteración de los hábitats. En general, existe un débil conocimiento de base de los derechos de acceso y del potencial para incrementar la producción en los sistemas de las llanuras inundables, que derivan en políticas inapropiadas y un débil apoyo institucional.

Centrándose en los recursos y en las personas que los usan, el Centro Mundial de Pesca busca detener la pérdida de la biodiversidad, incrementar la producción de pescado per cápita y desarrollar los métodos de investigación y datos necesarios para mejorar la política y crear el marco institucional adecuado para apoyar la gestión sostenible de los recursos. Ya se conoce que un mejor acceso y uso de los recursos de las llanuras inundables ofrece unos beneficios de género relativamente altos.

Las actividades llevadas a cabo al amparo del Plan Estratégico se concentrarán en el desarrollo de modelos ecológicos y económicos apropiados (incluyendo a las personas como parte integrante del análisis del ecosistema) y la integración de los análisis ecológicos, institucionales y políticos. Para este trabajo será primordial la valoración de los recursos, el desarrollo de planes de acción para atenuar las amenazas y la elaboración de marcos técnicos, políticos y legales bajo los cuales se pueda asignar el acceso entre los usuarios que compiten por los recursos.

### **Plan a medio plazo 2003–2005**

Durante el período del Plan a Medio Plazo (PMP) (Centro Mundial de Pesca, 2002) «... se implementará una nueva iniciativa de investigación sobre la mejora de la producción pesquera (silvestre y de siembra) en zonas valladas estacionalmente. ... En colaboración con las asociaciones nacionales ..., se realizarán ensayos en acuicultura comunitaria en zonas inundadas estacionalmente y valladas, siguiendo los logros y experiencias obtenidas en trabajos recientes en Bangladesh y Viet Nam» (Centro de Pesca Mundial, 2003c).

Durante el periodo del Plan a Medio Plazo, estudios de ciencias sociales examinarán las pautas de adopción y alcanzarán acuerdos institucionales entre las comunidades que están ya implementando el enfoque de la piscicultura comunitaria. La expansión de este enfoque de la acuicultura comunitaria en Bangladesh y Viet Nam será supervisada.

### **Actividades realizadas y en curso de los programas de investigación**

Las publicaciones producidas por el centro de Agricultura y Acuicultura integrada (AAI) desde 1990 incluyen resultados (artículos, informes, estudios, conferencias y actas de talleres) de la investigación sobre la acuicultura en los arrozales y en llanuras inundables.

Un importante proyecto sobre la Gestión de Piscifactorías Comunitarias (CBFM, por sus siglas en inglés) en Bangladesh esta estudiando –a gran escala–, los diferentes enfoques a la comunidad y las normas y el entorno normativo y legal necesario para asegurar su sostenibilidad (p.ej., Sultana y Thompson, 2003; véanse también otras numerosas colaboraciones). La gestión de los refugios de estación seca o zonas protegidas y el repoblamiento de masas de agua seleccionadas son otras áreas relacionadas con la AAI.

### **Actividades en África: pasado, presente y futuro de la IIA**

A principios de 2003, el Centro publicó su plan de actuación en África (Dugan, 2003; Centro Mundial de Pesca, 2003d), que incluye iniciativas para el incremento de la utilización de masas de agua existentes –permanentes y estacionales– y de sistemas tradicionales y más técnicos de gestión del agua, como el riego.

En Malawi, Chikafumbwa (1994) estudió las actividades de cultivo combinado de arroz y peces

de unos 1 500 campesinos y las oportunidades para su expansión, y destacó la importancia de adoptar un punto de vista integral del sistema agrícola para identificar las oportunidades para la integración. De hecho, trabajar con campesinos para comprender el papel que la acuicultura desempeña en las pequeñas explotaciones se ha convertido en este momento en un aspecto clave del trabajo del Centro en África (Brummett y Noble 1995). Como parte de un proyecto de investigación del Instituto de Investigación del Agua (WRI) y el Centro Mundial de Pesca sobre el potencial de la AAI para mejorar los sistemas de las granjas de los pequeños propietarios en Ghana, se llevó a cabo un ensayo sobre la viabilidad de la acuicultura en arrozales en una zona de riego a gran escala de la Compañía de Riego de la Región noroccidental, ICOUR (Kumah *et al.*, 1996).

Un proyecto implementado por la FAO con apoyo del FIDA para la introducción de la IIA en zonas de riego de pequeños agricultores en África meridional (Malawi, Zambia y Zimbabwe) recibirá insumos del Centro Mundial de Pesca en el proyecto de Malawi para el control del impacto a escala familiar de la introducción de estas tecnologías.

Recientemente, el Centro Mundial de Pesca estableció un nuevo enfoque para piscifactorías comunitarias (Dey y Prein, 2000; 2003; en prensa). Como parte de un posible nuevo proyecto auspiciado por el Programa de Desafío sobre Agua y Alimentación del CGIAR, se ha planeado extender el enfoque en cuatro países de Asia (Viet Nam, Camboya, Bangladesh e India), y posiblemente en Malí como primer lugar en África<sup>1</sup>. Se están considerando otros emplazamientos en África, p. ej. Guinea oriental y el nordeste de Nigeria.

## Referencias

- Brummett, R.E. & Noble, R.** 1995. Aquaculture for African smallholders. *ICLARM Tech. Rep.* 46. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Centro Mundial de Pesca.** 1999. *ICLARM Strategic Plan 2000–2020*. Penang, WorldFish Center, 27 pp. (disponible en [www.worldfishcenter.org/publications/corp\\_mtp0305.asp](http://www.worldfishcenter.org/publications/corp_mtp0305.asp)).
- Centro Mundial de Pesca.** 2002. *ICLARM the WorldFish Center 'Action 2003'– Medium Term Research Plan 2003–2005*. Penang, WorldFish Center, 129 pp. (disponible en [www.worldfishcenter.org/publications/corp\\_mtp0305.asp](http://www.worldfishcenter.org/publications/corp_mtp0305.asp)).
- Centro Mundial de Pesca.** 2003a. *WorldFish Center Annual Report 2002*. Penang, Malaysia.
- Centro Mundial de Pesca.** 2003b. *Our commitment and capabilities*. Penang, Malaysia.
- Centro Mundial de Pesca.** 2003c. *Medium Term Plan 2003–2005*. Penang, Malaysia.
- Centro Mundial de Pesca.** 2003d. *Strategy for Africa and West Asia 2002–2006*. Penang, Malaysia.
- Chikafumbwa, F.** 1994. Farmer participation in technology development and transfer in Malawi. En R.E. Brummett, ed. *Aquaculture Policy Options for Integrated Resource Management in Sub-Saharan Africa*. ICLARM Conference Proceedings 46. Manila, Philippines, International Center for Living Aquatic Resources Management.
- Dey, M.M. & Prein, M.** 2000. Case 3: Fish in deepwater ricelands. En PRGA Program. ed. *Equity, well-being, and ecosystem health: participatory research for natural resources management*, pp. 19–20. CGIAR Program on Participatory Research and Gender Analysis, CIAT, Cali, Colombia. 62 pp.
- Dey M.M. & Prein, M.** 2003. Participatory research at landscape level: floodprone ecosystems in Bangladesh and Viet Nam. En B. Pound, S.S. Snapp, C. McDougall, and A. Braun, eds. *Managing natural resources for sustainable livelihoods: uniting science and participation*, pp. 223–225. London, Earthscan and IDRC, Ottawa, Canada. 252 pp.
- Dey, M.M. & Prein, M.** Community-based fish culture in seasonally deep-flooding ecosystems. *IFAD Technical Advisory Notes 1*, Aquaculture Series, IFAD, Roma (en prensa).
- Dey, M.M. & Prein, M.** Community-based concurrent rice-fish culture in seasonal moderately deep-flooding ecosystems. *IFAD Technical Advisory Notes 2*, Aquaculture Series, IFAD, Roma (en prensa).
- Dey, M.M. & Prein, M.** Community-based fish culture in seasonally flooding ecosystems. *WorldFish Center Technical Report* (en prep.).
- Dugan, pp.** 2003. Investing in Africa: the WorldFish Center's African Strategy in summary. Naga, *WorldFish Center Quarterly* 26(3):3–8.
- Kumah, D., Bagbara, D. & Ofori, J.K.** 1996. Rice-fish culture experiments in the Tono

<sup>1</sup> Nota del editor: Esta propuesta ha sido aprobada por el CGIAR y el proyecto se puso en funcionamiento en 2005. El Centro Mundial de Pesca se ha unido a ADRAO-IVC y la FAO para evaluar las oportunidades de implementar el enfoque en Mali.

irrigation scheme. pp. 42–47 En M. Prein, J.K. Ofori & C. Lightfoot, eds. *Research for the future development of aquaculture in Ghana*. ICLARM Conference Proceedings 42, 94 pp.

**Prein, M. & Dey, M.M.** 2001. Rice and fish culture in seasonally flooded ecosystems. Dans IIRR, IDRC, FAO, NACA and ICLARM. *Utilizing Different Aquatic Resources for Livelihoods in Asia: a Resource Book*, pp. 207–214. Silang,

Cavite (Philippines), International Institute of Rural Reconstruction, 416 pp.

**Sultana pp. & Thompson, pp.** 2003. Methods of consensus building for community based fisheries management in Bangladesh and the Mekong delta. *CAPRI Working Paper 30*. Washington DC, IFPRI. (disponible en [www.capri.cgiar.org/pdf/capriwp30.pdf](http://www.capri.cgiar.org/pdf/capriwp30.pdf) ).



## **LA UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN Y LAS REDES DE CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y EL FUTURO PAPEL DEL INREF-POND EN LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN ÁFRICA OCCIDENTAL**

Rœl Bosma, Pieter Windmeijer, Hans Komen  
Universidad y Centro de Investigación de Wageningen  
Wageningen, Países Bajos

**Bosma, R., Windmeijer, P. & Komen, H.** 2010. La Universidad de Wageningen y las redes de centros de investigación y el futuro papel del INREF-POND en la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 173–175.

### **Resumen**

La Universidad y el Centro de Investigación de Wageningen (WUR) tienen como objetivo contribuir al desarrollo internacional a través de proyectos de colaboración con institutos y redes asociadas en el Sur. El Fondo para la Investigación y Educación Interdisciplinaria financia seis programas de investigación con unos 50 proyectos de doctorado. En África occidental existen proyectos en Burkina Faso, Ghana y Benin. La WUR participa también en el Consorcio del Inland Valley (IVC) y en proyectos de investigación para la gestión sostenible de los valles interiores y de los humedales. Un proyecto de especial importancia para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura es el proyecto INREF-POND, enfocado hacia el desarrollo de variedades de peces y la optimización de los flujos de nutrientes para los sistemas de acuicultura integrada

### **Introducción**

La Universidad y el Centro de Investigación de Wageningen (Wageningen-UR) están formados por la Universidad de Wageningen; los Institutos de Investigación Agrícola de Holanda, laboratorios y centros holandeses y el Centro Internacional de Agricultura. Este último incluye el recién creado Centro Norte-Sur, que promueve la colaboración entre Wageningen y los institutos y redes asociadas en el Sur. Este último instituto forma parte del compromiso de Wageningen UR para movilizar sus conocimientos y su experiencia para ayudar al Sur a desarrollar y mejorar los medios de subsistencia sostenible. Una de las vías del Centro Norte-Sur para lograr este objetivo general es el Fondo para la Investigación y Educación Interdisciplinaria (INREF). Actualmente el INREF financia seis programas con unos 50 proyectos de doctorado.

A través de la educación y la investigación Wageningen UR intenta contribuir al desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) y a la integración de la agricultura y la acuicultura. La principal red de Wageningen UR la forman sus licenciados y graduados. No obstante, la mejor posibilidad para futuras contribuciones es a través de

proyectos de investigación en colaboración. Este documento enumera los contactos de Wageningen UR en África occidental a través de proyectos y redes, presenta los objetivos y los proyectos de investigación de INREF-POND y aclara su futura relación con África occidental.

### **Contactos de Wageningen UR en África occidental**

En este momento Wageningen UR tiene contactos en África occidental a través de tres proyectos de investigación y educación bilaterales y de tres redes de investigación en colaboración. Algunos de estos proyectos se refieren a la temática de la IIA. Dos de los proyectos de investigación bilaterales fueron financiados por INREF entre 2002 y 2006. En 2004, INREF-POND tiene planeado iniciar a investigar en Camerún. Los detalles del proyecto pueden encontrarse en el sitio web del Centro Norte-Sur ([www.north-south.nl](http://www.north-south.nl)).

Actualmente Wageningen UR participa en los proyectos:

1. «*Technologie alimentaire et nutrition humaine*» y «*Centre d'études pour*

*l'aménagement et la protection de l'environnement*», llevados a cabo con la Universidad de Ouagadougou y financiados a través de NUFFIC (Fondo de la Universidad de los Países Bajos para la Colaboración Internacional).

2. «Convergencia de la Ciencia», un proyecto de INREF que es una cooperación entre dos escuelas universitarias de Wageningen y varios asociados en Ghana (entre otros, la Universidad de Legon, FAO, World Vision, y otros) y Benin (Universidad Nacional de Benin, Institut national des recherches agricoles du Bénin –INRAB–, IITA, y otros).
3. «De los recursos naturales a la gente sana», un proyecto de INREF conducido en Burkina Faso, Ghana y Benin. Este proyecto es una cooperación entre dos escuelas universitarias de Wageningen y varios asociados de la región, por ejemplo la Universidad Nacional de Benin, la Universidad de Estudios para el Desarrollo en Ghana y las universidades de Ouagadougou y Bobo Dioulasso en Burkina Faso.

Actualmente Wageningen UR participa en las siguientes redes:

1. El Consorcio del Inland Valley (IVC), una asociación regional de diez países de África occidental y siete instituciones de investigación internacionales, incluida Wageningen UR. Este programa está financiado por los gobiernos holandés y francés desde 2000 a 2004.
2. «Uso sostenible y conservación de los humedales en Malí, con un enfoque especial en el delta interior del Níger», que es un proyecto de Wetlands International y del Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire, de l'environnement et l'urbanisme (Mali). Algunos de los demás asociados son: el Institut d'économie rurale (Mali), la UICN y Wageningen UR (Alterra).
3. VINVAL, que está centrado en las funciones ecológicas y productivas de la vegetación natural y de barbecho en los valles interiores. El proyecto recibe financiación de la Unión Europea y del Ministerio de Agricultura de Holanda, desde 2001 a 2005. El proyecto se desarrolla en Ghana y Burkina Faso. Los asociados que lo forman son Alterra y LEI de Wageningen UR y diversos institutos de Alemania, Italia, Ghana y Burkina Faso.

## El Proyecto INREF-POND

Las especies de pescado mejoradas disponibles y las estrategias de alimentación de los peces fueron desarrolladas principalmente para sistemas acuícolas de elevado nivel de insumos. Estas estrategias de alimentación son demasiado caras para los pequeños campesinos y no es seguro que las especies de pescado mejoradas puedan desarrollarse de forma óptima en los sistemas de cultivo integrados de bajo nivel de insumos utilizando insumos de desecho. El Proyecto INREF «Programa para la Optimización de la Dinámica de Nutrientes» (INREF-POND), pretende contribuir al desarrollo de sistemas más sostenibles integrados de cría de ganado, piscicultura y agrícolas para mejorar el medio de vida doméstico y el bienestar. Más concretamente sus objetivos son:

1. Cuantificar la dinámica de nutrientes en dichos sistemas integrados de agricultura y acuicultura, usando especies de peces seleccionadas especialmente para entornos de insumos elevados y bajos.
2. Identificar la combinación óptima de componentes que contribuya lo mejor posible a mejorar la resiliencia de los sistemas y la sostenibilidad ecológica, económica y social.
3. Contribuir a la expansión de los sistemas de ganadería, pesca y agricultura en África subsahariana.

Los asociados a este programa son el Centro Mundial de Pesca, por medio de su Centro Regional para África y Asia occidental en Egipto y el Colegio de Agricultura, Universidad de Can Tho, Viet Nam. De la Universidad de Wageningen participan los grupos de Acuicultura y Pesca, Sistemas de Producción Animal y Mejoramiento y Genética Animal del Departamento de Ciencias Animales, junto al Laboratorio de Ciencias del Suelo y Geología del Departamento de Ciencias Medioambientales. Actualmente se están desarrollando 5 proyectos de doctorado:

1. Selección de Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) en ambientes de insumos elevados y bajos.
2. Efectos de la selección de la pareja en la reproducción en sistemas de apareamiento natural.
3. Cuantificación del efecto de los sistemas de insumos elevados y bajos en el ciclo de los nutrientes.

4. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas integrados de ganadería, piscicultura y agricultura en el delta del Mekong, Viet Nam.
5. El oxígeno como factor determinante de la producción piscícola en sistemas acuícolas.

Recientemente se han iniciado otros dos proyectos. El primero estudiará el contexto

socioeconómico del desarrollo de la acuicultura en Egipto. El estudio sobre el proceso de adopción de sistemas integrados de cría de ganado, peces y agricultura ya se ha iniciado y hay planes para trabajar en Viet Nam y en Camerún. El trabajo en Camerún es el puente entre INREF-POND y África subsahariana.



## **EL INSTITUTO UNESCO-IHE PARA LA EDUCACIÓN RELATIVA AL AGUA: CREACIÓN DE CAPACIDAD E INVESTIGACIÓN EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

Anne A. van Dam  
Departamento de Recursos Medioambientales  
UNESCO-IHE Instituto para la Educación relativa al Agua, Delft, Países Bajos

**van Dam, A.A.** 2010. El Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua: creación de capacidad e investigación en la gestión integrada de los recursos hídricos. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 177-178.

### **Resumen**

UNESCO-IHE en Delft, Países Bajos, es un instituto internacional para la creación de capacidad y la formación en la gestión e infraestructuras hídricas y medioambientales. Sus actividades incluyen la implementación de programas de educación e investigación y el desarrollo de asociaciones y redes de instituciones y profesionales que participan en el sector hídrico. El programa internacional de postgrado de UNESCO-IHE lo componen licenciaturas con maestrías, doctorados, cursos breves y formación a la medida. Los programas de investigación en colaboración a menudo contribuyen a la creación de capacidad de las instituciones asociadas a través de la integración con la formación de licenciados con maestrías y doctorados.

UNESCO-IHE se estableció en 1957 como un instituto internacional para la formación de ingenieros hidráulicos, fundado por el gobierno de los Países Bajos. En 2001, se estableció como el Instituto para la Educación relativa al Agua UNESCO-IHE, con el mandato de fortalecer y movilizar la educación global y la base de conocimientos para la gestión integrada de los recursos hídricos y contribuir a cubrir las necesidades de creación de capacidad relativa al agua de los países en desarrollo y de los países en transición. Por tanto, la misión de UNESCO-IHE es contribuir a la educación y formación de profesionales y crear la capacidad de los centros del conocimiento y otras organizaciones en la esfera del agua, el medio ambiente y las infraestructuras.

Para lograrlo, UNESCO-IHE trabaja con asociados para investigar en el contexto de la gestión integrada de los recursos hídricos y pretende lograr la difusión global y el compartir conocimientos. Sus actividades incluyen: (1) implementación de programas de educación, formación e investigación; (2) establecer y fomentar asociaciones entre los centros académicos y las organizaciones profesionales que ofrecen programas de educación, formación e investigación a nivel local o regional; (3) desarrollar y mantener redes globales de institutos colaboradores y promover la participación activa en estas redes de todos

los profesionales involucrados en el sector hídrico.

UNESCO-IHE cuenta con cinco departamentos académicos: Ingeniería de Recursos Hídricos, Recursos Medioambientales, Infraestructuras Urbanas, Administración e Instituciones, e Informática aplicada a los recursos Hídricos y Gestión del Conocimiento. Actualmente el personal académico lo constituyen unas 90 personas. El instituto tiene su sede en Delft, Países Bajos.

La red de alumnos de UNESCO-IHE cuenta con más de 12 000 alumnos que representan a más de 120 países. En breve, UNESCO-IHE lanzará su portal de la Comunidad Virtual de Alumnos, que será una plataforma de conocimiento para profesionales del agua. Entre las redes iniciadas por UNESCO-IHE está PoWER (acrónimo en inglés de Partnership for Water Education and Research –Asociación para la Educación e Investigación relativa al Agua– una red a través de la cual se han iniciado y apoyado asociaciones de organizaciones e instituciones internacionales y nacionales y las instituciones activas en la gestión de los recursos hídricos.

El programa internacional de postgrado consta de un programa de Maestría internacional (de 18 meses), un programa de doctorado, cursos breves y formación a medida. Hay cuatro programas de Maestrías internacionales, cada uno con sus especializaciones: Gestión Hídrica,

Ciencia e Ingeniería de los Recursos Hídricos Agua, Ciencia Medioambiental, y Aguas e Infraestructuras Urbanas.

Los proyectos de investigación de UNESCO-IHE contribuyen considerablemente a la formación y creación de capacidad de las instituciones asociadas. P. ej. en el proyecto *Fingerponds* (Capítulo 11 de este volumen) dos asistentes de investigación en los países asociados de África están registrados como estudiantes de doctorado en UNESCO-IHE. Además, se están llevando a cabo varios proyectos de posgraduados fuera del proyecto (véase el Cuadro 1).

UNESCO-IHE participa en numerosas redes en el ámbito de la gestión integrada de los recursos hídricos. Recientemente ha recibido una pequeña donación para organizar una

plataforma de conocimientos a través de internet para expertos en humedales, en colaboración con el Wetlands Advisory and Training Centre (WATC) del Ministerio holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua, Wetlands International y la Asociación Hídrica de los Países Bajos ([www.wetlandprofessionals.org](http://www.wetlandprofessionals.org)). Esta plataforma facilitará la comunicación entre los investigadores de humedales y los directores y promocionará el aprendizaje y el flujo del conocimiento sobre los humedales. Los asociados en los proyectos *Fingerponds* y Ecotools (otro proyecto de investigación de humedales financiado por la UE en África oriental) usarán la plataforma para intercambiar información sobre el proyecto y compartir los resultados con otros profesionales de los humedales.

**Cuadro 1.** Proyectos llevados a cabo por doctores y posgraduados bajo los auspicios del proyecto *Fingerponds* (2003)

Título del proyecto	Nombre del estudiante	Titulación, año de terminación, institución	País
Utilización de los humedales mediante la integración de <i>fingerponds</i> en los sistemas ribereños en África oriental	Julius Kipkemboi	PhD, 2006, UNESCO-IHE	Kenya
Dinámica e importancia de las aplicaciones de los nutrientes del estiércol en comunidades de fitoplancton y de perifiton en un sistema de acuicultura integrado en Uganda.	Rose Kaggwa	PhD, 2006, UNESCO-IHE	Uganda
Las poblaciones de peces y rendimientos comparativos de <i>fingerponds</i> self-stocked en África Oriental	Hieromin Lamtane	PhD, 2006, King's College, Londres	Tanzanía
Rendimiento de los sustratos en la producción de perifiton en <i>fingerponds</i>	Deborah Kasule	MSc, 2004, Makerere University, Kampala	Uganda
Efectos del abono orgánico en las características del sedimento, dinámica de nutrientes y composición bentónica de macroinvertebrados en los <i>fingerponds</i> del Lago Victoria	Cyrus Kilonzi	MSc, 2003, UNESCO-IHE <sup>a</sup>	Kenia
La productividad primaria del fitoplancton, biomasa (Clorofila a) y composición de las especies en los <i>fingerponds</i> (Uganda)	Grace Ssanyu	MSc, 2003, UNESCO-IHE <sup>a</sup>	Uganda
Extensión de la colonización del plancton (espacial y temporal) en los <i>fingerponds</i> . Estudio de caso de los <i>fingerponds</i> de Uganda	Austin Mtethiwa	MSc, 2003, UNESCO-IHE	Uganda

<sup>a</sup> En colaboración con el Instituto de Limología, Mondsee y la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Aplicadas a la Vida, Viena, Austria.

## DESARROLLO DE LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN ÁFRICA OCCIDENTAL: EL CAMINO A SEGUIR

Matthias Halwart<sup>a</sup> y Anne A. van Dam<sup>b</sup>

<sup>a</sup>FAO Département des Pêches et de l'Aquaculture, Roma, Italie

<sup>b</sup>UNESCO-IHE Institut pour l'Éducation sur l'Eau, Delft, Les Pays Bas

**Halwart, M. & van Dam, A.A.** 2010. Desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: el camino a seguir. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 179–185.

### Resumen

Este capítulo ofrece una visión general de elementos críticos para la promoción de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en África occidental. Hace hincapié en que la IIA debería interpretarse en términos más amplios que meramente en términos de acuicultura en zonas de riego. Existen opciones para la integración de la producción de pesca (pesca de captura y acuicultura) con la producción de cultivos en una amplia variedad de ambientes, desde las llanuras inundables de los ríos y las cuencas de los lagos, hasta los valles interiores y los sistemas de riego. Las limitaciones para el desarrollo de la IIA son diferentes para estos diferentes ambientes y también dependen de las condiciones locales. En los capítulos anteriores se han mencionado muchas limitaciones detalladas para los países de la región de África occidental. Se han reiterado algunos factores clave para la adopción con éxito de la IIA a través de un amplio abanico de entornos. La participación y habilitación de los usuarios de los recursos (comunidades agrícolas y pesqueras) en el desarrollo de nuevas tecnologías es crucial para garantizar la pertinencia y aprovechar el conocimiento existente sobre el uso de los recursos. La colaboración multidisciplinar y transversal es necesaria para unir a las distintas agencias implicadas (agua, agricultura, medio ambiente, pesca, etc.) a nivel local, nacional y regional. Es necesaria una gestión mejorada del conocimiento para garantizar la generación, almacenamiento y que se comparta el conocimiento e información sobre la IIA. Deberían utilizarse formas innovadoras de trabajar juntos y una moderna tecnología de la información y la comunicación para apoyar este proceso a través del establecimiento de contactos profesionales.

### El potencial de desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura: sinopsis

Los resultados de varias reuniones y talleres sobre la IIA (Moehl *et al.*, 2001; FAO/ADRAO, 2005) y las contribuciones en este libro demuestran el acuerdo general sobre el importante potencial para desarrollar actividades integradas de acuicultura en las redes de riego. Este potencial debería ser explorado, particularmente en los sistemas de riego dominados por la producción arrocera. Pero ¿por qué la tecnología no se extiende como un reguero de pólvora cuando tiene tanto potencial y tantas ventajas obvias?

En la mayoría de estudios y exámenes, la IIA ha sido interpretada como una combinación de acuicultura en zonas de riego. No obstante, existe una variedad de ambientes en los que la gente produce cultivos o produce pescado, y la producción pesquera se puede mejorar en todos esos entornos, que van desde las

llanuras inundables, los lechos de los lagos y valles interiores sin disposiciones formales de gobernanza hasta sistemas de riego a gran escala con autoridades administrativas oficiales. En medio, se puede encontrar una variedad de sistemas de producción agrícola, desde diferentes formas de agricultura de decrecida en humedales hasta los cultivos de regadío, pasando por la agricultura de secano de las tierras altas. Asimismo, la producción pesquera puede variar desde la pesca de captura no regulada, pasando por diferentes formas de gestión y pesquerías mejoradas, hasta la acuicultura con ciclos de cultivo totalmente controlados y la propiedad de las poblaciones de peces claramente definida. Las contribuciones en este volumen demuestran que los esfuerzos de desarrollo de la IIA no deberían limitarse a la acuicultura «formal» en sistemas de riego «formales». Una gran parte del aumento potencial en la producción de cosechas y de pesca en África occidental reside en mejorar la producción de la agricultura y la pesca extensiva

y estacional de los humedales. Las tecnologías para la mejora de estos sistemas tradicionales deberían desarrollarse más, aprovechando el valioso conocimiento local e incorporando conceptos de otras partes del mundo. La IIA en este sentido amplio es un conjunto de tecnologías para la integración de la producción pesquera en los sistemas de producción de cultivos. La IIA se convierte por tanto en un enfoque de gestión de los recursos naturales en el que el agua y los nutrientes están sabiamente gestionados para beneficio de los usuarios de los recursos y sin efectos perjudiciales para el medio ambiente.

Muchas de las limitaciones que se han enumerado para los distintos entornos no lo son sólo para la IIA, sino más bien para el desarrollo de la acuicultura y la agricultura en general. Las recientes recomendaciones para el desarrollo de la acuicultura en África subsahariana (Moehl *et al.*, 2005) son válidas por tanto también para el desarrollo de la IIA. Muchas recomendaciones para la propagación de la integración de la agricultura y la acuicultura en Asia contienen puntos válidos para el desarrollo de la IIA (por ejemplo, Phillips *et al.*, 2001; Prein, 2002). En general, las sinergias entre el riego y la acuicultura deberían ser explotadas en toda su extensión de forma que las operaciones acuícolas puedan producir tanto pescado como sea posible, mientras el riego también se beneficia, posiblemente más allá de la mayor productividad del agua. Se ha propuesto un enfoque para el desarrollo de la piscicultura al nivel del sistema de riego, ya que esto aliviaría las limitaciones que se encuentran inevitablemente si la acuicultura se desarrolla solamente en un componente del sistema de riego (Fernando y Halwart, 2000, 2001).

Para los países individuales, el desarrollo de la IIA requiere una secuencia de desarrollo de una estrategia nacional, identificando zonas de alto potencial y sistemas de producción adecuados, garantizando un número adecuado de participantes en el desarrollo en una zona específica y seleccionando unos servicios de extensión participativa bien definidos para esos grupos seleccionados regularmente y durante un período de tiempo importante. También requiere de esfuerzos en la recogida de datos y documentar ejemplos de éxito, de forma que se puedan aumentar las tecnologías adecuadas, preferiblemente con la participación de los primeros en adoptarlas. Serán necesarios mecanismos de asesoramiento y apoyo a nivel local, nacional y subregional o regional, de forma que las comunidades y los países puedan beneficiarse del conocimiento y la tecnología de los demás. Los recientes desarrollos iniciados

en el Comité para la pesca continental de África (CIFA según sus siglas en inglés) para el establecimiento de una organización para África similar a la Red de centros de acuicultura en Asia-Pacífico (NACA) en Asia, tendrá una importancia crítica en el establecimiento con éxito de una red de contactos.

Se han presentado recomendaciones específicas para el desarrollo de la IIA en entornos clave (sistemas de riego, llanuras inundables, fondos de valles interiores) y el tipo de limitación o intervención (técnica, institucional, económica, social, medioambiental) (FAO/ADRAO, 2005). Resulta obvio que las dificultades técnicas representan solamente una pequeña parte de las limitaciones que habrá que superar. Se puede hacer mucho más para crear un entorno propicio para el desarrollo de la IIA, especialmente por parte institucional. Los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado deberían trabajar conjuntamente en esta dirección. Los párrafos siguientes dan una visión general de los elementos críticos que necesitan ser considerados en la promoción de la IIA basándose en FAO/ADRAO (2005) y en las contribuciones de este volumen. Se han puesto de relieve tres aspectos principales, que corresponden aproximadamente a los niveles local, nacional y (sub)regional: localmente, la necesidad de participación de las comunidades objetivo y de apoyo para su esfuerzo; a nivel nacional, la necesidad de un enfoque integrado y multisectorial; y a nivel (sub)regional, la necesidad del establecimiento de una red de contactos y de la gestión de los conocimientos.

### **Participación y apoyo institucional para el desarrollo local**

El desarrollo de la IIA debería tener un enfoque participativo, que abarque a las comunidades objetivo de las que se espera adopten la tecnología de la IIA directamente desde el inicio del proceso para identificar las tecnologías prometedoras y los sistemas de cultivo, desarrollar y adaptar la tecnología a las condiciones locales, incorporando el conocimiento local y tradicional a las técnicas innovadoras y propagando los enfoques que tengan éxito a otros posibles participantes. La elección de los grupos objetivo adecuados es esencial. El predominio de las costumbres locales, las actitudes hacia el trabajo y las innovaciones, junto al origen étnico, son factores que pueden influir en el éxito y en la asimilación de las actividades de la IIA. El entendimiento y la sensibilidad para con estas diferencias y

su influencia en la percepción de la IIA es un requisito previo. Las relaciones interétnicas son igualmente importantes y condicionarán el éxito de la IIA a largo plazo, especialmente en zonas donde la tierra está compartida por varios grupos étnicos y el incremento del valor de la tierra tras la introducción de la acuicultura podría conducir a posibles conflictos.

El papel potencial de los campesinos en la difusión de la tecnología de la IIA en África oriental no está completamente claro. La formación de campesino a campesino puede ser ineficaz en África subsahariana, debido a las largas distancias que tienen que recorrer y al escaso número de participantes. Por el contrario, la formación en grupo era más adecuada y mejor recibida (Harrison *et al.*, 1994). La extensión de la IIA debería enfocarse hacia los grupos y los sistemas en zonas de alta prioridad que han sido identificadas en la estrategia de desarrollo de acuicultura nacional. Los instructores necesitan dedicar una considerable cantidad de tiempo a los campesinos, normalmente al menos una vez a la semana durante una temporada completa. Además, los agricultores y sus familias necesitan una cantidad de tiempo considerable para familiarizarse con las innovaciones de la IIA y con las nuevas técnicas de gestión de la tierra y del agua. Se necesita con urgencia el programa de una Escuela de Campo para Agricultores que combine la gestión integrada de las plagas, la acuicultura y el cultivo del arroz.

El apoyo organizado para los campesinos a nivel local es extremadamente importante. Deberían constituirse asociaciones de múltiples actores implicados, formadas por grupos de campesinos, agencias gubernamentales (por ej., servicios de extensión de agricultura y pesca, agencias de medio ambiente, institutos de investigación y universidades) y organizaciones no gubernamentales para ayudar a los agricultores en el desarrollo y la adaptación de los nuevos enfoques. Deberían establecerse o reforzarse los comités de gestión que representen a todos los usuarios de agua locales. Los servicios de extensión deberían estar suficientemente financiados, y la capacidad técnica de todos los protagonistas debería incrementarse con la formación de técnicos y el fortalecimiento de la capacidad de los productores para la gestión organizativa, técnica y financiera de las actividades de la IIA.

Técnicamente, la tecnología de la producción es importante, pero el resto de la cadena de producción (la producción de alevines y de alimentos, el procesamiento y la comercialización) y los aspectos generales de gestión también deberían recibir atención. Los sistemas de bajo

coste que utilizan los materiales disponibles a nivel local, tienen más garantía de éxito que los sistemas intensivos con gran cantidad de insumos. La acuicultura extensiva en zonas de arrozales de regadío de los fondos de valles interiores es más adecuada que la acuicultura semi-extensiva en la que las zonas para los peces son más pequeñas y exigen más insumos (Coulibaly, 2000). Especial consideración requieren la comercialización y los precios del pescado, ya que los piscicultores en los arrozales tienen menos flexibilidad a la hora de elegir el momento de la recolección y venta del pescado que los de cultivo en estanque. La producción y distribución privada de alevines debería promoverse. También deberían desarrollarse métodos de recolección de semillas silvestres y de siembra para poder criar los peces en las áreas bajo riego. Las Escuelas de Campo para Agricultores deberían considerar todos los aspectos de la producción y las cuestiones postcosecha que permitan flexibilidad para la incorporación de las necesidades de los campesinos.

El personal de extensión agraria debería formarse en acuicultura y en enfoques de desarrollo participativo (Halwart y Gupta, 2006). Estas ideas están poniéndose en práctica actualmente en un Proyecto de Cooperación Técnica regional en Guayana y Surinam con un éxito considerable. El apoyo a la extensión debería ser prestado por un pequeño grupo bien formado de agentes de extensión. Este grupo proporcionaría los instructores principales, que a su vez instruirían a otros. El enfoque de la extensión debería ser de naturaleza participativa, prestando atención especial a aspectos de género como se ha hecho en las Escuelas de Campo para Agricultores, que han introducido con éxito el concepto de gestión integrada de plagas entre los campesinos asiáticos y africanos.

### **Un enfoque integrado, multisectorial y de colaboración en un marco IWRM**

Aunque la utilización más eficaz de los escasos recursos hídricos es uno de los objetivos del desarrollo de la IIA, estos sistemas competirán con otros usos del agua. El desarrollo de la IIA debería, por tanto, formar parte de una gestión integrada de recursos hídricos (IWRM por sus siglas en inglés) o un enfoque de gestión integrada de cuencas de captación o cuencas fluviales y estar en la agenda de las autoridades que administran las cuencas de los ríos y los lagos. Hay que adoptar las precauciones necesarias para limitar los impactos negativos de las actividades de la IIA y fortalecer la protección medioambiental.

Los conflictos potenciales entre los diferentes grupos de usuarios (por ejemplo, el riego, los pescadores, el agua potable) solamente pueden ser resueltos a niveles altos. Es necesario tener prudencia, ya que la integración multisectorial es difícil y requiere una sólida capacidad de mediación. Debería adoptarse un enfoque de «gobernanza sostenible» para el desarrollo de la IIA. El concepto de gobernanza implica la participación tanto de los actores públicos como de los actores privados que comparten intereses en la gestión de recursos. Además del nivel de actor, donde la mayor parte de los problemas y conflictos por la utilización de los recursos se hace visible, son importantes los acuerdos y las estructuras institucionales (organizaciones participantes, leyes, acuerdos, etc.) así como las normas y principios compartidos. La investigación para la IIA no debería enfocarse solamente a la explotación de los recursos naturales y agrícolas, sino también debería incluir el contexto en que tiene lugar la explotación (Giampietro, 2003; Kooiman y Bavinck, 2005).

La mayor parte de los entornos en los que se lleva a cabo la producción integrada de peces y cultivos son ecosistemas multifuncionales (a menudo humedales) que sirven a una variedad de sectores y partes implicadas. Sin embargo, a menudo están sujetos a un planeamiento unisectorial y, en consecuencia, sus valores múltiples son con frecuencia ignorados. La pesca y la agricultura están a menudo separadas institucionalmente, lo que no facilita su desarrollo integrado. Están implicadas muchas otras agencias sectoriales, como son los departamentos del medio ambiente (vida silvestre), agua e infraestructuras. Considerar la acuicultura como una rama de la agricultura puede ser un paso inicial hacia una promoción más consistente de la acuicultura integrada y la IIA. Esto facilitaría su integración en los programas de desarrollo de la agricultura en conexión con el uso del riego, así como su promoción entre los campesinos por agentes de extensión agraria. Esto solamente será posible con un reforzamiento de la colaboración interdisciplinar entre las instituciones y las asociaciones transversales; abarcando los múltiples intereses en juego: el agua para el arroz y otros cultivos, el riego, la pesca y otros usos. Deberían establecerse lazos con los sectores del medio ambiente y del desarrollo para buscar objetivos comunes de protección medioambiental y de erradicación de la pobreza. Las estrategias nacionales de la IIA deberían ser parte de las estrategias del desarrollo de la agricultura. Ese enfoque integrado puede ayudar también a los Estados a cumplir sus obligaciones

**Recuadro 1.** Recomendaciones de la 20ª Sesión de la Comisión Internacional del Arroz, 23–26 julio 2002, para sus 61 países miembros.

La Comisión Internacional del Arroz de la FAO es el foro en el que los responsables que elaboran las normativas y los especialistas en el arroz de los países productores revisan sus programas nacionales de investigación y desarrollo del arroz. Su objetivo es la promoción de la acción nacional e internacional en asuntos relativos a la producción, conservación, distribución y consumo de arroz. Con respecto a la presentación de «Iniciativas recientes sobre la disponibilidad y utilización de organismos acuáticos en el cultivo basado en el arroz» la Comisión hizo las siguientes recomendaciones:

1. Los países miembros deberán promover el desarrollo sostenible de la biodiversidad acuática en los ecosistemas basados en el arroz, y las decisiones normativas y las medidas de gestión deberán mejorar la base de los recursos de la vida acuática. En las zonas donde la pesca silvestre esté agotada, el cultivo combinado de arroz y peces debería considerarse como un medio de mejorar la seguridad alimentaria y garantizar el desarrollo rural sostenible.
2. Debería prestarse atención a la contribución nutricional de los organismos acuáticos en la dieta de la población rural que produce arroz o depende de él.

*Fuente:* FAO (2002)

con los convenios internacionales como son la Convención de la Diversidad Biológica (CBD según sus siglas en inglés), la Convención Ramsar sobre los Humedales o el Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR). Las organizaciones que tradicionalmente están más implicadas en la protección de los humedales en relación con las aves acuáticas y las aves migratorias buscan ahora la colaboración de las agencias de desarrollo e intentan lograr enfoques de «uso sensato» que asocien los medios de vida de las comunidades de las zonas húmedas con la conservación de la integridad del ecosistema (véase, por ejemplo, Ramsar, 2005; Zonas húmedas internacionales, 2005). La IIA puede facilitar la colaboración entre los sectores de los humedales y el sector agrícola y ofrecer oportunidades para mejorar los valores del uso directo de las zonas húmedas sin destruir sus servicios y funciones ecológicas.

Los servicios agrícolas deberían tomar la iniciativa en la implementación, pero la participación debería incluir otros grupos de

interés y al sector privado. El desarrollo del cultivo combinado de arroz y peces debería incluirse en las estrategias de producción de arroz nacional (Halwart y Gupta 2006). Esta iniciativa está apoyada por las recomendaciones normativas hechas a los 61 países miembros de la Comisión Internacional del Arroz en su última sesión celebrada en Bangkok en 2002, tanto para mejorar la biodiversidad acuática en los arrozales como por el cultivo deliberado de peces en arrozales (Recuadro 1). En cada país sería conveniente crear una entidad multisectorial que coordinara el desarrollo de la IIA. Esta nueva entidad estaría financiada por recursos existentes de las agencias participantes. Dicha entidad sería un instrumento para facilitar la formación de asociaciones de campesinos y para facilitar el crédito. Los proyectos sobre el desarrollo y la rehabilitación del riego estarían controlados por estas entidades, garantizando que se preste la atención necesaria a los distintos sistemas de acuicultura en esos sistemas de riego en su fase inicial, y si fuera posible, también en la fase de planeamiento y de diseño.

Debería crearse un soporte legal y un marco normativo para el desarrollo de la IIA, incluyendo la puesta al día de las regulaciones sobre la gestión de las zonas bajo riego y una revisión de los acuerdos de tenencia de la tierra. Las zonas prioritarias de intervención tienen que ser identificadas en base a un inventario de todos los recursos e infraestructuras para identificar el potencial de la IIA. Es necesario identificar a los grupos objetivo, en particular a los agricultores arroceros y a los beneficiarios de los programas integrados de gestión de plagas (IPM) en el cultivo del arroz. La identificación participativa de los sistemas de la IIA según los medios y características de los grupos objetivo debería iniciarse o continuarse. En este contexto, un mejor reconocimiento de la gestión de los recursos tradicionales y de los sistemas de mejora es un componente esencial de un enfoque más apropiado y eficaz para las pesquerías continentales y el desarrollo de la acuicultura (COFAD, 2001). Deberían evaluarse y facilitarse las necesidades de un acceso al crédito para la adopción de las tecnologías de la IIA y deberían examinarse los programas de microfinanciación para negociar tipos preferentes para los productores de la IIA. La disponibilidad local de insumos para la IIA debería ser evaluada. La introducción de la gestión integrada de plagas y el uso de pesticidas conllevan un medioambiente acuático más limpio, por lo que deberían estimularse.

## **Gestión de los conocimientos y cooperación**

Existe un amplio conocimiento e información disponible sobre la IIA. El valioso conocimiento tradicional sobre los recursos agrícolas y de la pesca y su gestión está presente entre los grupos objetivo propuestos para el desarrollo de la IIA (comunidades de campesinos y pescadores). Existe un conocimiento más formal sobre la gestión de las pesquerías, la acuicultura, la agronomía (incluido el riego), el impacto medioambiental, la comercialización, el procesado y otros aspectos importantes en las instituciones nacionales (universidades, institutos de investigación del gobierno) y en las agencias internacionales. Debería buscarse un enfoque consciente de gestión del conocimiento para movilizar, conservar, organizar, e intercambiar el conocimiento sobre la IIA.

El impacto de la investigación en desarrollo debería incrementarse. La formulación de las cuestiones de investigación debería basarse en la identificación de problemas por las partes implicadas (usuarios de los recursos/campesinos y responsables de elaborar las normas y de la toma de decisiones) sobre el terreno. Una mejor comunicación entre los investigadores y los «consumidores» del conocimiento incrementará el impacto de la investigación en el desarrollo. A nivel local, las asociaciones de múltiples partes implicadas pueden facilitar este proceso, pero también debería proseguirse a nivel nacional y regional para garantizar la rápida propagación de enfoques exitosos y evitar la duplicación de los esfuerzos de investigación. Las iniciativas de mayor éxito, como son la preparación del manual de recursos sobre la utilización de los diferentes recursos acuáticos para los medios de vida en Asia (IIRR *et al.*, 2001) debería repetirse en África. Deberían explorarse enfoques de colaboración e integración del aprendizaje para lograr un incremento más rápido y eficaz de partes implicadas que adopten los procesos de innovación. Un ejemplo son las Alianzas del Conocimiento, un serie de plataformas unidas a nivel comunitario, de distrito y nacional que reúnen a las partes interesadas en una zona de interés común, como la IIA (Lundy *et al.*, 2004; Moriarty *et al.*, 2005). El desarrollo de la IIA debería evaluarse periódicamente basándose en programas de control participativo sobre el terreno. Los campesinos pueden dedicarse a actividades de control de la IIA. Esto ayudaría a evaluar de forma comprensiva e inclusiva los sistemas de sostenibilidad sociales, económicos, medioambientales e institucionales de la IIA.

Las redes para el intercambio de información y armonización de enfoques deberían estimularse a todos los niveles de participación (elaboración de normas y toma de decisiones, investigación, extensión, inter-sectorial). El trabajo en red nacional e internacional existente debería utilizarse para mejorar el flujo de información de la IIA y el conocimiento. El conocimiento de una amplia gama de sistemas y entornos está disponible de todo el mundo. Las herramientas de la información y la comunicación deberían utilizarse para almacenar, organizar y movilizar el conocimiento sobre la IIA.

### Necesidad de actuar

Ya es hora de que las conclusiones y recomendaciones de una amplia gama de expertos que participaron en el taller de la IIA en Bamako en 2003 y contribuyeron a este volumen, sean tomadas en consideración y desarrolladas. La mayoría de los países tienen los conocimientos necesarios y otros requisitos previos para empezar con pequeñas actividades de «siembra» que puedan demostrar a los responsables de las políticas y a los donantes que invertir en el incremento de la IIA será una sabia decisión con grandes resultados en las agendas de la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza.

Al mismo tiempo, existen mecanismos disponibles para ayudar a los países a iniciar las actividades de la IIA. Además de las oportunidades bilaterales, así como de las multilaterales, la campaña Telefood contra el hambre de la FAO puede ser considerada para proyectos a pequeña escala (FAO, 2005a). Diversos autores han destacado la importancia de los Programas Nacionales Especiales para la Seguridad Alimentaria (PESA). A través de proyectos en más de cien países en todo el mundo, el PESA promueve soluciones eficaces y tangibles para la eliminación del hambre, la desnutrición y la pobreza (FAO, 2005b). El PESA promueve con firmeza la propiedad nacional y la capacitación local en los países en los que opera, y va en el mejor interés de los países si convierten la IIA en uno de los pilares en la labor de desarrollo agrícola nacional. Existe también otra oportunidad a través del Programa de Cooperación Técnica de la FAO, que apoya a los países miembros a través de proyectos pequeños que abordan problemas específicos en los sectores de la agricultura, la pesca y la silvicultura (FAO, 2005c).

El desarrollo exitoso de la IIA en África occidental necesitará llevarse a cabo incorporando

varios componentes a nivel local, nacional y regional. Será necesario un programa regional para apoyar los esfuerzos para el desarrollo, y de hecho se preparó una propuesta de programa sobre la integración de la gestión de los recursos hídricos continentales en los países de África occidental propensos a la sequía a través del desarrollo de la IIA, presentada al Comité para la Pesca Continental de África (CIFA) en su 11ª sesión en Abuja, Nigeria, en octubre de 2000. El Comité respaldó unánimemente este programa regional (FAO, 2001). Ha pasado algún tiempo, pero con los recientes avances de nuestro conocimiento sobre los conceptos, prácticas y potencial de la IIA, el programa propuesto ha adquirido cada vez más importancia. En el próximo capítulo se elabora con detalle, para referencia, y con la esperanza de que se pueda garantizar su financiación para su oportuna puesta en práctica.

### Referencias

- Coulibaly, D.** 2000. Étude de cas d'intégration irrigation-aquaculture (IIA) à Luenoufla (Région de Daloa) en Côte d'Ivoire. Consultancy Report, APDRA-CI. Roma, FAO.
- COFAD.** 2001. Back to basics – traditional inland fisheries management and enhancement systems in sub-Saharan Africa and their potential for development. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (gtz) GmbH. Eschborn, F.R. Germany. 203pp.
- FAO.** 2001. Report of the eleventh session of the Committee for Inland Fisheries of Africa. Abuja, Nigeria, 24–27 October 2000. *FAO Fisheries Report* 644. Accra, FAO. 53 pp.
- FAO.** 2002. Report of the 20th Session of the International Rice Commission held in Bangkok, Thailand, 23–26 July 2002. FAO, Roma. 46 pp.
- FAO.** 2005a. Acerca de la Campaña Telefood. Solidaridad en la lucha contra el hambre (disponible en [www.fao.org/getinvolved/telefood/es/](http://www.fao.org/getinvolved/telefood/es/)).
- FAO.** 2005b. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. (disponible en [www.fao.org/spfs/spfs-home/es/](http://www.fao.org/spfs/spfs-home/es/)).
- FAO.** 2005c. Programa de Cooperación Técnica. (disponible en [www.fao.org/tc/tcp/index\\_es.asp](http://www.fao.org/tc/tcp/index_es.asp)).
- FAO/ADRAO.** 2005. Report of the FAO-ADRAO Workshop on Integrated Irrigation Aquaculture, Bamako, Mali, 4–7 November 2003. Roma, FAO. 44 pp.
- Fernando, C.H. & Halwart, M.** 2000. Possibilities for the integration of fish farming

- into irrigation systems. *Fisheries Management and Ecology* 7: 45–54.
- Fernando, C.H. & Halwart, M.** 2001. Fish farming in irrigation systems: Sri Lanka and global view. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences* 6: 1–74.
- Giampietro, M.** 2003. *Multi-scale integrated analysis of agræcosystems (Advances in agræcology)*. Boca Raton (USA), CRC Press.
- Halwart, M. y Gupta, M.V.**, (eds). 2006. *Cultivo de peces en campos de arroz*. Roma, FAO y Centro Mundial de Pesca. 91 pp. (disponible en [www.fao.org/docrep/010/a0823s/a0823s00.htm](http://www.fao.org/docrep/010/a0823s/a0823s00.htm)).
- Harrison, E., Stewart, J.A., Stirrat, R.L. & Muir, J.F.** 1994. *Fish farming in Africa: What's the catch?* University of Sussex, Brighton, UK. 51 pp.
- IIRR, IDRC, FAO, NACA & ICLARM.** 2001. *Utilizing different aquatic resources for livelihoods in Asia: a resource book*. International Institute for Rural Reconstruction, International Development Research Centre, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Network of Aqua-culture Centers in Asia-Pacific and International Center for Living Aquatic Resources Management. 416 pp. (disponible en [www.iirr.org/aquatic\\_resources/](http://www.iirr.org/aquatic_resources/)).
- Lundy, M., Gottret, M.V. & Ashby, J.** 2004. Building multi-stakeholder innovation systems through learning alliances. Institutional Learning and Change (ILAC) Initiative, ILAC Brief 8. Roma, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 4 pp. (disponible en [www.cgiar-ilac.org/downloads/Brief8Proof2.pdf](http://www.cgiar-ilac.org/downloads/Brief8Proof2.pdf)).
- Kooiman, J. & Bavinck, M.** 2005. The governance perspective, pp. 11–24, En J. Kooiman, M. Bavinck, S. Jentoft and R.S.V. Pullin, eds. *Fish for life – interactive governance for fisheries*. Amsterdam, Amsterdam University Press. 427 pp.
- Moehl, J.F., Beernaerts, I., Coche, A.G., Halwart, M. & Sagua, V.O.** 2001. *Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture*. Proceedings of a Workshop held in Accra, Ghana, 20–21 September 1999. Roma, FAO. 75 pp.
- Moehl, J.F., Halwart, M. & Brummett, R.** 2005. Report of the FAO-WorldFish Center workshop on small-scale aquaculture in sub-saharan Africa: revisiting the aquaculture target group paradigm. Limbé, Cameroon, 23–26 March 2004. *CIFA Occasional Paper*. No. 25. Roma, FAO. 54 pp.
- Moriarty, pp., Fonseca, C., Smits, S. & Schouten, A.** 2005. Background paper for the symposium: Learning Alliances for scaling up innovative approaches in the water and sanitation sector. Delft, IRC International Water and Sanitation Centre. 33 pp. (disponible en [www.irc.nl/page/16676](http://www.irc.nl/page/16676)).
- Phillips, M.J., Boyd, C. & Edwards, pp.** 2001. Systems approach to aquaculture management. En R.P. Subasinghe, pp. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 239–247. Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. NACA, Bangkok and FAO, Roma.
- Prein, M.** 2002. Integration of aquaculture into crop-animal systems in Asia. *Agricultural Systems*, 71: 127–146.
- Ramsar.** 2005. Wetlands and water: supporting life, sustaining livelihoods, 9th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands, Kampala, Uganda, 8–15 November 2005 (disponible en [www.ramsar.org/cop9/cop9\\_conf\\_rpt\\_e.htm](http://www.ramsar.org/cop9/cop9_conf_rpt_e.htm)).
- Wetlands International.** 2005. The wetlands and poverty reduction project. Linking wetland conservation and poverty alleviation. Wageningen, Wetlands International (disponible en [www.wetlands.org/](http://www.wetlands.org/)).



## **PROPUESTA PARA UN PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS DE AGUAS CONTINENTALES EN PAÍSES DE ÁFRICA OCCIDENTAL PROPENSOS A LA SEQUÍA**

John Moehl<sup>a</sup>, Matthias Halwart<sup>b</sup>, Ines Beernaerts<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Oficina Regional para África de la FAO, Accra, Ghana

<sup>b</sup>Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, Roma, Italia

<sup>c</sup>Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor de la FAO, Roma, Italia

**Moehl, J., Halwart, M. & Beernaerts, I.** 2010. Propuesta para un programa de gestión integrada de recursos de aguas continentales en países de África occidental propensos a la sequía. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 187–193.

### **Resumen**

Se presenta una propuesta para un programa de gestión integral de recursos de aguas continentales que contribuirá a mejorar la seguridad alimentaria en los países de África occidental propensos a la sequía, a través del desarrollo de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA). Los principales beneficiarios del programa son los comités de gestión de riego, los pequeños campesinos dedicados al arroz de regadío, hortalizas y producción de pastos, así como los pequeños campesinos dedicados a la cría de peces, incluyendo grupos de mujeres que se ocupan del procesamiento, conservación y actividades de comercialización de productos agrícolas y pescado. Entre los objetivos específicos del programa se incluyen: (1) fortalecer las capacidades nacionales para evaluar el potencial de la IIA y mejorar sus técnicas y prácticas de producción (2) sistemas de IIA viables a nivel financiero y ecológico, aceptables a nivel sociocultural y que mejoren la productividad de las tierras y el agua, así como la eficiencia del riego, gestionadas por los agricultores/pescadores; (3) mejorar el procesamiento, conservación y comercialización de los productos agrícolas y pesqueros a través de los grupos de mujeres; (4) cooperación regional e intercambio de información sobre la investigación y el desarrollo de la IIA a través de una red de IIA. Tras un análisis de las limitaciones sectoriales, técnicas, institucionales, socioeconómicas y de postcosecha, junto al de las oportunidades para la IIA, se elaboran en detalle el marco institucional y los resultados esperados.

### **Antecedentes de la IIA**

Diversas reuniones a nivel regional e internacional han propuesto marcos para programas de gestión integrada de los recursos hídricos continentales en regiones con escasez de agua. Entre estos marcos, la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) supone una estrategia innovadora para mejorar la productividad de cada gota de agua utilizada, al tiempo que se mejora la sostenibilidad financiera de las inversiones en riego. Adoptar la IIA a través de un programa de gestión integrada de los recursos hídricos continentales (como se propone en este capítulo), contribuirá a mejorar la seguridad alimentaria en los países de África occidental propensos a la sequía.

Esta propuesta de proyecto fue planteada originalmente en la 11ª Sesión del Comité de Pesca Interior de África (CIFA) en octubre de 2000, en donde fue endorsada por las delegaciones de los países (FAO, 2001). Los países que participaban inicialmente fueron Malí, Níger, Burkina Faso y Côte d'Ivoire. Posteriormente, Senegal se unió al

grupo de IIA<sup>1</sup>. Una parte o la totalidad del territorio de los países participantes pertenecen a la zona saheliana, caracterizada por un clima tropical árido. Este área limita al norte con el desierto del Sáhara y al sur con la zona agroecológica sudanesa, con precipitaciones escasas de 100 mm y 600 mm, respectivamente. El agua constituye la principal limitación ecológica en la franja del Sahel.

La IIA ofrece una estrategia para mitigar los severos efectos de la escasez crónica de agua. Representa una verdadera integración de dos sistemas de producción agrícola, diferentes pero relacionados: el riego y la acuicultura. Al tratarse de una integración auténtica, existen sinergias tangibles, siendo el conjunto mayor que la suma de las partes.

<sup>1</sup> Se recibió una petición del Ministerio de Agricultura, Suministro de Agua rural y Seguridad Alimentaria de Senegal, para considerar este país como un proyecto de país adicional. Esta petición llevó a la evaluación y una (positiva) valoración de las oportunidades de la IIA en Senegal (Peterson *et al.*, Capítulo 8, este volumen).

En la subregión se han iniciado ensayos limitados de sistemas de IIA y en varios países conocen diferentes tecnologías. Uno de los sistemas más conocidos es la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. En el pasado se realizaron ensayos de cultivo combinado de arroz y peces, pero fueron abandonados por diversas razones (exclusión de aspectos socioeconómicos, falta de conocimientos, robos, etc). Otros modelos de integración son menos conocidos. Estos modelos se basan a menudo en tecnología indígena implementada de forma espontánea por los usuarios sin planificación y/o gestión, a menudo sin los necesarios estudios preliminares.

## **Limitaciones a la IIA**

### ***Limitaciones sectoriales***

África occidental está clasificada como área de escasez de agua y todos los países se enfrentan a graves problemas financieros y de capacidad para cubrir sus necesidades hídricas. El crecimiento demográfico en las zonas áridas implica un rápido aumento en la demanda de alimentos y la necesidad urgente de ampliar el número de zonas de riego. Sin embargo, cada vez hay menos medios financieros disponibles para establecer estas nuevas zonas por parte de los gobiernos y los donantes. Con una fuerte competencia por unos recursos financieros menguantes, se hace necesario movilizar los activos locales e incrementar la participación financiera de los beneficiarios. En este contexto, durante los últimos años los gobiernos han ido adoptando una política de transferir a los beneficiarios la gestión de las antiguas zonas de riego de propiedad pública. A menudo, por desgracia, estos nuevos gestores carecen del apoyo y de los servicios de extensión adecuados que les permitan fortalecer sus capacidades de gestión técnicas y financieras. Apenas se involucran en el diseño de los sistemas de distribución de agua, que en consecuencia, a menudo no se adaptan correctamente a las condiciones locales.

En concurrencia con el cambio en la responsabilidad operacional en muchas zonas de riego y la necesidad de ampliar la producción, las capturas de la pesca continental en la región están estancadas o en declive, agravando aún más el escaso suministro alimentario general. A pesar de que se han realizado esfuerzos para desarrollar la piscicultura en la zona del Sahel, en general han resultado insostenibles. Las principales razones de este fracaso han sido

identificadas como de naturaleza panafricana e incluyen la falta de semillas de calidad, de capital para piensos y de información, combinados con un acceso inadecuado a los mercados necesarios (FAO, 1999). Estas limitaciones generales fueron puestas de relieve y ampliadas en un reciente taller de expertos organizado en 2004 por la FAO y el Centro Mundial de Pesca (Moehl *et al.*, 2005). Se incluyen, entre otras, las siguientes:

- falta de conocimientos sobre los aspectos socioeconómicos;
- coordinación ineficaz entre la investigación y el desarrollo;
- ausencia de procesos eficaces de evaluación;

### ***Limitaciones técnicas***

Algunas limitaciones técnicas están relacionadas específicamente con el desarrollo de la IIA. Además de los omnipresentes requisitos de insumos y mercados satisfactorios, los sistemas de IIA interactúan técnicamente en beneficio de los dos sistemas. Esto requiere desarrollar estrategias para la distribución, gestión y captación de agua que se espera vayan en beneficio mutuo y no en perjuicio mutuo. La falta de una mejor comprensión y caracterización de estos modelos de IIA impide que su uso tenga una mayor difusión.

### ***Limitaciones institucionales***

En todos los países falta una estructura interdisciplinaria organizativa para armonizar las intervenciones de IIA e identificar el papel de las partes implicadas en la investigación y desarrollo de la IIA. Hasta ahora, no se ha prestado la atención adecuada a las actividades de control/evaluación y a identificar las lecciones aprendidas. Los marcos reguladores y legales requeridos de forma previa para la reforma de la tierra siguen también sin estar completos. En Malí y Côte d'Ivoire no es inusual observar una ausencia de títulos de propiedad de tierras en las zonas de riego, así como conflictos entre las prácticas de propiedad tradicionales y civiles.

### ***Limitaciones socioeconómicas***

En el contexto del desarrollo de las zonas de riego y los modelos de IIA, los problemas incluyen un acceso inadecuado a los insumos (poco acceso a las líneas de crédito, falta de insumos, etc), así como la competencia entre los diferentes sistemas agrícolas por la utilización de los insumos disponibles (subproductos y mano de obra). Los costes elevados del capital han

convertido a muchas zonas de riego en empresas muy costosas y algunos defensores de la IIA ven esto como un mecanismo de repartir los costes para establecer una firma más rentable.

### ***Limitaciones ambientales***

Entre las limitaciones ambientales, la polución del drenaje del agua de las zonas de riego debido a una aplicación incorrecta de pesticidas perjudica al reciclaje potencial de este agua mediante el desarrollo de la acuicultura aguas abajo.

### ***Limitaciones postcosecha***

En lo referente a la comercialización, puede existir competencia con la pesca y la industria pesquera de otras fuentes. Existen vías tradicionales para los productos que pueden implicar un alto grado de inequidad así como elevadas pérdidas postcosecha. Una situación similar se da en el arroz, en donde las mujeres, que son las principales responsables para el procesamiento y la comercialización, carecen de los conocimientos técnicos necesarios sobre postcosecha.

En el marco del incremento de la producción acuícola (en esencial la piscicultura), así como la promoción de cultivos de regadío, el programa buscará demostrar en forma participativa las técnicas y prácticas de IIA apropiadas destinadas a aliviar las principales limitaciones técnicas, económicas, socioculturales, institucionales y ambientales que han sido identificadas previamente.

## **Beneficiarios de la IIA**

Los principales beneficiarios del programa son los comités de gestión del riego, los pequeños campesinos involucrados en la producción de arroz, hortalizas y pastos de regadío, así como los pequeños agricultores que se dedican a la piscicultura. Los grupos objetivo incluyen a los colectivos de mujeres involucradas en actividades de procesamiento, conservación y comercialización de productos agrícolas y pescado. Los beneficiarios indirectos son los planificadores y los responsables de las decisiones, los funcionarios e investigadores de las instituciones nacionales de investigación y desarrollo, los trabajadores de extensión y de los organismos locales de apoyo, los administradores del sector público y la sociedad civil (ONGs) y las asociaciones de campesinos (asociaciones de piscicultores, cooperativas de productores de arroz, etc).

## **Oportunidades de la IIA**

Las misiones recientes llevadas a cabo por la FAO han puesto de relieve importantes oportunidades para el desarrollo de la IIA en la subregión. Entre estas se incluyen:

- Recursos de tierras y agua sin explotar potencialmente importantes y la gran demanda de zonas de riego que queda insatisfecha debido a sus elevados costes.
- La prioridad alta que dan los gobiernos a las cuestiones de seguridad alimentaria.
- Las normativas actuales para la transferencia de las responsabilidades de gestión de las zonas de riego a los beneficiarios, junto con la adopción por los servicios de apoyo de enfoques al desarrollo participativos y que tienen en cuenta el género.
- Las normas para la diversificación que están siendo adoptadas por los gobiernos, que están mejor adaptadas al nuevo entorno económico y que ofrecen más posibilidades a los pequeños campesinos para elegir empresas para un desarrollo óptimo de los sitios de riego.
- La tradición existente de practicar el riego (campesinos que tienen la capacidad técnica necesaria para producir cultivos de regadío como el arroz y las hortalizas) combinada con la alta motivación de los productores (comunidades rurales y sector empresarial privado) y el interés de los donantes en el desarrollo del sector.
- Concienciación de los funcionarios gubernamentales sobre la disminución de la producción pesquera.
- El establecimiento de medidas legales, como las de Côte d'Ivoire, que asignan para la acuicultura zonas específicas situadas aguas arriba de las zonas de riego.
- Buenos mercados locales para el arroz y el pescado, así como unas buenas perspectivas para la creación de mercados regionales.

Los ensayos llevados a cabo por la FAO en países de Asia han demostrado que la piscicultura en terrenos de regadío incrementa considerablemente la producción de pescado. La región de África occidental tiene todavía un potencial infrautilizado, como se demuestra a continuación:

- La zona tiene un potencial importante en recursos de tierras y agua. El potencial total de superficie hídrica se calcula en más de 97 000 millones de m<sup>3</sup>, mientras que

el potencial total de aguas subterráneas se estima en más de 3 billones de m<sup>3</sup>.

- El potencial de riego comprende un área de entre 3,3 y 5,1 millones de ha, mientras que la zona regada total es de aproximadamente 0,33 millones ha, es decir, una décima parte del potencial de riego. Si se considera solamente la zona destinada al riego de superficie, habría un potencial de:
  - o 117 000 ha de zonas de riego de superficie adecuadas para el desarrollo de la IIA (p. ej. cultivo combinado de arroz y peces, piscicultura en canales);
  - o 153 000 ha de zonas de control «completo» adecuadas para el desarrollo de la IIA (excluidos los estanques piscícolas);
  - o 66 000 ha de valles interiores adecuadas para el desarrollo de la IIA (excluyendo los pequeños embalses para la pesca de 0,3 a 1 ha asociados con parcelas cultivadas en zonas de aguas abajo y en las laderas.

Por tanto, existe un entorno favorable y un potencial real para incrementar la producción agrícola y acuícola en África occidental a través de la promoción de sistemas sostenibles de integración de sistemas de irrigación y acuicultura.

### **La FAO y su experiencia técnica en IIA**

La consulta de expertos del Estudio Internacional sobre Investigación en Pesca y Acuicultura (SIFR, por sus siglas en inglés) en 1992 (FAO, 1993) identificó nueve programas de investigación para la promoción de la acuicultura en África subsahariana. Entre estos programas, la integración de la acuicultura en zonas de riego estaba considerada como un medio rápido de incrementar la producción pesquera en la región.

Además, durante su reunión de 1997, el subcomité para la Protección y el Desarrollo de las Pesquerías Interiores en la Zona del Sahel recomendó (FAO, 2000):

- la creación de una red interregional para el intercambio de información y evitar la duplicación de esfuerzos;
- el desarrollo de la acuicultura basado en una mejor gestión y un mayor rendimiento de las «cuencas» de riego por medio técnicas mejoradas de poblamiento y postcosecha de peces;
- que la FAO actúe como facilitador para la creación de redes y el intercambio de información a nivel regional.

## **PROPUESTA DE IIA**

### **Marco institucional**

Las disposiciones institucionales de la intervención propuesta, tendrán un enfoque de dos niveles.

El primer nivel consiste en un núcleo de cinco países (Malí, Níger, Côte d'Ivoire, Burkina Faso y Senegal) que se dedicará activamente a la investigación y desarrollo de la IIA (demostraciones). Cada país establecerá una red nacional para garantizar la libre circulación de información y técnicas, coordinada por una institución guía designada. La red nacional estará formada por instituciones de riego y pesca, asociaciones de pescadores, comités de gestión del riego, instituciones de investigación y/o formación, instituciones de protección del medio ambiente, ONGs, empresas consultoras y otros beneficiarios. Las actividades de desarrollo de la IIA que se demostrarán en cada uno de los países estarán coordinadas por un Coordinador Nacional con la ayuda de un equipo multidisciplinario.

Posteriormente, las redes nacionales estarán conectadas a una red subregional con el ADRAO (el Centro Africano del Arroz, Conakry, Guinea) como posible coordinador regional. Este marco operativo permitirá al programa tener enlaces importantes con las redes de investigación regional que están ya alojadas en el ADRAO, como el Consorcio del Inland Valley (IVC) y la Red Regional de Investigación del Arroz.

El segundo nivel se pondrá en acción cuando las tecnologías de la IIA estén demostradas y la red subregional esté puesta a punto. Este nivel incluirá países u otras partes interesadas de la región no incluidas en el núcleo y que deseen participar en la red.

### **Temas relacionados**

El programa ofrecerá posibilidades para la cooperación universitaria en la gestión integrada de recursos hídricos. Esto facilitará el desarrollo de los proyectos nacionales de investigación y desarrollo.

En el contexto de fortalecer las capacidades nacionales y establecer un programa regional para la formación de instructores nacionales en IIA, se reclutará a un experto en Cooperación Técnica entre Países en Desarrollo (TCDC) en Asia.

### **Enlaces con los socios y los programas existentes**

El programa ampliará una red regional basada en las redes regionales existentes: el Consorcio del Inland Valley (IVC); la Asociación Regional para el Riego y el Drenaje, ARRD; el Programa ecoregional para los trópicos húmedos y semihúmedos de África subsahariana (EPHTA) y creará sinergias con las instituciones de investigación pertenecientes al Grupo CGIAR (ADRAO; el Instituto Internacional para la Agricultura Tropical – IIAT y el Centro Mundial de Pesca para evitar la duplicidad de esfuerzos, promover la complementariedad y maximizar la utilización de recursos. Se beneficiaría de las lecciones aprendidas en el pasado y de los programas y proyectos en marcha (ALCOM, IIA/FIDA, programas nacionales del PESA, etc.).

### **Relaciones con el PESA**

El programa reforzaría la integración de los componentes de «control del agua» y «diversificación» del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) por medio de la introducción de las actividades de IIA en sitios piloto en todos los países participantes. Los sitios de demostración del PESA se utilizarían para la promoción de técnicas y prácticas mejoradas de la IIA o la transferencia de técnicas y prácticas nuevas adaptadas a la IIA. Ofrecería también oportunidades para analizar las limitaciones de la IIA a través de los comités de dirección y los comités de vigilancia del PESA a nivel nacional, regional y local.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

El programa de gestión de recursos de aguas continentales contribuirá a la mejora de la seguridad alimentaria en países propensos a la sequía de África occidental, en particular Malí, Níger, Burkina Faso y Côte d'Ivoire.

Indicadores: Aumento del 25 por ciento en la producción agrícola y pesquera por medio de los sistemas integrados de riego y acuicultura; reducción del 20 por ciento de las pérdidas postcosecha, tanto del pescado como de los cultivos de regadío (arroz y hortalizas); e incremento del 20 por ciento de la renta global de los socios de colectivos de mujeres responsables del procesamiento, conservación y comercialización de productos agrícolas y pescado.

### **Objetivos específicos**

El programa tiene los siguientes objetivos específicos:

- OE1 Fortalecimiento de las capacidades nacionales para evaluar el potencial de la IIA y mejorar las técnicas y prácticas de producción de la IIA al final del segundo año.
- OE2 Establecimiento de sistemas integrados de riego y acuicultura, viables económica y ecológicamente, aceptables socioculturalmente, mejorando la productividad de las tierras y del agua así como la eficacia del riego, gestionada por los campesinos/pescadores al final del quinto año.
- OE3 Mejora del procesamiento, conservación y comercialización de los productos agrícolas y pesqueros a través de grupos de mujeres al final del quinto año.
- OE4 Al final del quinto año, cooperación regional, reforzamiento del intercambio de información y técnicas sobre investigación y desarrollo de IIA a través de una red funcional de IIA.

## **Resultados esperados**

La lista de resultados esperados para cada uno de los objetivos específicos es la siguiente:

Para OE1 (fortalecimiento de las capacidades nacionales para evaluar el potencial de la IIA y mejorar las técnicas y prácticas de producción de la IIA al final del segundo año):

Fortalecimiento de la capacidad nacional para evaluar el potencial de la IIA

- R1.1 20 estadísticos nacionales (5 por país) formados para reunir información estadística sobre el riego y la pesca continental.
- R1.2 Una oficina regional de análisis y representación estadística operativa (GIS).
- R1.3 Producción de mapas nacionales y regionales de la IIA.

Estos mapas permitirán la caracterización del potencial físico de la IIA para promover la transferencia regional de tecnologías apropiadas de la IIA y sensibilizar a quienes toman las decisiones sobre la contribución potencial de la IIA al incremento la producción agrícola y acuícola.

Fortalecimiento de la capacidad nacional para mejorar las técnicas y prácticas de producción de la IIA.

- R1.4 12 especialistas en IIA del sector público y de la sociedad civil (ONG) completaron programas de becas a largo plazo y regresaron para ayudar en el programa.
- R1.5 Un plan de estudios de formación en IIA llevado a cabo durante un taller regional (el desarrollo del programa de formación implica la preparación de módulos de formación de cada modelo de IIA).
- R1.6 20 instructores nacionales (5 por país) de nivel de trabajadores técnicos/de extensión formados a nivel regional de forma participativa en tecnologías de IIA.

Para OE2: (Establecimiento de sistemas integrados de riego y acuicultura, viables económica y ecológicamente, aceptables socioculturalmente, mejorando la productividad de las tierras y del agua así como la eficacia del riego, gestionada por los campesinos/pescadores al final del quinto año):

Técnicas y prácticas de modelos de IIA local existentes mejorados y nuevas técnicas y prácticas de IIA de modelos de IIA introducidos, adaptados.

- R2.1 Un informe de inventario elaborado sobre modelos locales de IIA así como sobre estudios de investigación de IIA realizados en la subregión.
- R2.2 Estudios de viabilidad multidisciplinar (técnica, financiera y económica, sociocultural, medioambiental y sanitaria) realizados para los modelos de IIA seleccionados (para promocionar en la subregión).
- R2.3 Un Plan Maestro de Investigación elaborado, que permita la formulación e implementación de programas de investigación nacional por país y un programa de investigación regional con las instituciones de investigación del grupo del CGIAR (el plan maestro de investigación está basado en las limitaciones de la IIA identificadas a nivel nacional de forma participativa. Incluirá la identificación de indicadores clave para el proceso de seguimiento y evaluación).
- R2.4 Protocolos de demostración elaborados para los modelos de IIA seleccionados.

Técnicas y prácticas de IIA mejoradas de modelos locales y técnicas y prácticas nuevas de IIA

adaptadas de modelos introducidos (producción) demostrados.

- R2.5 40 sitios de demostración, que cubran un área total de al menos 400 ha desarrolladas para el control del agua mejorado con la participación de los beneficiarios.
- R2.6 40 Asociaciones de usuarios del agua (10 por país) establecidas/reforzadas para el desarrollo y la gestión de estructuras de control del agua.
- R2.7 1 200 campesinos/pescadores formados de forma participativa en la gestión técnica y financiera de sistemas de integración de sistemas de irrigación y acuicultura (incluida la gestión del agua).
- R2.8 Técnicas y prácticas de producción de IIA de nueva adaptación y mejoradas demostradas en los 40 sitios.

Para OE3: Mejora del procesado, conservación y comercialización de los productos agrícolas y pesqueros a través de grupos de mujeres al final del quinto año;

- R3.1 Un estudio de mercado de productos relacionados con la IIA (análisis de limitaciones y oportunidades) llevado a cabo por cada zona de producción.
- R3.2 40 grupos de mujeres (10 por país) establecidos/reforzados y organizados. La organización de grupos de mujeres tendrá como objetivo garantizar el acceso y control sobre el equipamiento postcosecha, crédito, etc.
- R3.3 Los miembros de los 40 grupos de mujeres están formados en técnicas y prácticas postcosecha, así como en autogestión.
- R3.4 Las técnicas y prácticas mejoradas de procesado, conservación y comercialización son demostradas a los 40 grupos de mujeres.
- R3.5 Instalación o mejora de infraestructuras y estructuras de los mercados locales.

Para OE4: Al final del quinto año, cooperación regional, reforzamiento del intercambio de información y técnicas sobre investigación y desarrollo de IIA a través de una red funcional de IIA;

- R4.1 La oficina de coordinación regional establecida y operativa.
- R4.2 4 Unidades de coordinación nacional establecidas y operativas.
- R4.3 Un comité de dirección multidisciplinar establecido y operativo.

- R4.4 Realización de un taller panafricano «Estudio de Experiencias Nacionales de IIA». Este taller permitirá que nuevas partes interesadas participen en la red.
- R4.5 Herramientas de comunicación de IIA desarrolladas (boletín de enlace trimestral, video cassette sobre tecnologías de IIA demostradas en la subregión, DMA, etc.).
- R4.6 Viajes de estudio organizados para 10 trabajadores formados en extensión.

### Referencias

- FAO.** 1993. CIFA Report Of the second session of the Working Party on Aquaculture. Harare, Zimbabwe, 13–17 September 1993. *FAO Fisheries Report* 489. Roma, FAO. 31 pp.
- FAO.** 1999. Africa regional aquaculture review. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 22–24 September 1999. *CIFA Occasional Paper* 24. Accra, FAO. 50 pp.
- FAO.** 2000. Report of the seventh session of the Sub-Committee for the Protection and Development of the Fisheries in the Sahelian Zone. Ouagadougou, Burkina Faso, 3–6 July 2000. *FAO Fisheries Report* 635. Accra, FAO. 30 pp.
- FAO.** 2001. Report of the eleventh session of the Committee for Inland Fisheries of Africa. Abuja, Nigeria, 24–27 October 2000. *FAO Fisheries Report* 644. Accra, FAO. 53 pp.
- Moehl, J.F., Halwart, M. & Brummett, R.** 2005. Report of the FAO-World Fish Center workshop on small-scale aquaculture in sub-Saharan Africa: revisiting the aquaculture target group paradigm. Limbé, Cameroon, 23–26 March 2004. *CIFA Occasional Paper* 25. Roma, FAO. 54 pp.

Este volumen contiene documentos de contexto y ponencias presentadas en el Taller FAO-ADRAO sobre Integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) celebrado en Bamako, Malí, del 4 al 7 de noviembre de 2003, así como las conclusiones de las misiones de expertos de la FAO sobre la IIA en la región de África occidental.

El fundamento del desarrollo de la IIA se basa su potencial para incrementar la productividad de unos recursos de agua dulce escasos con el objetivo de mejorar los medios de subsistencia y reducir la presión sobre los recursos naturales, lo que tiene particular importancia en los países propensos a la sequía de África occidental donde la escasez de agua, la seguridad alimentaria y la degradación medioambiental son cuestiones prioritarias para los responsables políticos.

Los sistemas irrigados, llanuras anegables y los fondos de los valles interiores se han identificado como los tres principales ambientes objetivo para la IIA en África occidental. Se ofrecen numerosos ejemplos de las prácticas y limitaciones presentes y del potencial para el desarrollo de la IIA. También se repasan los conceptos de los análisis económicos de la IIA y se ofrece una visión general de los institutos y redes de investigación a nivel regional e internacional y sus mandatos en relación a la IIA. Los factores clave para la adaptación con éxito de la IIA –la participación de las partes interesadas y el apoyo para el desarrollo local, un enfoque integral y multisectorial de la IIA y una mejor gestión y red de contactos en relación a los conocimientos– indican el camino a seguir y se recogen en una propuesta para el desarrollo de la IIA en África occidental.

ISBN 978-92-5-305491-6



9 789253 054916

A0444S/1/08.10