

Bioenergía y seguridad alimentaria "BEFS"

El análisis de BEFS para el Perú



Compendio técnico Volumen I Resultados y conclusiones







Bioenergía y seguridad alimentaria "BEFS"

El análisis de BEFS para el Perú

Compendio técnico

Volumen I

Resultados y conclusiones

Editado por: Erika Felix y Cadmo Rosell



Proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación



Las conclusiones presentadas en este reporte son consideradas apropiadas en relación al período de preparación del mismo. Estas pueden ser modificadas o alteradas en base a nuevos conocimientos obtenidos en fases posteriores del proyecto.

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.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.

ISBN 978-92-5-306628-5

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial o total 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 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 Rome, Italy
o por correo electrónico a:
copyright@fao.org

© FAO 2010

PRÓLOGO

Bioenergía, y especialmente los biocombustibles, han sido promovidos como un medio para fortalecer la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir los efectos de las emisiones de gases de invernadero. En principio, el desarrollo de la bioenergía ofrece muchos beneficios pero estos deben ser balanceados con los impactos sobre la seguridad alimentaria y el ambiente. Por un lado ha habido urgencia por parte de muchos gobiernos para desarrollar alternativas a los combustibles fósiles, pero esto a menudo ha sido hecho con una cierta falta de comprensión del costo total y los beneficios de la bioenergía. En este contexto, la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), con la contribución del Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección al Consumidor de la República Federal de Alemania, ha ejecutado el proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) a fin de evaluar cómo el desarrollo de la bioenergía puede ser implementado sin poner en peligro la seguridad alimentaria.

El proyecto BEFS tiene características únicas y, en muchos aspectos, se adelanta en el tiempo. Por lo general los proyectos enfocan en un solo tema, pero BEFS busca el enfoque del problema de la seguridad alimentaria en una forma integrada. El proyecto entendió que la promoción de la seguridad alimentaria por medio de la bioenergía o de cualquier otro instrumento no puede ser hecho de forma unidimensional. Al contrario, es necesario equilibrar los numerosos elementos que tienen un efecto directo sobre la bioenergía y la seguridad alimentaria y considerarlos en forma conjunta para llegar a un grupo de consideraciones que reflejen en mejor forma la realidad y puedan apoyar las líneas políticas de manera significativa. El proyecto desarrolló un marco de análisis que comprende una evaluación global del desarrollo de la bioenergía y la seguridad alimentaria. Este marco analítico ha sido implementado en Perú, Tailandia y Tanzania.

El análisis presentado en este documento describe la implementación del Marco Analítico BEFS en Perú. El análisis proporciona una puerta de entrada a los temas que conciernen bioenergía y seguridad alimentaria. Los resultados que surgen del análisis no deberían ser considerados como definitivos sino que proporcionan indicaciones sólidas para identificar prioridades políticas. Como parte de las actividades del proyecto se capacitó personal nacional en el uso de las herramientas de BEFS de modo que el análisis pueda ser repetido y extendido para reflejar las políticas prevalentes y también para apoyar ajustes a esas políticas a medida que evoluciona el sector de la bioenergía.



Roberto Cuevas García
Representante de la FAO en Perú



Heiner Thofern
Coordinador del proyecto BEFS FAO en Roma

AGRADECIMIENTOS

Dado el carácter multidisciplinario de los temas sobre bioenergía y seguridad alimentaria este trabajo no hubiera sido posible sin la contribución de un gran número de personas, provenientes de diferentes instituciones, agencias y ONG. Si bien la lista de colaboradores del proyecto es larga, no es posible dejar sin mencionar el apoyo fundamental que brindaron el Dr. Heiner Thofern y el Dr. Roberto Cuevas. Asimismo, se reconoce la valiosa contribución de los expertos del equipo nacional BEFS Perú en la preparación de este documento: Víctor Barrena, Marianella Crispín, Jaime Fernández-Baca, Henry García, Jaime Gianella, Ana Cecilia Gutiérrez, Salomón Helfgott, Cayo Ramos Taipe, Alfredo Rivera, Silvana Vargas y el Laboratorio de Telemetría de la Universidad Nacional de la Molina Juan Carlos Ocaña, Roxana Guillén, Ethel Rubín de Celis..

La contribución de los varios entes peruanos, gobierno, instituciones públicas y privadas, instituciones académicas e individuos, quienes suministraron información necesaria para la realización de los estudios técnicos, retroalimentaron la elaboración de los reportes técnicos y de política y participaron activamente en el dialogo auspiciado por el proyecto. También hacemos un reconocimiento al Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de la Producción y el Instituto Nacional de Estadística e Informática por su valiosa participación durante la realización del proyecto. Asimismo, agradecemos la participación de la comunidad peruana en los seminarios técnicos realizados por el proyecto en Lima Perú durante los meses de febrero y abril 2010, así como la consulta nacional realizada en Lima en mayo de 2010.

Por último un sincero agradecimiento al personal de las Oficinas de FAO, en el Perú y en la Sede de Roma, por la asistencia técnica brindada para la realización del proyecto, a través de Manuel Villavicencio, Erika Felix, Yasmeeen Khwaja, Irini Maltsoylou, Mirella Salvatore, David Dawe, Miguel Trossero, Fernando Chanduví, Peter Wobst, Carlos Ariel Cardona Alzate, Luca Tasciotti, Noelia Flores, Mario Bloise, Michela Marinelli, Jazmine Casafranca, Alberto García, así como a David Laborde y Perrihan Al-Riffai del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). También, expresamos nuestra gratitud a Stephanie Vertecchie, Antonella Pallaoro, Paola Correa, Walter Coronado y Ursula Moscoso por su apoyo administrativo para la realización de este reporte. Fredy Salazar y Ligia Calderón por su asistencia en aspectos de comunicación y disseminación.

Los estudios de este reporte fueron realizados bajo el marco del Proyecto de Bioenergía y Seguridad Alimentaria (GCP/INT/020/GER), con la financiación del Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección del Consumidor (BMELV) de Alemania.

ÍNDICE

1	1. INTRODUCCIÓN
5	2. PERSPECTIVAS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA EL PERÚ
5	2.1 INTRODUCCIÓN
7	2.2 PERSPECTIVAS - PERÚ
10	2.3 PERÚ: PRINCIPALES RESULTADOS
15	2.4 SITUACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE LÍQUIDOS EN PERÚ
20	2.5 CONCLUSIONES
25	3. APTITUD DE TIERRAS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN PERÚ
25	3.1 RESUMEN
26	3.2 INTRODUCCIÓN
27	3.3 AGRONOMÍA DE PERÚ
31	3.4 LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE TIERRAS (EAT): LA METODOLOGÍA
33	3.5 RESULTADOS
43	3.6 PRINCIPALES PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA AGRICULTURA EN PERÚ

53	4. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS BIOENERGÉTICOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DEL SISTEMA CHIRA
53	4.1 RESUMEN
54	4.2 INTRODUCCIÓN
60	4.3 MODELAMIENTO HIDROLÓGICO
61	4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
67	4.5 ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
68	4.6 CONCLUSIONES
71	5. ANÁLISIS DE RECURSOS BIOMÁSICOS LEÑOSOS Y DE RESIDUOS PARA USO COMBUSTIBLE
71	5.1. RESUMEN
72	5.2. INTRODUCCIÓN
82	5.3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA: MAPEO DE OFERTA Y DEMANDA INTEGRADA DE DENDROCOMBUSTIBLES
84	5.4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES
97	6. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN PERÚ: UNA DIMENSIÓN SOCIAL
97	6.1 RESUMEN
98	6.2 INTRODUCCIÓN
101	6.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS
103	6.4 RESULTADOS
115	6.5 CONCLUSIONES

117	7. RESUMEN SOBRE LOS EFECTOS DEL DESARROLLO DE BIOCOMBUSTIBLES SOBRE LA ECONOMÍA NACIONAL
117	7.1 RESUMEN
119	8. ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL HOGAR EN PERÚ
119	8.1 RESUMEN
120	8.2 INTRODUCCIÓN
121	8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA
123	8.4 IMPACTO SOBRE EL BIENESTAR FAMILIAR: ANTECEDENTES METODOLÓGICOS
124	8.5 RESULTADOS
134	8.6 RECIENTES MOVIMIENTOS DE PRECIOS DE ALIMENTOS BÁSICO EN PERÚ
137	8.7 CONCLUSIONES

La principal preocupación de los países en desarrollo relacionada con la evolución de los sectores de la bioenergía es el impacto potencial que puedan tener sobre la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y el desarrollo rural. En el Perú, a pesar de que la agricultura contribuye sólo con el ocho por ciento del producto bruto interno (PBI), es un sector crítico para la reducción de la pobreza ya que una parte importante de la población depende de este sector como su medio de vida, ingresos y seguridad alimentaria. Por tal motivo, es necesario que el desarrollo actual y futuro de la bioenergía y cómo este desarrollo puede positiva o negativamente afectar a la seguridad alimentaria, se analicen en forma integrada para poder, *a priori*, identificar los potenciales beneficios y riesgos que pueda presentar para el país. Las conexiones entre la seguridad alimentaria y la producción de la bioenergía están definidas, en parte, en competencia con las demandas sobre los recursos naturales tales como la tierra productiva, el agua y el potencial de la biomasa de los residuos forestales y agrícolas para uso combustible. Esto es importante ya que las poblaciones de menores recursos son las que dependen de sus tierras, bosques y recursos hídricos para su seguridad alimentaria. Para el desarrollo del sector bioenergético también se debe considerar si y cómo los pequeños productores agrícolas pueden desempeñar un papel importante en este nuevo sector. Asimismo, los efectos socioeconómicos de este nuevo sector, a nivel macro y micro, deben ser debidamente considerados ya que tienen implicancias importantes en el desarrollo económico del país, la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza.

El Proyecto FAO *Bioenergía y Seguridad Alimentaria* (GCP/PER/020/GER) ha diseñado un marco analítico que incorpora metodologías claras y reproducibles para evaluar el potencial de la bioenergía en un marco global centrado en la seguridad alimentaria. Estas herramientas metodológicas permiten evaluar aspectos técnicos para establecer las conexiones entre la seguridad alimentaria y la bioenergía. Esto contribuye a identificar la forma en que se puede realizar un modelo que se incorpora a las estrategias de desarrollo y de reducción de la pobreza y mantiene como primordiales las necesidades alimentarias de personas vulnerables. Este marco analítico ha sido contextualizado en el Perú en base a cuestiones ecofisiográficas, técnicas y socioeconómicas relevantes para la agricultura y la bioenergía en el país (Figura 1.1). Las herramientas en su conjunto ofrecen un enfoque integral y sistémico para apoyar los procesos de creación de políticas y toma de decisiones en base a la participación de los múltiples sectores y actores peruanos involucrados.



Figura 1.1

Marco Analítico BEFS Perú

El uso de las herramientas de gestión analítica y de conocimiento del proyecto BEFS proporcionará una guía técnica necesaria para asegurar que el desarrollo rural, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria sean el elemento central para el desarrollo de políticas de bioenergía. Las herramientas de BEFS proveen también una plataforma para apoyar los procesos de diálogo que son necesarios para el desarrollo de cualquier política.

El marco del proyecto tiene como meta la institucionalización de las herramientas de análisis BEFS en los diversos sectores para garantizar que la seguridad alimentaria sea considerada en el marco del desarrollo de las políticas nacionales de bioenergía. Uno de los objetivos es el fortalecimiento de la capacidad del país en la gestión de la bioenergía y seguridad alimentaria a través del uso de las herramientas BEFS.

En primer lugar cabe enfatizar que en el caso del Perú la aplicación de las herramientas de análisis del proyecto BEFS ha sido realizada en su mayoría por especialistas peruanos. Esto ha permitido en una primera instancia iniciar el desarrollo de la capacidad nacional sobre el conocimiento y uso de las herramientas, lo cual es de suma importancia ya que de esta forma el conocimiento queda en el país para dar continuidad y apoyo en el uso de las herramientas.

El proyecto está realizando la transferencia de herramientas a través de sesiones específicas de capacitación y la entrega de materiales electrónicos y bases de datos asociadas con el uso de las herramientas. Posteriormente, dichas herramientas de análisis estarán a disposición de las instituciones peruanas para su adecuación, expansión y aplicación a otros casos pertinentes para responder a las necesidades del país.

El objetivo principal del reporte Compendio Técnico titulado *Bioenergía y Seguridad Alimentaria: Aplicación del Análisis de BEFS en Perú* es demostrar como la utilización, a través del uso de estas herramientas, puede retroalimentar y guiar la planificación de

políticas bioenergéticas para definir modelos de gestión en los cuales se base la optimización de los beneficios y la minimización de los riesgos que este desarrollo conlleve. Los análisis técnicos presentados en este reporte deben ser vistos desde una óptica de análisis de entrada o base y, sobre todo, demostrativo de las herramientas del análisis.

El Compendio Técnico incluye dos volúmenes. En el Volumen I titulado *Bioenergía y Seguridad Alimentaria: Aplicación del Análisis de BEFS en Perú: Resultados y Conclusiones* se describen los resultados técnicos obtenidos por cada estudio temático. En el Volumen II titulado *Bioenergía y Seguridad Alimentaria: Aplicación del Análisis de BEFS en Perú: Metodología* se detallan las herramientas o metodologías utilizadas en cada estudio.

El Volumen I del Compendio Técnico tiene como objetivo resumir los resultados y las conclusiones técnicas de cada uno de los análisis. Este compendio no requiere una amplia base de conocimientos técnicos y está enfocado a una audiencia general.

El Volumen II del Compendio Técnico tiene como objetivo presentar a nivel más profundo los detalles metodológicos y está diseñado para una audiencia de expertos técnicos.

Ambos reportes están organizados en ocho Capítulos de acuerdo a áreas temáticas de estudio. El Capítulo II está relacionado con una investigación sobre las perspectivas del desarrollo de la agricultura en el Perú y se basa en el estudio que realizan la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico¹ y la FAO a nivel mundial. El Capítulo III presenta el estudio sobre la identificación y la localización de áreas aptas para la producción de cultivos de bioenergía bajo diferentes sistemas de producción agrícola y niveles de utilización de insumos; para ello se utilizó una metodología basada en Zonificación Agro Ecológica. En el Capítulo IV se demuestra la aplicación de la metodología del sistema de evaluación y planificación de recursos hídricos, WEAP² para investigar los efectos que un incremento de la producción de cultivos bioenergéticos puede tener sobre la disponibilidad de recursos hídricos. El Capítulo V detalla la investigación sobre recursos de biomasa a partir de residuos para uso combustible, donde se aplicó la metodología de Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles, WISDOM³. El Capítulo VI investiga los costos de producción de biocombustibles en el Perú en base a una dimensión social y se basa en la aplicación de Ingeniería de Procesos para análisis medioambientales y tecno-económicos en biocombustibles, PENTA⁴. El Capítulo VII presenta un resumen de las características sobre los efectos del desarrollo de Biocombustibles sobre la Economía Nacional utilizando un modelo de equilibrio general computado. El Capítulo VIII presenta la evaluación del impacto a nivel de hogares que puede generar los cambios de precios de los alimentos en base a un análisis a nivel de hogar.

1 OECD Organization for Economic Co-operation and Development

2 WEAP Water Evaluation and Planning

3 WISDOM Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping

4 PENTA Process Engineering For Environment and Techno-Economical Analysis: an Application to Biofuels

PERSPECTIVAS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA EL PERÚ

Equipo de COSIMO FAO en Roma

2.1 INTRODUCCIÓN

Los mercados agrícolas reaccionan continuamente a los cambios en el abastecimiento y la demanda. Con el creciente interés mundial en el desarrollo de biocombustibles líquidos es esencial comprender en forma cabal los posibles impactos que los mismos pueden causar en los mercados de productos agrícolas. Es necesario hacer una *perspectiva* sobre las futuras condiciones del abastecimiento y la demanda que se pudieran materializar en respuesta al desarrollo de los biocombustibles líquidos para apoyar el proceso de toma de decisiones. Esto puede proporcionar importantes informaciones a quienes diseñan las líneas políticas para entender como la demanda de biocombustibles líquidos podría tener impacto con el correr del tiempo sobre la disponibilidad-abastecimiento de productos agrícolas⁵. El objetivo de este documento es presentar una *Perspectiva Agrícola y los Mercados de Biocombustible en Perú* para los próximos 10 años.

Es importante comprender como podrían evolucionar los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos bajo el conjunto de condiciones macroeconómicas y políticas gubernamentales actuales. En estos momentos, la política peruana de biocombustibles líquidos establece normas para la mezcla de etanol y biodiesel. Las autorizaciones para mezclar 7,8 por ciento de alcohol en la gasolina deberían entrar en funciones en 2010; en 2009 comenzó para el dos por ciento de mezcla en el biodiesel y será incrementada a cinco por ciento al inicio de 2011. Estas normas sobre las mezclas tendrán impactos sobre la disponibilidad-abastecimiento de algunos productos agrícolas del país. Más aun, la producción de biocombustibles líquidos y las autorizaciones para su mezcla o consumo en otros países han ya ofrecido indicaciones sobre una fuerte correlación entre los mercados energéticos, principalmente el petróleo, y los mercados agrícolas. Los precios de los alimentos de origen agrícola usados para producir biocombustibles líquidos están ahora ligados a los movimientos de los precios del petróleo. Incluso en un país en el que no existen políticas gubernamentales para intervenir en los mercados de los combustibles, la producción interna de biocombustibles líquidos podría continuar siendo vulnerable al movimiento de

5 Abastecimiento-disponibilidad de productos agrícolas se refiere a proyecciones a largo plazo para los mercados agrícolas de las existencias iniciales, producción, importaciones, consumo, exportaciones y existencias finales y las condiciones de equilibrio que regulan el mercado (p.ej., existencias iniciales + producción + importaciones = consumo + exportaciones + existencias finales).



los precios mundiales del petróleo y a las consecuencias de sus impactos en los precios mundiales de los productos agrícolas. Del mismo modo, las políticas de biocombustibles líquidos de otros países también podrían cambiar, lo cual, a su vez, podría alterar significativamente la producción mundial de biocombustibles líquidos e influenciar los precios de los productos agrícolas.

No existen muchas proyecciones a largo plazo, imparciales y disponibles para el público, de los mercados agrícolas que sean consistentes entre los distintos países⁶. Sin embargo, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) conjuntamente con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), preparan anualmente una proyección de 10 años de duración para los mercados nacionales y mundiales, llamada *Perspectivas Agrícolas* OECD-FAO. Estas *perspectivas* presentan proyecciones para producción, utilización (p. ej., consumo en la forma de alimentos, raciones, combustibles o fibras), importaciones, exportaciones, existencias y precios para los principales productos agrícolas y biocombustibles líquidos de los países que tienen influencia sobre los mercados agrícolas mundiales⁷.

Las *Perspectivas* son una herramienta genérica que puede informar sobre distintos desafíos u oportunidades en los mercados agrícolas. Proporcionan una visión de cómo podrían evolucionar en el tiempo los mercados agrícolas con respecto a un conjunto de condiciones macroeconómicas⁸, tendencias y políticas agrícolas actuales empleadas en los países que tienen influencia sobre los mercados mundiales. El modelo en las *Perspectivas* que sirve como punto de partida, es usado para realizar análisis políticos y de mercados para determinar los impactos sobre los mercados agrícolas. El modelo AGLINK-COSIMO y *Perspectivas* ofrecen una cobertura general de los mercados de productos agrícolas por países o regiones y sus respectivas políticas agrícolas. Este es una valiosa herramienta para analizar los mercados agrícolas de Perú en los próximos 10 años. La última *Perspectiva* disponible contiene proyecciones para los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos para el período 2009-2018.

OECD-FAO usan un modelo de simulación parcial de equilibrio llamado AGLINK-COSIMO para preparar las proyecciones de los mercados agrícolas nacionales y globales en las *Perspectivas*. El programa AGLINK-COSIMO está gobernado por elasticidades, parámetros técnicos y variables políticas. Todos los principales sectores agrícolas, incluyendo el sector de los biocombustibles líquidos, están conectados e integrados dentro del modelo de modo que todas las características principales de los sectores de

6 Muchos países presentan pronósticos sobre los mercados de productos agrícolas, pero esos pronósticos son preparados según sus propias perspectivas del mundo y no son necesariamente revisados por su consistencia.

7 Para mayores informaciones relacionadas con los productos agrícolas y la representación de los países dentro de la *Perspectivas Agrícolas* OECD-FAO, ver en línea: www.oecd.org/publishing/corrigenda.

8 Suposiciones macroeconómicas para tasas de crecimiento del PBI, inflación, tasas de interés, población y precios del petróleo son tomadas de estimaciones de OECD, Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial.

cultivos y ganadería influyen en el equilibrio final. El modelo AGLINK-COSIMO y las proyecciones de *Perspectivas* son revisados por los países miembros de OECD y FAO para asegurar su consistencia y precisión.

Este documento comienza con una discusión de la metodología para analizar e informar sobre mercados agrícolas específicos en Perú. La Sección 2.2 discute en detalle las suposiciones, tanto macroeconómicas como generales, usadas en las *Perspectivas*. Más adelante, la Sección 2.3 presenta las principales *Perspectivas* para los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos de Perú. La Sección siguiente 2.4, se refiere a la situación en Perú con respecto al desarrollo y producción de biocombustibles líquidos y a las normas gubernamentales sobre sus mezclas. Además, se analiza una evaluación de la rentabilidad de los biocombustibles líquidos según los precios proyectados en las *Perspectivas*. La parte final del informe, Sección 2.5, informa sobre las implicancias de los efectos del desarrollo emergente de los biocombustibles líquidos y sus políticas con respecto a los mercados agrícolas en Perú.

El análisis enfoca las proyecciones de mercado para maíz, trigo, azúcar, cultivos oleaginosos, caña de azúcar, raíces y tubérculos y biocombustibles líquidos. Esta lista incluye los principales cultivos de seguridad alimentaria y alimentos animales bioenergéticos identificados en Perú. Estos cultivos de seguridad alimentaria fueron identificados en función de su participación en el gasto de alimentación en Perú. Con respecto a los biocombustibles líquidos, la caña de azúcar y las melazas son los principales componentes de las raciones animales usados para producir etanol; el aceite de palma y de *Jathropa* son los dos productos usados para raciones que se usan para la producción de biocombustibles líquidos.

2.2 PERSPECTIVAS – PERÚ

Las suposiciones generales y específicas del país consideradas en la preparación de las *Perspectivas* para analizar los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos de Perú son las siguientes.

Asunciones generales:

- Se espera que el precio del petróleo disminuya sustancialmente de USD 99 por barril en 2008 a USD 43 en 2009. A partir de entonces, los precios se incrementarán a causa de la recuperación económica y fluctuará en un rango de USD 60-70 en el período 2011-2018.
- La crisis en los mercados financieros provocará recesiones en muchos países de la OECD; sin embargo, algunos países en desarrollo podrán mostrar un crecimiento económico significativo en lo que se refiere al crecimiento de su PBI.

Asunciones sobre macroeconomía, población y tierras agrícolas en Perú:

- Se espera un crecimiento fuerte del PBI con un promedio de 6,3 por ciento en el período de la revisión.

- La inflación para el PBI y la inflación para el índice precios al consumidor (IPC) difieren. El promedio anual de la tasa de inflación para el PBI es de 2,5 por ciento y para el IPC de 3,5 por ciento.
- La moneda nacional se apreciará frente al dolar estadounidense en 2009 y 2010 pero tendrá un promedio de depreciación de 1,6 por ciento en el período 2011-2018.
- En base a estas asunciones los gastos reales en alimentos⁹ inicialmente decrecen en 2009 y 2010 pero después se incrementan. Sin embargo, en 2018 el gasto real en alimentos es casi equivalente al nivel de 2008 y, por lo tanto, el promedio de la tasa de crecimiento es de 0,0 por ciento en el período de la revisión.
- La población aumenta a razón de 1,4 por ciento anual.
- El área cultivada se expande a una tasa anual de 1,5 por ciento.
- Los precios internos se derivan de los precios mundiales de referencia. Los niveles de precios de los precios internos en relación a los precios mundiales dependen de la situación comercial del país como importador o exportador neto. El modelo usa la elasticidad de la transmisión de los precios, con modificaciones, para la transición entre las posiciones del comercio¹⁰.

2.2.1 EVIDENCIAS DE LAS PERSPECTIVAS

El objetivo de las *Perspectivas* es mostrar como los mercados agrícolas de Perú podrían evolucionar en el tiempo y cuales son las implicancias de la producción de biocombustibles líquidos y las normas de sus mezclas. En el caso de Perú, *Perspectivas* asume que las políticas gubernamentales actuales (2008) se mantienen a través del proceso de estudio de *Perspectivas*, excepto si el gobierno anunciara una fecha específica para ejecutar una política tal como es el caso de las normas de las mezclas de biocombustibles líquidos. En cada mercado de un producto básico es importante entender si Perú es capaz de producir suficientes alimentos para satisfacer el consumo interno o si hay un aumento de la producción mayor del consumo que crea problemas de excedentes que pudieran incrementar las exportaciones. Estos cambios posibles tienen implicancias para la seguridad alimentaria y el balance comercial, con impacto sobre la balanza de pagos del Estado. El Cuadro 2.7 en el anexo muestra las diferencias relativas entre la producción, el consumo y las proyecciones comerciales netas para el período 2009-2018 y, si no se indica el contrario, los resultados discutidos más adelante se refieren a diferencias entre 2009 y 2018; las tasas de crecimiento están computadas en promedios anuales¹¹.

2.2.2 PERSPECTIVAS MUNDIALES

La mayor rigidez de los abastecimientos globales (sequías y bajas existencias) combinadas con

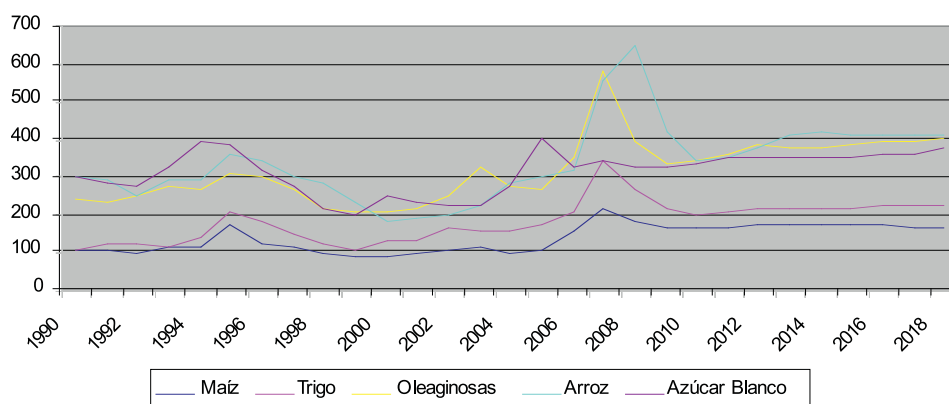
9 PC deflacionado

10 En el momento del análisis los precios internos de los productos de Perú no estaban disponibles, por lo que el modelo asume que el país es un pequeño receptor de precios en el cual los precios internos son determinados por una ecuación de vínculo de precios con los precios mundiales que toma en consideración la tasa de cambio, las tarifas, los costos de transporte y la posición comercial neta. Si el país es un exportador neto, los precios internos serán los precios mundiales menos los costos de transporte pero si el país es un importador neto los precios internos son los precios mundiales más las tarifas aplicables y los gastos de transporte.

11 En *Perspectivas* las tasas de crecimiento difieren de año a año, pero para el propósito de la discusión de los resultados se usa la tasa media anual de crecimiento.

un incremento de la demanda de productos agrícolas, parcialmente de biocombustibles líquidos, y posible especulación de los inversores¹², han creado un fuerte encarecimiento de los precios de los productos agrícolas básicos en 2008. Sin embargo, con la aparición de la crisis financiera y las recesiones en las principales economías del mundo, los precios de los principales productos se redujeron sensiblemente en 2009. A pesar de la crisis económica y la caída de los recientes precios máximos de los precios de los productos básicos, la *Perspectiva* considera que los precios, en promedio, serán mayores en los próximos 10 años. Se espera que esto se materialice a medida que es probable que la nueva demanda sobrepase a las ganancias de la productividad y también debido a un incremento de los costos de producción. Los cultivos que son usados como biocombustibles líquidos como maíz, azúcar y aceites vegetales podrían tener *perspectivas* de crecimiento relativamente mejores que otros cultivos. Del mismo modo, la sustitución y la competencia por la tierra cultivable tendrá efectos indirectos sobre otros cultivos. Si bien los precios de los productos agrícolas se han reducido después de los recientes incrementos, las *perspectivas* a largo plazo para la mayoría de los precios son proyectadas para alcanzar un nuevo máximo. Los precios para los productos lácteos han disminuido relativamente más que los precios de los cultivos a causa de la caída del crecimiento de los ingresos y la relativa elasticidad de los altos ingresos. La *Perspectiva* asume un estado de normalidad y no prevé anomalías tales como sequías o enfermedades. Además, es importante considerar las tendencias y no necesariamente los precios absolutos. Los precios en la *Perspectiva* son precios anuales y los precios agrícolas pueden fluctuar significativamente a lo largo del año. La Figura 2.1 muestra la *Perspectiva* para los precios mundiales de los cultivos pero es importante recordar que la *Perspectiva* proyecta precios en base a los conceptos fundamentales del mercado de la oferta y la demanda, por lo que los mercados alcanzan un cierto equilibrio a largo plazo.

Figura 2.1

Precios Mundiales de los Productos Básicos (\$USD/tonelada)

Fuente: OECD-FAO, 2008

12 Hasta el momento, los datos de las investigaciones no son concluyentes para determinar si la especulación de los inversores contribuyó a precios mayores durante el máximo de precios en 2008 si bien hubo un incremento de las compras de los inversores de contratos futuros de algunos productos agrícolas durante este período.

2.3 PERÚ: PRINCIPALES RESULTADOS

Si bien las principales economías del mundo están experimentando un crecimiento negativo, la economía de Perú no ha sido duramente castigada por la crisis financiera y se espera que a corto plazo tenga un crecimiento relativamente fuerte. Esto ayuda a apoyar un crecimiento estable de la demanda interna de los productos básicos en el país. El menor precio del petróleo se trasladará a menores costos de producción de los cultivos, y esto, junto con los precios de los cultivos relativamente altos, debería estimular la producción agrícola.

Los granos secundarios¹³ son los cultivos más importantes del Perú en lo que se refiere a área cosechada con una participación en el área de 38 por ciento (Cuadro 2.2). Las raíces y tubérculos¹⁴ son el segundo grupo de cultivos cubriendo en promedio el 25 por ciento del área. El arroz es el tercer cultivo más importante con una cobertura del 21 por ciento del área. Los relativamente altos precios de arroz, algodón y azúcar durante el estudio estimulan la mayor participación de estos cultivos, pero comparado con los granos gruesos estos cultivos tienen una participación en la producción relativamente baja.

Las proyecciones de *Perspectivas* sobre las tendencias de la producción y el consumo se presentan en Figura 2.2. Las tendencias de la producción indican que, en general, caña de azúcar, arroz y algodón continuarán teniendo una pequeña participación en el sector agrícola. Por otro lado, los granos gruesos, arroz y raíces y tubérculos serán los cultivos más importantes en lo que se refiere a la producción. Con respecto al comercio, los granos gruesos y el trigo comprenden las mayores cantidades de importaciones netas del Perú. Las significativas ganancias en productividad y la expansión de las tierras arables para arroz y caña de azúcar generan grandes incrementos de la producción. Eventualmente Perú pasaría de ser un importador neto de estos productos a ser un exportador neto en 2018. El mayor gasto del Perú en alimentos es en aceites vegetales (28 por ciento) seguido por arroz y trigo, con 21 y 18 por ciento respectivamente. Sin embargo, con el crecimiento de los ingresos hay una participación creciente de los gastos alimentarios en productos lácteos y aceites vegetales encontrado en toda la *Perspectiva* y una menor participación en el gasto alimenticio en arroz, trigo y granos secundarios.

El Ministerio de Agricultura recientemente publicó información estadística sobre el comportamiento del sector agrícola del Perú en 2008. Estos valores de la producción agrícola (p. ej., producción total, área cosechada, y rendimientos) fueron usados para comparar con los datos de AGLINK-COSIMO para 2008, con el resultado de que la mayoría de los datos fueron muy cercanos. La mayoría de las diferencias pueden ser atribuidas a diferencias en rendimientos dado que los datos de la producción final determinarán los rendimientos finales para 2008 y pueden haber sido finalizados o

13 AGLINK-COSIMO incluye como granos secundarios maíz, sorgo, centeno, avena y cebada.

14 Las raíces y tubérculos comprenden yuca, ñame, batata.

revisados antes del proceso de *Perspectivas* iniciado a principios de 2009. Sin embargo, la principal discrepancia fue encontrada en la producción de aceite de palma y se sugiere que el Ministerio de Agricultura discuta el problema con al FAO. Si el modelo y *Perspectivas* usaron datos del Ministerio de Agricultura de Perú para la producción de aceite de palma, estos podrían eventualmente cambiar las proyecciones para este producto y para los mercados de los aceites vegetales en Perú.

2.3.1 GRANOS SECUNDARIOS

Desde en punto vista de la producción, se asume que el área total¹⁵ de granos secundarios se incrementa anualmente en 0,8 por ciento y los rendimientos se incrementan anualmente en 1,4 por ciento, lo cual aumenta la producción de granos secundarios de 366 MTM¹⁶ entre 2009 y 2018. Esto corresponde a un incremento anual de la producción a una tasa de 2,2 por ciento. La mayor parte del incremento de la producción resulta del incremento del área cosechada de granos secundarios. En el caso de Perú, maíz y sorgo están agregados en el modelo AGLINK-COSIMO bajo granos secundarios agregados.

En Perú, el gasto en granos secundarios representa en promedio 4,5 por ciento del gasto total en alimentos. El consumo o uso total se deriva en su mayor parte del consumo para raciones para animales con una parte relativamente menor para alimentos humanos. El uso total se incrementa en 700 000 TM en el período de la proyección del estudio causado básicamente por el uso para raciones (573 000 TM).

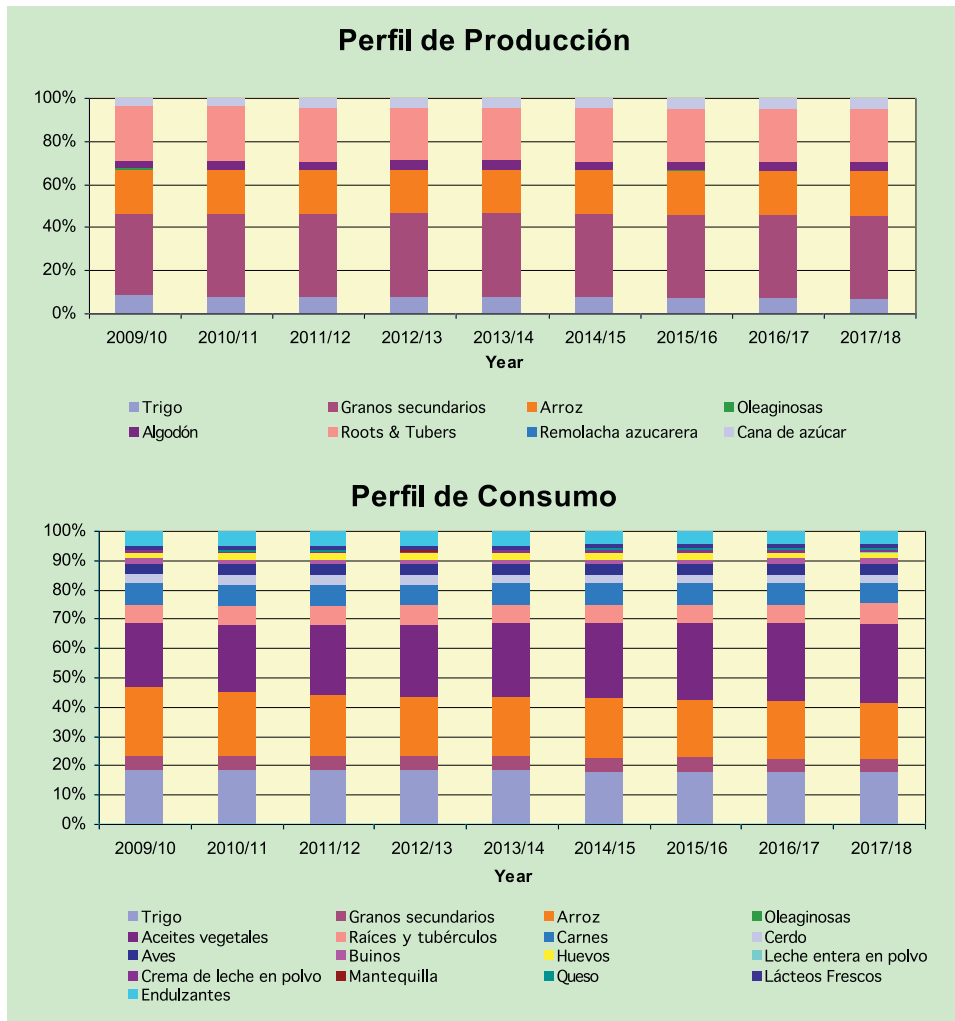
El consumo y la producción aumentan a una tasa anual de crecimiento de 2,2 por ciento pero el consumo parte de una base más alta y hay un incremento en las importaciones para satisfacer la demanda doméstica. Perú incrementará sus importaciones netas en 308 000 TM en el período 2009 a 2018.

15 Área significa área cosechada

16 MTM – mil toneladas métricas

Figura 2.2

Proyección de *Perspectivas* para Perú para los perfiles de producción y de consumo



Fuente: OECD-FAO 2008

2.3.2 RAÍCES Y TUBÉRCULOS

Las raíces y tubérculos son el segundo grupo más importante en Perú con un promedio de participación en el área cultivada del 25 por ciento. El total del área con raíces y tubérculos se incrementa en 9,5 por ciento en período de *Perspectivas*. Los rendimientos se incrementan marginalmente a una tasa de 0,4 por ciento anual. A través de todo el período de la proyección el abastecimiento doméstico es fluctuante, pero la producción general aumenta en 688 000 TM.

En el caso de Perú, raíces y tubérculos tienen la cuarta participación como alimentos con un promedio de participación en el presupuesto de 6,5 por ciento. El consumo total se incrementa en 871 000 TM causado principalmente por un mayor uso alimentario. El

consumo crece a una tasa mayor que la producción y hacia 2018 Perú deberá importar 183 000 TM más de raíces y tubérculos para satisfacer la demanda interna.

2.3.3 ARROZ

La producción de arroz tiene la tercera participación en el área de tierra cultivada en Perú. El área cosechada de arroz se incrementa a una tasa anual de 1,1 por ciento y los rendimientos crecen a razón de 1,2 por ciento. La proyección indica que la producción general se incrementará en 429 000 TM en 2018, lo que corresponde a una tasa anual de crecimiento de 2,4 por ciento.

El total del consumo de arroz es determinado solamente por el consumo alimentario ya que el arroz no es usado en las raciones para animales y el arroz roto no es considerado en las *Perspectivas*. El arroz tiene la segunda mayor participación en el presupuesto con un promedio de 21 por ciento. Se proyecta que el incremento de uso doméstico se incremente en 333 000 TM con una tasa anual de crecimiento de 1,8 por ciento. Debido a la mayor producción relacionada con el consumo, Perú actualmente pasa de ser un importador neto de arroz a ser un exportador neto. Las exportaciones netas varían de -49 500 TM en 2009 a 46 500 TM en 2018.

2.3.4 TRIGO

El área cosechada con trigo permanecerá relativamente estable o podría descender ligeramente durante el período de *Perspectivas* a una tasa anual de -0,2 por ciento. Esto es debido a que una parte del área cosechada es sustituida por arroz ya que sus precios se han incrementado en mayor grado que los del trigo. Sin embargo, se espera que los rendimientos se incrementen a una tasa de 1,2 por ciento anual durante el período de *Perspectivas* y que la producción se incremente ligeramente en 20 000 TM de 2009 a 2018.

La mayor parte del trigo es consumido como alimento humano y se proyecta su crecimiento a una tasa anual de 1,6 por ciento. Hay un ligero incremento en el uso de trigo en los piensos pero este parte de un nivel relativamente bajo. Del 2009 al 2018, el consumo de trigo se incrementa en 163 000 TM. El crecimiento del consumo sobrepasa netamente el incremento de la producción y Perú se convierte en gran importador de trigo a través de las *Perspectivas*, con un incremento neto de las importaciones de 284 000 TM en 2018. En el mismo año Perú debe importar un total de 1 884 000 TM de trigo para satisfacer la demanda interna.

2.3.5 CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y MELAZAS

A causa de los mayores precios del azúcar, se proyecta que el área cosechada se incremente a una tasa anual de 3,5 por ciento. Se espera que los rendimientos vayan de 124 t/ha en 2009 a 135 t/ha en 2018, lo que representa una tasa de crecimiento de 0,8 por ciento. La proyección indica un incremento general de la producción de 3 904 000 TM.

El uso de la caña de azúcar para obtener etanol aumenta en 305 por ciento entre 2009 y 2019 lo cual representa una tasa anual de crecimiento de 16,8 por ciento. El resto de la

producción de jugo de caña de azúcar puede ser usada para producir melazas y azúcar. Los precios relativos entonces determinan cuantas melazas y azúcar serán producidos. En el caso de Perú, la producción de azúcar representa aproximadamente el 71 por ciento y las melazas el 29 por ciento del jugo de la caña de azúcar.

El fuerte crecimiento de la producción de la caña de azúcar y los altos precios del azúcar causan directamente el incremento de la producción de 347 300 TM entre 2009 y 2018, lo que representa una tasa de crecimiento de 3,5 por ciento. La producción de melazas también se incrementa en 103 000 TM lo que significa una tasa de crecimiento de 2,6 por ciento.

Se proyecta que el consumo de azúcar en Perú se incremente anualmente en 2,1 por ciento lo cual representa un aumento de 224 000 TM. En el caso del uso de melazas para la producción de etanol comestible también se proyecta su incremento de 14 000 TM en 2009 a 103 000 TM en 2018. El consumo de melazas para uso de raciones para animales crece solamente a una tasa de 0,4 por ciento lo cual corresponde a un incremento de 110 000 TM durante el período de *Perspectivas*.

En términos generales, incluso con el fuerte incremento en el uso de la caña de azúcar para la producción de etanol, hay una suficiente expansión en la producción de caña de azúcar para superar el incremento de la demanda. Como resultado, el comercio neto de azúcar en Perú realmente varía de una posición de importador neto de 107 000 TM en 2009 a una posición de exportador neto de 7 000 TM en 2018. El comercio neto de las melazas varía de una situación exportadora ligeramente positiva a casi cero en 2018 lo que implica un equilibrio entre consumo y producción.

2.3.6 ACEITES VEGETALES

En Perú la mayoría de la producción de aceites vegetales es de palma aceitera ya que la producción de otras especies es muy limitada. Si bien la producción de aceite de palma crece a una tasa anual de 4,5 por ciento, en términos absolutos se incrementa en sólo 25 000 TM entre 2009-2018 ya que la producción es muy reducida. Sin embargo, este incremento representa un 40 por ciento de aumento en la producción de aceite vegetal y la producción interna alcanza a 89 000 TM. Existe una discrepancia entre el valor en las *Perspectivas* para la producción de aceite de palma de 24 000 TM y los datos reales de producción del Ministerio de Agricultura para 2008 que indican una producción de 246 000 TM.

El consumo total de aceites vegetales es tanto para su uso como alimento o para la producción de biodiesel. Los mayores ingresos y el aumento de la población generan un fuerte consumo de alimentos. Más aun, las normas gubernamentales sobre el biodiesel también incrementan el consumo de aceites vegetales. El consumo total se aumenta en 279 000 TM en 2018. Con relativamente menores incrementos en la producción, Perú aumenta las importaciones netas en 254 000 TM para un total de importaciones netas de 725 000 TM en 2018.

2.3.7 JATHROPA

El área de cosecha de *Jathropa* está proyectada para alcanzar 120 ha en 2018. Los rendimientos se espera que inicialmente sean de 4 t/ha para incrementarse a 4,6 t/ha en 2018. La producción total esperada es de 0,55 TM en 2018, pero considerando que es un nuevo cultivo comercial en el país las proyecciones deberían ser tomadas con precauciones. Toda la producción de *Jathropa* es usada para producción de biodiesel.

Cuadro 2.1

Información seleccionada sobre los principales productos agrícolas

Realce de Productos Agrícolas Básicos Principales 2008 vs 2018, kt 1000's toneladas													
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Growth rate	2018- 2009	% Change
Granos Secundarios													
Producción	1 655,9	1 701,9	1 776,4	1 849,8	1 908,2	1 955,4	1 997,5	2 016,5	2 016,4	2 021,6	2,2%	365,7	22,1%
Consumo	3 269,1	3 354,3	3 402,3	3 443,6	3 525,2	3 618,3	3 695,9	3 780,5	3 881,7	3 969,3	2,2%	700,2	21,4%
Balance Comercial	-1 627,9	-1 610,3	-1 645,9	-1 626,1	-1 662,1	-1 660,0	-1 704,9	-1 799,4	-1 853,6	-1 936,1	1,9%	-308,2	18,9%
Trigo													
Producción	196,0	197,5	201,3	204,9	207,3	209,0	210,4	211,9	213,9	215,9	1,1%	19,9	10,2%
Consumo	1 823,8	1 841,3	1 863,9	1 888,3	1 922,9	1 960,3	1 996,4	2 029,8	2 063,7	2 096,9	1,6%	273,1	15,0%
Balance Comercial	-1 721,0	-1 581,2	-1 644,4	-1 689,4	-1 728,0	-1 760,6	-1 785,4	-1 818,8	-1 854,6	-1 883,7	1,0%	-162,7	9,5%
Arroz													
Producción	1 811,2	1 856,1	1 889,5	1 933,4	1 989,5	2 047,8	2 092,6	2 132,3	2 181,6	2 237,1	2,4%	425,9	23,5%
Consumo	1 854,2	1 896,1	1 928,7	1 951,6	1 982,8	2 027,1	2 072,8	2 110,0	2 147,8	2 186,7	1,8%	332,5	17,9%
Balance Comercial	-49,5	-45,2	-32,7	-14,2	-4,1	6,3	17,2	27,5	30,6	46,5	-199,3%	96,0	-193,9%
Raíces y Tubérculos													
Producción	5 111,5	5 206,6	5 241,0	5 311,8	5 392,1	5 485,6	5 560,2	5 630,0	5 711,1	5 799,4	1,4%	687,9	13,5%
Consumo	5 452,7	5 573,8	5 651,9	5 738,7	5 831,1	5 935,8	6 030,7	6 123,9	6 222,4	6 323,8	1,7%	871,1	16,0%
Balance Comercial	-341,2	-367,2	-410,9	-426,9	-439,0	-450,2	-470,5	-493,9	-511,2	-524,4	4,9%	-183,2	53,7%
Azúcar													
Producción	958,7	1 002,2	1 032,4	1 075,7	1 123,2	1 148,2	1 163,9	1 199,8	1 252,9	1 306,0	3,5%	347,3	36,2%
Consumo	1 074,3	1 096,5	1 115,3	1 141,7	1 173,5	1 200,3	1 219,2	1 243,9	1 272,0	1 298,7	2,1%	224,4	20,9%
Balance Comercial	-107,4	-90,5	-82,7	-68,0	-52,9	-51,2	-52,9	-44,9	-20,7	7,4	-1 74,3%	114,8	-106,9%
Aceites Vegetales													
Producción	63,5	67,1	70,4	73,7	76,6	79,3	81,8	84,2	86,5	88,8	3,8%	25,3	39,8%
Consumo	535,3	547,1	599,1	622,8	652,7	684,3	715,5	746,4	781,2	814,1	4,8%	278,8	52,1%
Balance Comercial	-471,8	-480,0	-528,7	-549,1	-576,1	-605,1	-633,7	-662,2	-694,7	-725,4	4,9%	-253,6	53,7%

Fuente: OECD-FAO 2008

2.4 SITUACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE LÍQUIDOS EN PERÚ

Los datos usados para producir *Perspectivas* se tomaron de *LMC Internacional Starch and Fermentation 2008 Report*. Es posible que datos más precisos sobre la producción de biocombustibles líquidos en Perú puedan ser localizados en el Ministerio de Energía y Minas, Producción y Agricultura. Del mismo modo, es probable que las condiciones del mercado puedan haber cambiado a fines de 2008 y en 2009, lo cual puede haber causado diferencias substanciales en las proyecciones de *Perspectivas* y en la situación actual del

mercado. En esta sección, las proyecciones de *Perspectivas* para biocombustibles líquidos se discuten en primer lugar y posteriormente se hace referencia a las variaciones potenciales de las proyecciones según las condiciones existentes en el mercado.

Las *Perspectivas* indican una producción de etanol en Perú de 43,2 millones de litros en 2009 pero la producción se incrementa a una tasa de crecimiento promedio de 18 por ciento para alcanzar 192 millones de litros en 2018. La producción de biodiesel comienza en 124 millones de litros y aumenta a una tasa de 4,2 por ciento anual para alcanzar 180 millones de litros en 2018. Dentro de las *Perspectivas* casi toda la producción de biodiesel usa aceite vegetal tradicional (aceite de palma). Sólo una pequeña cantidad de biodiesel se produce de aceite de *Jathropa* que representa solamente el 0,2 por ciento de la producción de biodiesel en 2018; este mercado es aun considerado en desarrollo en el período de preparación de *Perspectivas*.

Cuadro 2.2

Producción de biocombustible líquidos en Perú (millones de litros)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Etanol	43,2	90,0	93,5	103,5	118,7	133,5	145,9	158,3	174,2	191,8
Biodiesel	123,6	119,6	152,9	156,7	160,2	164,1	168,0	171,9	175,8	179,6
Biocombustible (total)	166,8	209,6	246,4	260,2	279,0	297,6	313,9	330,2	350,0	371,4

Fuente: OECD-FAO 2008

Normalmente, la demanda de biocombustible es una función de los precios relativos de los combustibles fósiles (p. ej., gas y diesel) comparados con los precios del biocombustible y su energía neta respectiva. A través del período de las *Perspectivas* se espera que los precios del petróleo sean relativamente bajos. Sin embargo, el consumo de biocombustible es regido por las normas de las mezclas autorizadas por el gobierno y los bajos precios del petróleo no tendrán impacto sobre la demanda ya que el gobierno establece una norma de nivel mínimo de demanda para los biocombustibles líquidos. En el caso de Perú, las normas de las mezclas para el biodiesel establecen un dos por ciento comenzando en 2009; en 2011 se incrementa a cinco por ciento; para el etanol, iniciando en 2010, se establece en 7,8 por ciento en la gasolina. El consumo total de combustible, diesel y gasolina se espera que alcance a 4 716 millones de litros en 2018. Las participaciones respectivas de consumo de combustible son de 79 por ciento de diesel y 21 por ciento de gasolina. Esto implica que en 2018 Perú estará consumiendo aproximadamente 185 millones de litros de biodiesel y 89 millones de litros de etanol.

Las *Perspectivas* proyectan que la mayoría de la producción nacional de etanol es suficiente para satisfacer la demanda interna. Más aun, hay un exceso de producción de etanol que es exportado durante el período de las *Perspectivas*. La excepción es 2010 cuando las normas sobre las mezclas entran en vigencia y es posible que sea necesaria una pequeña importación para satisfacer el crecimiento de la demanda. Sin embargo, a largo plazo, las exportaciones netas de etanol alcanzan a 103 millones de litros en 2018. En el

caso del biodiesel, las *Perspectivas* proyectan una producción suficiente para satisfacer la norma del dos por ciento; además se prevén algunas exportaciones iniciales pero dado que la norma se incrementa a cinco por ciento en 2011, la producción de biodiesel no es capaz de satisfacer la demanda interna y Perú deberá importar el mismo. Las importaciones netas de biodiesel alcanzarán a 5,6 millones de litros en 2018.

Si bien las proyecciones de *Perspectivas* confiaron en la mejor información disponible en el momento de la preparación del trabajo, las informaciones recientes sobre el comercio del biodiesel en Perú indicaron que en 2009 el país estaba importando biodiesel. Esto no debería sorprender considerando que la producción de materia prima considerada en este modelo podría no haberse materializado como para satisfacer las normas de la mezcla en 2009. La producción de biodiesel en el Perú está ligada al mercado de los aceites vegetales por lo que puede ser difícil tener márgenes provechosos de producción ya el aceite vegetal es una materia prima costosa. Más aun, si bien puede haber problemas internos de producción de biodiesel a partir del aceite vegetal, este debe competir con las importaciones, especialmente con el biodiesel de los Estados Unidos de América donde los productores reciben un crédito impositivo de USD 1 por galón. Este puede ser un desafío para los productores peruanos para competir en el mercado nacional del biodiesel. En general, las proyecciones muestran que para satisfacer las normas de las mezclas, el país deberá importar biodiesel.

Cuadro 2.3

Abastecimiento y Proyección de Biocombustibles líquidos en Perú (millones de litros)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Etol										
Producción	43,2	90,0	93,5	103,5	118,7	133,5	145,9	158,3	174,2	191,8
Consumo	10,1	92,3	91,9	91,6	91,2	90,8	90,4	90,0	89,6	89,1
Balance comercial	33,1	-2,3	1,5	11,9	27,5	42,6	55,5	68,3	84,6	102,7
Biodiesel										
Producción	123,6	119,6	152,9	156,7	160,2	164,1	168,0	171,9	175,8	179,6
Consumo	59,1	60,7	155,7	159,7	163,8	168,0	172,2	176,5	180,8	185,2
Balance comercial	64,5	58,9	-2,8	-3,0	-3,6	-3,9	-4,2	-4,6	-5,1	-5,6

Fuente: OECD-FAO 2008

El consumo de biocombustibles líquidos puede ser regido tanto por las fuerzas normales del mercado tales como los precios relativos de los biocombustibles líquidos comparados con los combustibles fósiles tradicionales o por las políticas gubernamentales tales como las normas para las mezclas o el consumo. La producción de biocombustibles líquidos será determinada por la competitividad de la industria, que puede ser influenciada por los precios del biocombustible, los costos de los insumos y los potenciales subsidios del gobierno. Hay muchos factores que pueden influenciar la rentabilidad del biocombustible tales como precios de los combustibles, tasas, costos de la materia prima, costos de

procesamiento e ingresos de los subproductos. El modelo usa el precio de exportación de etanol de Brasil como referencia mundial del precio, ajustado para los costos de transporte. El precio del biodiesel en la Comunidad Europea es usado como precio de referencia mundial para el biodiesel. Una característica importante que es necesario recordar acerca de los precios de los biocombustibles líquidos es que en la ausencia de mandatos de consumo, los precios de los biocombustibles líquidos son determinados por su equivalente neto de energía en relación al gas y al diesel y el precio relativo del petróleo de los combustibles. En el caso del etanol, tiene aproximadamente el 67 por ciento de energía en comparación con la gasolina y el biodiesel y aproximadamente 89 por ciento de energía en comparación con el diesel. La rentabilidad de los biocombustibles líquidos se determina considerando el precio al mayorista del mismo y sustrayendo los costos netos de procesamiento y los costos de capital para la producción de biocombustible líquidos¹⁷. Es necesario notar que los márgenes de rentabilidad que se discuten más adelante usan esos precios y parámetros, lo cual podría no reflejar los precios de mercado actuales de los biocombustibles líquidos o de las materias primas o la tecnología actualmente empleada en el país; por lo tanto, el objetivo es presentar una revisión cualitativa y no cuantitativa.

2.4.1 COMPETITIVIDAD DEL ETANOL

Con los bajos precios del petróleo y los biocombustibles líquidos, asociados a precios relativamente altos del azúcar, la rentabilidad del etanol obtenido de la caña de azúcar podría ser afectada negativamente. La proyección de *Perspectivas* considera esta situación en 2009 para el Perú, la cual lleva a una rentabilidad negativa para la producción de etanol de caña de azúcar. Sin embargo, la rentabilidad del etanol también es un reflejo de la determinación del precio del etanol usado en el modelo. En 2010, cuando se proyecta que haya una ligera importación de etanol, cambia el vínculo de precio de la base de exportación a la base de importación y los precios del etanol se incrementan suficientemente como para hacer subir los márgenes de ganancias a cifras casi positivas. Esto indica que si bien inicialmente hay un margen estimado negativo de ganancia, incluso un cambio en la determinación del precio base de exportación¹⁸ o el techo del precio de importación capturado en el modelo, puede cambiar la rentabilidad en *Perspectivas*. Incluso una ligera proyección negativa en los márgenes de ganancias de la producción de etanol en las *Perspectivas* de la caña de azúcar podrían potencialmente indicar suficientes ganancias para justificar la inversión. Además, la información incorporada en

17 Los costos netos de procesamiento reflejan el costo real y de procesamiento de las materias primas del biocombustible (caña de azúcar o aceites vegetales) y su transformación en biocombustible, pero también toma en consideración los ingresos de los subproductos del proceso de producción. En el momento de desarrollar el modelo AGLINK-COSIMO los costos reales de producción de biocombustibles no existían en Perú y el acceso a esta información presentó dificultades. El modelo basa el costo de producción del etanol en el *LMC Internacional Starch and Fermentation Report* global y usó promedios industriales estándar para el biodiesel en lo que hace a los costos de procesamiento y los parámetros de conversión. Los precios de los biocombustibles en Perú son determinados, al igual que para otros productos, en el modelo y están ligados a los precios mundiales de los biocombustibles por medio de una ecuación de transmisión de precios.

18 El precio base exportación y el techo del precio de importación son términos para explicar que el impacto comprador de un pequeño país, si el país es exportador neto, el precio interno es determinado por el precio mundial menos los costos de transacción y transporte (precio base de exportación). Si el país es un importador neto, el precio doméstico es el precio mundial más los costos de transacción y transporte (techo del precio de importación).

Perspectivas, a partir de discusiones con expertos nacionales indicaron que la producción de etanol a partir de caña de azúcar generalmente se incrementaría. Esta asunción de la expansión de la caña de azúcar fue usada para empujar el modelo a producir etanol de caña de azúcar.

Otra consideración que debería ser tomada en consideración es que si Perú pudiera acceder al mercado de etanol de los Estados Unidos de América, entonces la rentabilidad de *Perspectivas* podría incrementarse en virtud de los altos precios del etanol en aquel país. Estados Unidos de América y Perú firmaron un acuerdo comercial (TLC – Tratado de Libre Comercio) que asegura un acceso preferencial al mercado estadounidense del etanol. Sin embargo, existe el riesgo de que otros países vecinos de América del Sur puedan también ganar un acceso preferencial a aquel mercado y que Perú tenga que incurrir en importantes costos de transporte para llegar a ese mercado.

2.4.2 COMPETITIVIDAD DEL BIODIESEL

El uso de aceites vegetales como materia prima para la producción de biodiesel en el modelo refleja el precio de los aceites vegetales que es usado en el caso de los aceites para consumo humano. Este precio sería análogo al de cualquier aceite vegetal que se produce a partir de palma aceitera, maíz o especies oleaginosas como soya, canola o girasol. El alto precio del aceite vegetal para uso alimentario como materia prima para biodiesel tiene un impacto directo sobre el costo de producción de biodiesel. En ese caso, *Perspectivas* indica que los márgenes de rentabilidad de la producción de biodiesel en Perú podrían ser negativos en todo el período de estudio de *Perspectivas*. El alto costo de los aceites vegetales para consumo humano ha llevado a que las refinerías busquen materias primas, incluyendo *Jathropa*, más económicas para la producción de biodiesel. Las proyecciones para la producción de *Jathropa* en Perú indican que es una especie que ofrece una materia prima de menor costo que los aceites vegetales tradicionales por lo que la rentabilidad del biodiesel obtenido de esta especie es positiva en los años considerados por *Perspectivas*. A largo plazo, la producción de biodiesel a partir de *Jathropa* es promisoría considerando que es una fuente de materia prima más económica que los aceites vegetales tradicionales; sin embargo, su capacidad para competir en gran escala industrial es aun dudosa.

Cuadro 2.4

Rentabilidad del Biocombustible Líquidos –Perú (Nuevos Soles/litro)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Etanol										
Caña de azúcar	-30,8	13,7	-13,2	-19,8	-14,4	-11,1	-11,9	-13,2	-8,8	-2,7
Melazas	-33,6	-18,3	-72,5	-83,8	-82,4	-81,0	-97,0	-105,5	-117,9	-118,8
Biodiesel										
Aceites vegetales	-152,1	-179,1	-84,9	-79,1	-70,8	-61,1	-51,6	-41,4	-29,8	-17,2
<i>Jathropa</i>	32,2	32,4	42,8	45,7	46,9	48,0	49,9	52,3	54,3	56,5

Fuente: OECD-FAO 2008

2.5 CONCLUSIONES

En cualquier país el desarrollo de los biocombustibles líquidos presenta desafíos y oportunidades. Es importante comprender la relación entre los biocombustibles líquidos y los mercados agrícolas y como estos podrían evolucionar bajo diferentes condiciones. Los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos están continuamente cambiando debido a problemas como las condiciones climáticas, enfermedades, volatilidad del precio del petróleo, en algunos casos, aun a causa de políticas gubernamentales. En el caso de Perú, este ejercicio demuestra que la demanda potencial de productos será dada por el ingreso proyectado y el crecimiento de la población y también que el abastecimiento potencial puede ser dado por la productividad de los rendimientos y el relativo retorno del cultivo. Los interesados pueden entonces analizar estas proyecciones y contemplar las indicaciones de los biocombustibles líquidos en sus mercados agrícolas.

Los puntos más importantes de las *Perspectivas* OECD-FAO indican que se espera que los precios de los productos agrícolas alcancen un nuevo techo en comparación con los resultados históricos. Los precios relativamente altos para el azúcar y el arroz favorece un fuerte crecimiento de la producción de estos cultivos en Perú.

- En el caso del arroz, el crecimiento de la producción sobrepasa a la demanda en 2014 y el país pasa a ser un exportador neto mientras anteriormente era un importador neto.
- En el caso del azúcar, donde la producción se incrementa más rápidamente que la demanda, Perú pasa a ser un exportador neto de azúcar en 2018.
- Para otros cultivos tales como los granos secundarios y trigo, las ganancias de la producción no se incrementan suficientemente como para satisfacer las futuras proyecciones de la demanda y el país incrementa sus importaciones netas. En lo que se refiere a los granos secundarios, la demanda de piensos es el principal contribuyente para el incremento del consumo y en 2018 Perú estará importando 308 000 TM más de granos secundarios. Con respecto a los mercados del trigo, la producción limitada junto con un moderado aumento de la demanda causa un aumento de las importaciones de aproximadamente 163 000 TM entre 2009 y 2018. Un fuerte crecimiento del ingreso en Perú se transmite en fuertes incrementos de la demanda de alimentos, especialmente de aceites vegetales, y al mismo tiempo un fuerte incremento en el uso de esos aceites para biodiesel. Esto causa, en último grado, un incremento considerable del consumo total de aceites vegetales. Hay un crecimiento limitado de la producción y, por lo tanto, Perú importará 254 000 TM más de aceites vegetales en 2018.

En general, las proyecciones muestran que los gastos en alimentos de dos o tres cultivos importantes (trigo y aceites vegetales), para satisfacer la demanda interna tendrán que depender más de las importaciones. Si bien hay un incremento de los volúmenes de exportación de azúcar y arroz, (partiendo de una situación de importación neta), las importaciones netas de cultivos por parte de Perú estarán aumentando.

- La implementación de las normas de mezclas de biocombustibles líquidos para el etanol y el biodiesel requieren que la producción de biocombustibles líquidos aumente significativamente a fin de satisfacer la demanda interna.
- A largo plazo, la producción de etanol a partir de la caña de azúcar se incrementa a una tasa anual de 17 por ciento. La producción de etanol de Perú sobrepasa la demanda interna y el país exporta etanol al mercado mundial.
- Los márgenes de rentabilidad del etanol obtenido de la caña de azúcar son ligeramente negativos pero esto podría ser el resultado de la sensibilidad de los precios de la relación específica entre los precios del mercado interno y los precios del mercado mundial expresados en el modelo.
- Para las normas de mezcla del biodiesel se prevé que la producción no satisfaga la demanda y, por lo tanto, Perú deberá importar biodiesel. El incremento de dos a cinco por ciento en las normas de mezclas en 2011 representa un incremento importante de la demanda de aproximadamente 95 millones de litros de biodiesel.
- No se espera que la rentabilidad del biodiesel sea alta ya que el uso de los aceites vegetales como materia prima representa un costo significativo y causa que los márgenes de las ganancias se reduzcan. Sin embargo, el aceite de *Jathropa* como materia prima parece ser promisorio ya que sus márgenes de producción son positivos pero la industria es inmadura y la producción es muy limitada.

En términos generales, el desarrollo de biocombustibles líquidos ha cambiado la relación entre energía y los mercados agrícolas. Existe actualmente una nueva relación de precios entre los cultivos, especialmente para aquellos que son materias primas para la producción de biocombustibles líquidos. Estas relaciones de precios continuarán cambiando a medida que evolucionan las políticas y se implementan las normas. *Perspectivas* ha tratado de capturar las políticas actuales sobre biocombustibles líquidos y ofrecer un cuadro de los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos. Si bien las recientes condiciones económicas han puesto cierta presión a rebajar en los precios de los productos agrícolas, es de esperar que éstos permanezcan a niveles más altos que los promedios históricos.

Se espera que la economía de Perú tenga un crecimiento moderado, lo cual puede contribuir a fortalecer la demanda interna. Sin embargo, con la excepción de azúcar y arroz, un fuerte incremento de la demanda asociado a un sólo moderado incremento de la producción, implica que *en los próximos años Perú podría, potencialmente, depender más de las importaciones*. En lo que se refiere a los biocombustibles líquidos, *Perspectivas* indica que *Perú tiene la oportunidad de ser un exportador de etanol* ya que es de esperar que la producción de caña de azúcar aumente significativamente. Sin embargo, *la introducción de las normas de biodiesel podrían representar un desafío ya que la producción de biodiesel usa aceites vegetales como materia prima que podrían tener márgenes de producción significativamente negativos*.

APÉNDICE 2

A

PROYECCIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN PERÚ

Cuadro 2A.1

Proyección de los principales cultivos en Perú

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Granos secundarios (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	1 655,95	1 701,90	1 776,41	1 849,82	1 908,15	1 955,38	1 997,53	2 016,49	2 016,39	2 021,65
Consumo	3 269,08	3 354,34	3 402,31	3 443,64	3 525,21	3 618,34	3 695,90	3 780,53	3 881,72	3 969,31
Balance Comercial	-1 627,89	-1 610,35	-1 645,86	-1 626,14	-1 662,08	-1 660,03	-1 704,88	-1 799,38	-1 853,63	-1 936,12
Precio	1 025,25	1 041,06	1 093,07	1 142,62	1 141,61	1 156,62	1 176,07	1 144,77	1 132,95	1 140,89
Trigo (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	196,00	197,49	201,27	204,95	207,31	2 08,96	210,38	211,91	213,90	215,91
Consumo	1 823,80	1 841,33	1 863,87	1 888,26	1 922,90	1 960,30	1 996,42	2 029,77	2 063,67	2 096,93
Balance Comercial	-1 721,00	-1 581,23	-1 644,37	-1 689,42	-1 727,96	-1 760,57	-1 785,44	-1 818,83	-1 854,63	-1 883,66
Precio	1 291,05	1 257,93	1 327,31	1 396,79	1 427,51	1 427,95	1 440,84	1 459,98	1 470,89	1 483,75
Arroz (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	1 811,22	1 856,09	1 889,48	1 933,37	1 989,52	2 047,82	2 092,58	2 132,30	2 181,61	2 237,10
Consumo	1 854,19	1 896,10	1 928,66	1 951,55	1 982,76	2 027,14	2 072,84	2 109,96	2 147,83	2 186,73
Balance Comercial	-49,51	-45,22	-32,70	-14,15	-4,08	6,27	17,21	27,52	30,55	46,51
Precio	1 608,23	1 345,31	1 274,53	1 252,36	1 290,31	1 266,43	1 243,82	1 249,53	1 254,20	1 258,13
Oleaginosas (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	3,10	3,06	3,15	3,32	3,51	3,67	3,84	4,04	4,26	4,48
Consumo	74,17	74,92	75,50	75,80	76,49	77,23	77,91	78,60	79,40	80,20
Balance Comercial	-71,07	-71,86	-72,35	-72,49	-72,98	-73,56	-74,07	-74,56	-75,14	-75,73
Precio	1 978,89	2 114,67	2 222,74	2 412,85	2 374,35	2 370,94	2 453,31	2 523,47	2 530,04	2 591,59
Raíces y tuberculos (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	5 111,51	5 206,63	5 240,97	5 311,75	5 392,09	5 485,58	5 560,22	5 630,02	5 711,13	5 799,38
Consumo	5 452,73	5 573,84	5 651,87	5 738,66	5 831,11	5 935,79	6 030,68	6 123,93	6 222,36	6 323,80
Balance Comercial	-341,21	-367,21	-410,90	-426,91	-439,02	-450,21	-470,46	-493,92	-511,24	-524,42
Precio	261,76	254,29	262,73	268,09	273,04	275,91	281,03	286,43	289,43	292,60

Aceite Vegetal (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	5 111,51	5 206,63	5 240,97	5 311,75	5 392,09	5 485,58	5 560,22	5 630,02	5 711,13	5 799,38
Consumo	5 452,73	5 573,84	5 651,87	5 738,66	5 831,11	5 935,79	6 030,68	6 123,93	6 222,36	6 323,80
Balance Comercial	-341,21	-367,21	-410,90	-426,91	-439,02	-450,21	-470,46	-493,92	-511,24	-524,42
Precio	261,76	254,29	262,73	268,09	273,04	275,91	281,03	286,43	289,43	292,60
Azucar (thousand tonnes, \$/t)										
Producción	958,74	1 002,22	1 032,36	1 075,70	1 123,16	1 148,23	1 163,87	1 199,78	1 252,91	1 306,05
Consumo	1 074,26	1 096,52	1 115,32	1 141,75	1 173,49	1 200,31	1 219,22	1 243,87	1 271,96	1 298,67
Balance Comercial	-107,42	-90,48	-82,69	-68,01	-52,93	-51,22	-52,93	-44,89	-20,74	7,40
Precio	1 174,14	1 197,75	1 233,79	1 223,63	1 184,37	1 177,32	1 202,37	1 195,56	1 171,18	1 156,32
Etanol (millones de litros, \$/hl)										
Producción	43,23	89,98	93,50	103,50	118,74	133,48	145,94	158,30	174,20	191,82
Consumo	10,12	92,29	91,95	91,58	91,22	90,83	90,42	90,00	89,56	89,09
Balance Comercial	33,11	-2,31	1,55	11,92	27,52	42,64	55,52	68,30	84,64	102,72
Precio	101,43	153,26	127,95	120,34	121,59	123,29	126,02	124,18	126,78	131,72
Biodiesel (millones de litros, \$/hl)										
Producción	123,59	119,60	152,93	156,68	160,23	164,09	167,96	171,86	175,76	179,63
Consumo	59,10	60,73	155,73	159,73	163,83	168,00	172,21	176,49	180,83	185,23
Balance Comercial	64,50	58,87	-2,80	-3,05	-3,60	-3,91	-4,25	-4,64	-5,07	-5,61
Precio	354,32	361,04	467,87	497,83	510,72	521,72	541,39	565,98	586,90	609,77

*Precios en nuevos soles

APÉNDICE 2

B

ESPECIES CITADAS
EN PERSPECTIVAS

Nombre común	Nombre científico
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Algodón	<i>Gossypium spp.</i>
Avena	<i>Avena sativa</i>
Batata	<i>Ipomoea batatas</i>
Canola	<i>Brassica napus</i>
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>
Centeno	<i>Secale cereale</i>
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Ñame	<i>Dioscorea spp.</i>
Palma aceitera	<i>Elaeis oleifera</i>
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Piñón blanco	<i>Jathropa curcas</i>
Sorgo azucarado	<i>Sorghum saccharatum</i>
Soya	<i>Glycine max</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>

APTITUD DE TIERRAS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN PERÚ

Salomón Helfgott, Silvana Vargas, Ana Cecilia Gutiérrez
y Mirella Salvatore

3.1 RESUMEN

El objetivo de este análisis es evaluar la aptitud de tierras para la producción de cultivos para biocombustibles líquidos en Perú con énfasis en la identificación de oportunidades para cada uno de los ecosistemas: Costa, los Andes o Sierra y Cuenca del Amazonas o Selva. La evaluación tiene tres objetivos específicos: (I) describir los perfiles ecológicos y productivos de las áreas naturales en Perú con énfasis en su potencial para biocombustibles líquidos, (II) evaluar la aptitud de tierras para la producción de cultivos relacionados a los biocombustibles líquidos (caña de azúcar, sorgo, palma aceitera y *Jatropha*) y, (III) identificar los puntos más importantes del desarrollo rural relacionados con el desarrollo de los biocombustibles líquidos con particular énfasis en la agricultura en pequeñas explotaciones.

Los datos estadísticos de la agronomía de Perú indican que hay alrededor de 3,5 millones de hectáreas (casi más de un 3 por ciento del total del territorio) de cultivos anuales y perennes: 0,8 millones en la Costa, 2,2 en la Sierra y el resto en la Selva. Aproximadamente el 85 por ciento de las unidades agrícolas tienen menos de 10 hectáreas y 55 por ciento tienen de tres a cinco hectáreas. Los principales cultivos son: maíz, arroz, papa, café, frutas y cultivos hortícolas, cereales menores, leguminosas de grano y caña de azúcar. Los cultivos se realizan en tres áreas bien definidas: Costa, Sierra y Selva. Hay muchos climas y suelos en el gran número de áreas agroecológicas.

Los resultados del estudio indican que bajo condiciones de secano, en la Costa prácticamente no hay tierras disponibles para el desarrollo de cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Sin embargo, en base a la disponibilidad de infraestructura de agua para riego existente permite afirmar que existe un potencial de tierras eriazas, cercano a 200 000 hectáreas, ubicadas en zonas áridas situadas entre las regiones de Piura y Lima, que podrían destinarse a la implementación de cultivos de caña de azúcar y eventualmente piñon blanco para producir biocombustibles líquidos. Sin embargo, es necesario un análisis profundo del impacto de la disponibilidad de agua para verificar que este recurso existe.

Los resultados también indicaron que hay áreas muy adecuadas para la producción de caña de azúcar en la cuenca del Amazonas donde, sin embargo, en varias zonas el exceso de lluvias es una limitación para su cultivo. En el caso de la palma aceitera, los resultados indican que hay



zonas muy adecuadas para su cultivo en la cuenca amazónica (11 millones de hectáreas) y en la región andina (450 000 hectáreas). Del mismo modo, en el caso de *Jatropha*, los resultados indican que hay zonas muy adecuadas en la Selva (14 millones de hectáreas) y en la Sierra (740 000 hectáreas).

3.2 INTRODUCCIÓN

La población actual de Perú es de aproximadamente 28 millones de habitantes. Se estima que aumentará hasta 34 millones en 2020 y 40 millones en 2030. El aumento ocurrirá básicamente en los sectores urbanos. El número de personas en el sector rural será el mismo o disminuirá debido a las migraciones. Por lo tanto, los productores rurales tendrán que ser más eficientes para aumentar la producción de alimentos para ellos y para satisfacer la demanda urbana.

Alrededor del 65 por ciento de la población rural relacionada con la agricultura está viviendo bajo condiciones de pobreza y 25 por ciento bajo pobreza extrema. Gastan hasta el 60 por ciento de sus ingresos en alimentación.

La reducción real de la pobreza en el sector rural no ha sido significativa, especialmente en la Sierra, debido a la falta de acción gubernamental y debido a que no hay inversiones privadas. Esta situación ha creado frustración, especialmente entre la población más joven, la cual está migrando a las grandes ciudades. Sin embargo, si no hubiera habido migración, los índices de pobreza podrían haber sido aun más altos.

Una meta importante del desarrollo rural es el incremento del ingreso de los productores y el de las personas indirectamente vinculadas a la agricultura ya que representan aproximadamente el 40 por ciento de la población total del país. A largo plazo, la meta debe ser reducir la pobreza en el sector rural.

Las políticas nacionales deben ayudar a alcanzar la seguridad alimentaria debido a que la población nacional y mundial está aumentando muy rápido y ejercerá presión con relación al acceso a la alimentación y a la energía.

Se estima que en los próximos 20 años, el desarrollo rural puede contribuir a duplicar el ingreso *per capita* promedio de la población rural. El producto bruto interno y la agricultura y los productos agroindustriales pueden triplicarse y la producción forestal puede mostrar un aumento de 20 veces en el mismo período. Por lo tanto, es imperativo tener proyectos económicos y de políticas sociales bien diseñados.

Eventos inminentes relacionados al cambio climático urgen la identificación de estrategias de mitigación. En este contexto, la bioenergía es una alternativa prevista para reducir las emisiones de carbono. En particular, la biomasa podría ser usada para generación de calor y de electricidad y los biocombustibles líquidos para transporte. Por lo tanto, el papel de la bioenergía es crítico para incrementar la independencia energética y promover el desarrollo

rural sostenible. Como parte de esos esfuerzos, el Proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BSA) examina como el desarrollo de la bioenergía puede llegar a ser un instrumento para incrementar la productividad del sector agropecuario sin afectar la seguridad alimentaria. Este informe presenta los resultados de un análisis de aptitud de tierras y explora las oportunidades para el desarrollo rural.

El objetivo general de este análisis fue evaluar la aptitud de tierras para biocombustibles líquidos en Perú con énfasis en la identificación de oportunidades de cada ecosistema –Costa, Sierra y Selva.

3.3 AGRONOMÍA DE PERÚ

El área total de Perú puede ser dividida en tres áreas bien definidas: la Costa, la Sierra y la Selva. Hay muchos climas y suelos en el gran número de áreas agroecológicas. Por lo tanto, es posible encontrar una diversidad biológica muy importante. También permite el desarrollo de un gran número de especies agrícolas, forestales y animales nativas e introducidas.

Costa

La Costa de Perú es una faja angosta (30-200 km) de tierra, sin lluvia y con aproximadamente 3 000 km de longitud. Hay 56 ríos que nacen en los Andes y corren hacia el Océano Pacífico. Sin embargo, pocos de ellos tienen agua todo el año. Los volúmenes de agua más altos ocurren durante diciembre-marzo cuando gran parte del agua se pierde en el océano.

Se han sido construido grandes embalses (Poechos, San Lorenzo, Gallito Ciego, Tinajones), el agua de algunos ríos ha sido usada para regar áreas áridas, el agua subterránea ha sido bombeada y en algunos lugares han sido introducidas (Ica, La Libertad) nuevas técnicas de riego (riego por goteo) para desarrollar importantes cultivos de exportación (espárrago, palta, uva, etc.). La existencia de una gran red de riego permite el desarrollo de cultivos con altos rendimientos.

Un gran número de productores son concientes que la agricultura es una actividad económica que obedece a reglas y leyes económicas. El precio de un producto depende de la **relación oferta/demanda** y los costos de producción determinan si van a haber **ganancias**.

Un gran número de productores individuales y empresas agrícolas exportadoras usan tecnología avanzada, están altamente capitalizadas, tienen acceso al crédito y una productividad muy alta. En muchos casos, el dinero que es invertido en la agricultura es generado en otros sectores económicos. Hay más de 50 000 ha plantadas con cultivos de exportación tales como espárragos y frutales (mango, palta, uvas, citrus) y cultivos hortícolas. Los mercados para estos productos que encuentran ventanas de oportunidad pueden encontrar competidores de otros países. Por lo tanto, tienen que mejorar su eficiencia productiva para mantener e incrementar sus posiciones en los mercados externos.

También hay mejoramientos importantes en el sector de la caña de azúcar desde 1996 cuando las empresas cambiaron de cooperativas a sociedades anónimas. Es posible encontrar ejemplos de agricultura avanzada en áreas sembradas con maíz amarillo y arroz, que usan nuevos híbridos y variedades y que, por lo tanto, tienen incrementos significativos en sus rendimientos.

También hay pequeños productores con menos de cinco hectáreas que fueron asignadas por la reforma agraria. Sin embargo, las ganancias no son satisfactorias en maíz, algodón, porotos y varios cultivos hortícolas, debido a la falta de capital y de adecuados conocimientos técnicos y económicos. Generalmente, arriendan o venden su tierra.

Sierra

Es una zona montañosa con algunos picos muy altos (más de 6 000 msnm) y valles interandinos (2 000 - 3 800 msnm). La agricultura tiene lugar bajo condiciones de riego y de secano en los valles, incluyendo las pendientes orientales de los Andes («*ceja de selva*») que descienden sobre las planicies amazónicas. Las áreas que se cultivan solo bajo condiciones de secano están localizadas en pendientes montañosas con altos gradientes y en planicies con pasturas naturales (3 500 msnm) que dan apoyo a una gran población de ovinos y camélidos. En algunas regiones (Puno, Apurímac, Huancavelica), las pasturas naturales pueden abarcar más del 50 por ciento de sus territorios.

Vásquez (1997) indicó que las cuencas andinas están siendo deforestadas y sobrepastoreadas y que los recursos naturales no están siendo cuidados adecuadamente. Estas áreas han sido olvidadas y marginadas durante siglos, desde la llegada de los conquistadores españoles. Por lo tanto, el sector público y privado debe participar activamente para revertir esta situación.

Las condiciones climáticas (heladas y precipitación irregular), la topografía dificultosa que no permite la existencia de suficiente tierra agrícola, la división de la propiedad y otros factores socioeconómicos, determinan la práctica de una agricultura tradicional de baja productividad.

En muchas áreas, los rendimientos económicos son tan bajos que los productores no son competitivos y por lo tanto producen para su propio consumo y llevan algunos de sus productos al mercado local para intercambiar. También buscan empleos que les proporcionen un ingreso adicional. Los productores son usualmente personas de más de 50 años, la mayoría son analfabetos o tienen solo hasta sexto grado de educación. Las condiciones de trabajo y de vida son generalmente muy pobres.

Selva

Abarca casi el 60 por ciento de la tierra del país. Los ríos que fluyen hacia la cuenca del Amazonas tienen grandes cantidades de agua, profundidad variable, pueden admitir navegación de barcos y recorrer largas distancias con bajo gradiente en las planicies amazónicas. En las planicies cuando desciende el nivel del agua se producen cultivos anuales. En las partes altas (por ejemplo, Tarapoto), el potencial de la agricultura y la ganadería bovina es muy importante.

Por otro lado, la explotación forestal es muy pobre a pesar de ser considerada una de las áreas del mundo con más bosques.

3.3.1 AGRICULTURA

Los datos estadísticos (Ministerio de Agricultura 2008), indican que Perú tiene solo alrededor de 3,5 millones de hectáreas (casi más del tres por ciento del total del territorio) con cultivos anuales y permanentes: 0,8 millones en la Costa, 2,2 en la Sierra y el resto en la Selva. Aproximadamente el 85 por ciento de las unidades agrícolas tienen menos de 10 hectáreas y 55 por ciento tienen de tras a cinco hectáreas. Los principales cultivos se muestran en el Cuadro 3.1.

Costa

Los principales cultivos en los valles son: maíz amarillo, arroz, caña de azúcar, frutales y cultivos hortícolas, leguminosas de grano, algodón y yuca. Todos los cultivos, excepto caña de azúcar, son cultivados por productores pequeños (1-5 ha) o medianos (6-100 ha). Helfgott (1997) informó que aproximadamente un 70 por ciento del área de caña de azúcar se cultiva en 11 grandes plantaciones que producen azúcar principalmente para el mercado local. El resto del área del caña de azúcar pertenece a pequeños (1-20 ha) y medianos (21-100 ha) productores, aunque hay unos pocos productores grandes (101-1 000 ha).

Además, en las zonas áridas, el riego por goteo permite el desarrollo de cultivos de exportación como espárrago (25 000 ha), palta (8 000 ha), uvas (5 000 ha) y pimiento (3 000 ha). Estas áreas pertenecen a empresas medianas y grandes.

El mal manejo del agua y errores en el diseño de los proyectos de riego han creado serios problemas de drenaje y salinización en casi el 30 por ciento de la tierra agrícola en las partes bajas de los valles. La sedimentación en los embalses es cada vez más importante y en algunas áreas, como en Poechos, el volumen actual de agua es cerca de la mitad del volumen inicial.

Cuadro 3.1

Principales cultivos en Perú

Cultivo	Área (ha)	Región
Maíz amarillo	300 000	Costa, Sierra, Selva
Maíz amiláceo	250 000	Costa, Sierra
Arroz	350 000	Costa, Selva
Papa	250 000	Sierra
Cultivos hortícolas	250 000	Costa, Sierra
Frutales (alrededor de 20 especies, principalmente banano con más de 100 000 ha)	240 000	Costa, Sierra, Selva
Café	300 000	Selva
Trigo y cebada	200 000	Sierra
Leguminosas de grano (porotos, habas, arvejas)	170 000	Costa, Sierra

Cuadro 3.1 continúa

Cultivo	Área (ha)	Región
Caña de azúcar	100 000	Costa
Mandioca	70 000	Costa, Selva
Cacao	60 000	Selva
Algodón	50 000	Costa
Palma aceitera	50 000	Selva

Sierra

Los principales cultivos son papas, maíz amiláceo, trigo y cebada, leguminosas de grano, frutales y hortalizas. La mayoría de los productores tienen áreas pequeñas y medianas (hasta 1 ha) y medianas (2-50 ha). Se estima que hay más de medio millón de productores de papa en aproximadamente 240 000 hectáreas que son plantadas con este cultivo.

La topografía difícil limita la tierra agrícola. Otras limitaciones son la incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de agua y las bajas temperaturas y condiciones de heladas así como la excesiva división de la tierra. La interacción de estos factores a los que se agregan diferentes factores socioeconómicos no permiten inversiones adecuadas en la agricultura, la cual tiene lugar con bajos niveles de insumos y que a su vez resulta en baja productividad y rentabilidad.

Selva

Los principales cultivos son café, cacao, banano y yuca. Estos cultivos son producidos principalmente por pequeños y medianos productores. Por ejemplo, el 90 por ciento de las 300 000 ha de café (Junín, Cuzco, San Martín, Amazonas) pertenece a pequeños productores (0,5-10 ha). Aproximadamente 150 000 familias cultivan café y un tercio de ellas están asociadas. Aproximadamente, dos millones de personas dependen, directa o indirectamente, de este cultivo que produce granos de muy buena calidad. Recientemente, hay un auge del café orgánico que tiene excelente aceptación en los mercados mundiales.

Alrededor del 70 por ciento de las 60 000 ha de cacao (Cusco, Junín, Ayacucho) pertenecen a pequeños productores (menos de 10 ha), 19 por ciento tienen 11-20 ha y 11 por ciento tienen más de 20 ha. Hay una sola empresa que está localizada en San Martín que cultiva 1 000 ha con alto nivel de insumos, bajo un sistema agrícola conservacionista.

La palma aceitera es muy importante. Hay cerca de 20 000 ha (San Martín, Ucayali, Loreto). La mayor parte del área está localizada en Tocache (San Martín) y pertenece a una empresa (Palmas del Espino) que usa altos niveles de insumos bajo un sistema agrícola conservacionista.

Hay tres aspectos negativos que son evidentes en esta región: altos costos de transporte debido a la falta de rutas adecuadas, deforestación, agricultura itinerante y producción de cultivos ilícitos. Además, actividades narcoterroristas están aún presentes en algunas áreas.

3.4 LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE TIERRAS (EAT): LA METODOLOGÍA

En la Figura 3.1 se puede apreciar que el marco metodológico EAT tiene dos dimensiones fundamentales: (1) la evaluación de aptitud, basada principalmente en la Zonificación Agro-Ecológica (ZAE), desarrollada por la FAO desde 1978 y (2) la identificación de la disponibilidad de tierra para la producción de bioenergía y las áreas en que puede haber competencia entre los alimentos y las materias primas. Los detalles sobre la metodología y su aplicación en Perú se presentan en el Capítulo III del Compendio Técnico Volumen II.

Dentro de la primera dimensión, la metodología es usada para evaluar la aptitud de la tierra, definida como la capacidad de un lugar específico para producir un cultivo determinado, en base a las condiciones agro-climáticas y de suelos. El análisis requiere:

- Definición de los Tipos de Uso de Tierras (TUT)
- Inventario de Recursos de Tierras
- Formulación de los Criterios de Evaluación de la Aptitud.

La segunda dimensión se enfoca en la determinación de áreas aptas que están actualmente disponibles para el uso y, por lo tanto, para la producción de cultivos para bioenergía. De hecho, no todas las tierras aptas para producción de cultivos para bioenergía pueden estar disponibles para su uso. Algunas de las tierras disponibles podrían ser usadas por poblaciones humanas o cubiertas por bosques protegidos o para la producción de alimentos. A través de esta segunda parte del análisis se identifican las áreas con potencial ambiental, producción de alimentos u otros conflictos. Es necesario notar que pueden ser agregadas zonas donde se niega el acceso, según los objetivos de quienes diseñan las líneas políticas. Aquí se presenta un conjunto de elementos específicos pero en un análisis posterior podrían ser incorporadas más consideraciones particulares, por ejemplo, considerar áreas de pastoreo como áreas de exclusión. Quienes diseñan las políticas necesitan examinar los objetivos políticos que deben ser priorizados.

En el caso de Perú, el análisis de EAT se realizó para tres cultivos: Caña de Azúcar, Palma Aceitera y Piñón Blanco (*Jatropha*). En el primero caso el análisis se realizó bajo riego y los últimos dos a condiciones de secano.

Los TUT se definen como la combinación de cultivos, el sistema de gestión agrícola y los insumos utilizados para la producción de cada cultivo. Para el caso de Perú, los tipos de producción evaluados para cada cultivo se presentan en la Cuadro 3.2.

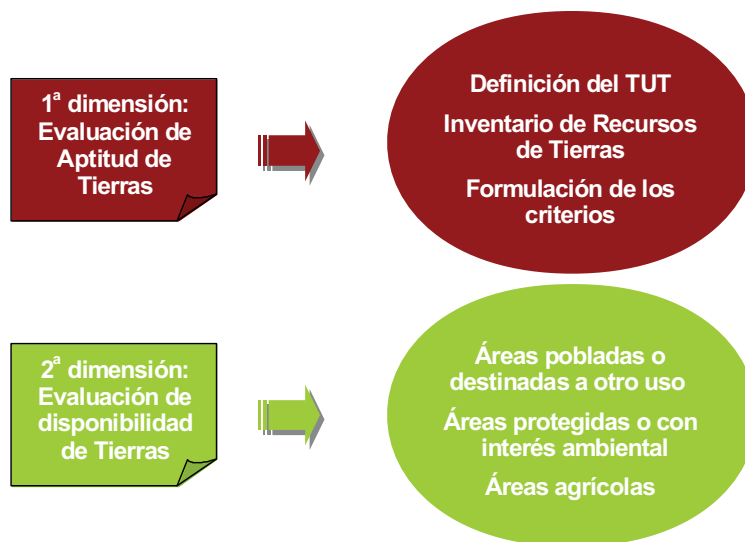
Cuadro 3.2

Configuraciones de Producción Agrícola

Cultivo	TUT	Rendimientos Máximos Alcanzables
Cana de Azúcar	Labranza, altos insumos	140 ton/ha-cosecha
Palma Aceitera	Conservación de agricultura, altos insumos	25 ton/ha-cosecha
Piñón Blanco	Conservación de agricultura, altos insumos	8-12 ton/ha-cosecha

Después de la definición de TUT, los próximos pasos implican el inventario de sus necesidades con respecto al clima, el suelo y a las condiciones de forma del terreno necesarios como componentes de los requerimientos de los cultivos para el sistema de gestión. Estos inventarios son la base de una evaluación secuencial de aptitud climática, edáfica y adecuación de cálculo del rendimiento potencial. En la metodología EAT, estos requerimientos se indican como Criterios de Evaluación de Aptitud y son especificaciones del TUT. Para más detalles, ver Capítulo 3 del Compendio Técnico Volumen II.

Figura 3.1

Marco metodológico

3.5 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de aptitud de tierras y se discuten los resultados principales en términos de implicancias sobre desarrollo rural y agricultura en el Perú. Los resultados de la EAT se presentan en formato mapas los cuales ilustran la aptitud de tierras para cada cultivo, en base al índice de aptitud (Cuadro 3.3). El índice clasifica, en términos porcentuales, la capacidad de un lugar específico para llegar a los rendimientos máximos alcanzables (presentados en el Cuadro 3.2). Asimismo, los resultados también se resumen en base a la disponibilidad de tierras tanto en mapas como en cuadros donde los resultados están agregados por región geográfica (costa, sierra y selva)¹⁸ para cada uno de los índices de idoneidad.

Cuadro 3.3.

Índice de Aptitud

Índice de Idoneidad	Rendimientos alcanzables (rango %)
Muy apto	80 - 100
Apto	60 - 80
Moderadamente apto	40 - 60
Marginalmente apto	20 - 40
Muy marginalmente apto	> 0 - 20
No apto	0

3.5.1 CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es un monocultivo sembrado en su totalidad bajo riego por surcos en la costa de Perú para obtener azúcar. Es un sistema basado en el laboreo con alto nivel de insumos: prácticas de manejo intensivas en capital; uso de cultivares modernos muy productivos y adaptados; mecanización completa con laboreo intensivo basado en arado y altos niveles de agroquímicos. El ciclo de cultivo oscila entre 390-420 días y es posible tener una planta de caña y 3-6 renuevos, antes de que se haga un nuevo laboreo, luego de aproximadamente 7-10 años de la preparación inicial de la tierra y la plantación.

Cerca del 70-75 por ciento del área de caña de azúcar está concentrada en 11 plantaciones muy grandes que contratan a más de 30 000 personas. La mayor parte del área adicional es cultivada por numerosos pequeños productores (1-10 ha) y algunos medianos productores (21-100 ha) que procesan su caña en las fábricas de las plantaciones grandes. Además, un gran número de personas en muchos pueblos y ciudades están involucradas en negocios con esta agroindustria.

18 Bajo la región costa se consideraron las siguientes regiones: Ancash, Arequipa, Ica, Lambayeque, La Libertad, Lima, Moquegua, Piura, Tacna y Tumbes. Bajo la región sierra se consideraron las siguientes regiones: Cajamarca, Cusco, Huanuco, Junín, Pasco y Puno. Bajo la región selva se consideraron las siguientes regiones: Amazonas, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali.

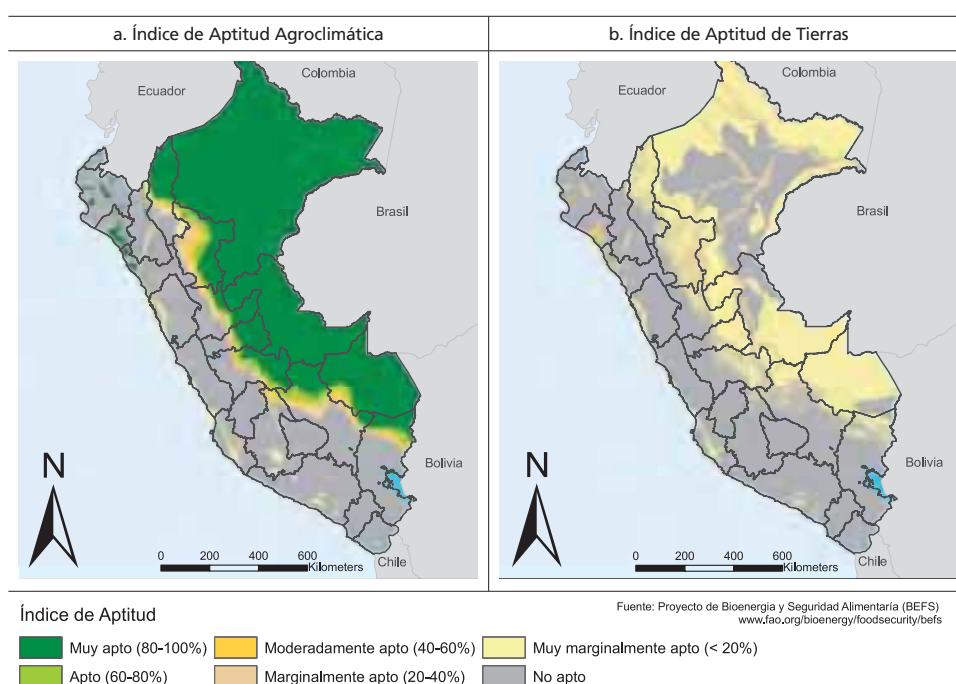
Hay un gran potencial para expandir la frontera agrícola en las tierras áridas de la Costa, con riego por goteo y en los valles tradicionales. La caña de azúcar puede ser cultivada en grandes plantaciones o por pequeños y medianos productores para obtener alcohol anhidro para satisfacer la demanda interna y para exportar.

Se estima que alrededor de 10 000 ha son cultivadas bajo condiciones de secano por pequeños productores en algunos valles interandinos (1 800-2 300 msnm) y en algunas áreas de la cuenca del Amazonas. Usan cultivares muy antiguos y baja tecnología y por lo tanto los rendimientos son muy bajos (menos de 50 t/ha/año). La caña es cosechada a mano a lo largo de todo el año. El jugo es extraído con implementos muy rústicos para obtener alcohol (para bebidas), melazas líquidas y sólidas y miel. Hay buenas oportunidades para expandir la frontera agrícola en la cuenca del Amazonas (tierra deforestada) para obtener alcohol anhidro. El cultivo podría ser llevado a cabo en grandes plantaciones o por pequeños y medianos productores.

En las Figuras 3.2a y 3.2b se presentan los resultados sobre área total correspondiente a caña de azúcar con labranza y altos insumos.

Figura 3.2

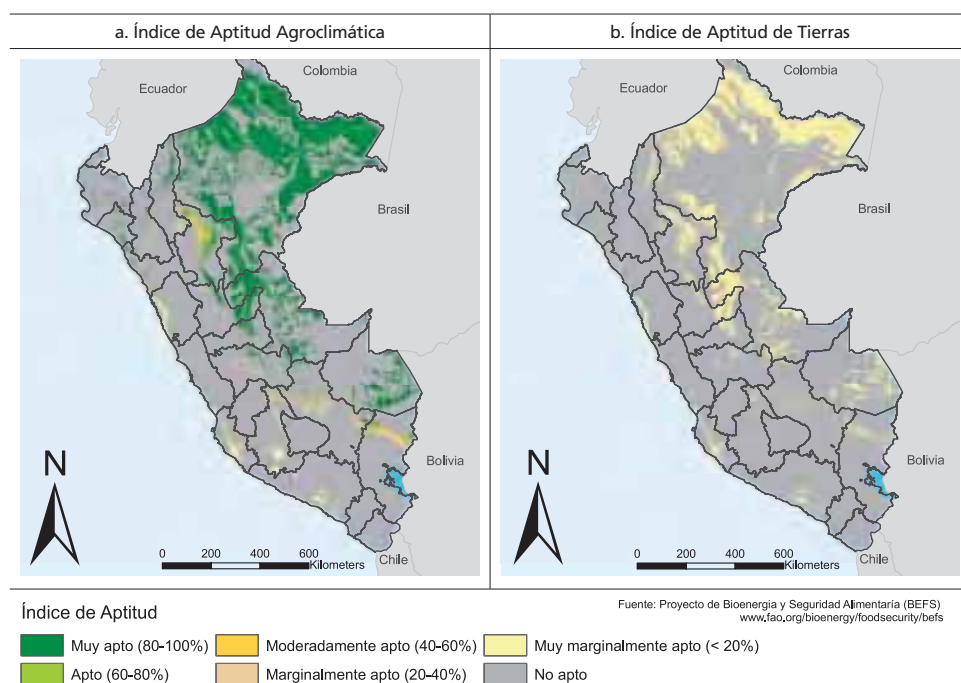
Caña de azúcar: labranza con altos insumos. Área total



En las Figuras 3.3a y 3.3b se presentan los resultados sobre área disponible correspondiente a caña de azúcar con labranza y altos insumos y en el Cuadro 3.4 los valores correspondientes a las áreas disponibles en cada una de las tres regiones geográficas.

Figura 3.3

Caña de azúcar: labranza con altos insumos considerando infraestructura de irrigación existente. Área disponible



En la Tabla 3.4 se puede observar que, de acuerdo al análisis, en la selva habrían alrededor de 4,7 millones de hectáreas muy aptas para el cultivo de caña de azúcar, 400,000 ha aptas, unas 190 000 ha serían moderadamente aptas, algo más de 80 000 ha marginalmente aptas, 160,000 ha muy marginalmente aptas y el resto (más de 51 millones de ha) se consideran como no aptas. Sin embargo, se debe considerar que en varias zonas, el exceso de lluvias puede limitar el desarrollo de este cultivo. En la sierra, solamente cerca de 446 000 ha serían muy aptas, 250,000 ha aptas, unas 104 000 ha aptas, 70,000 ha moderadamente aptas, casi 130,000 ha marginalmente y el resto (más de 34 millones de ha) no son aptas. En la costa, bajo condiciones de secano, no existen áreas disponibles, pero cuando se consideró la infraestructura de riego existente, se estimó que algo más de 200,000 ha serían muy aptas, 70,000 ha aptas, unas 59 000 moderadamente aptas y aproximadamente 41 000 ha serían marginalmente aptas. El resto (más de 25 millones de ha) se consideran como no aptas.

Cuadro 3.4

Área disponible (ha) para caña de azúcar por región geográfica e índice de aptitud considerando infraestructura de riego existente

Región	Muy adecuada	Adecuada	Moderadamente apta	Marginalmente apta	Muy marginalmente apta	No apta
Selva	4 731 646	387 250	190 430	83 152	158 257	51 410 751
Sierra	446 158	252 476	104 270	70 224	128 995	34 840 981
Costa	219 897	69 584	59 173	41 539	39 808	25 566 330

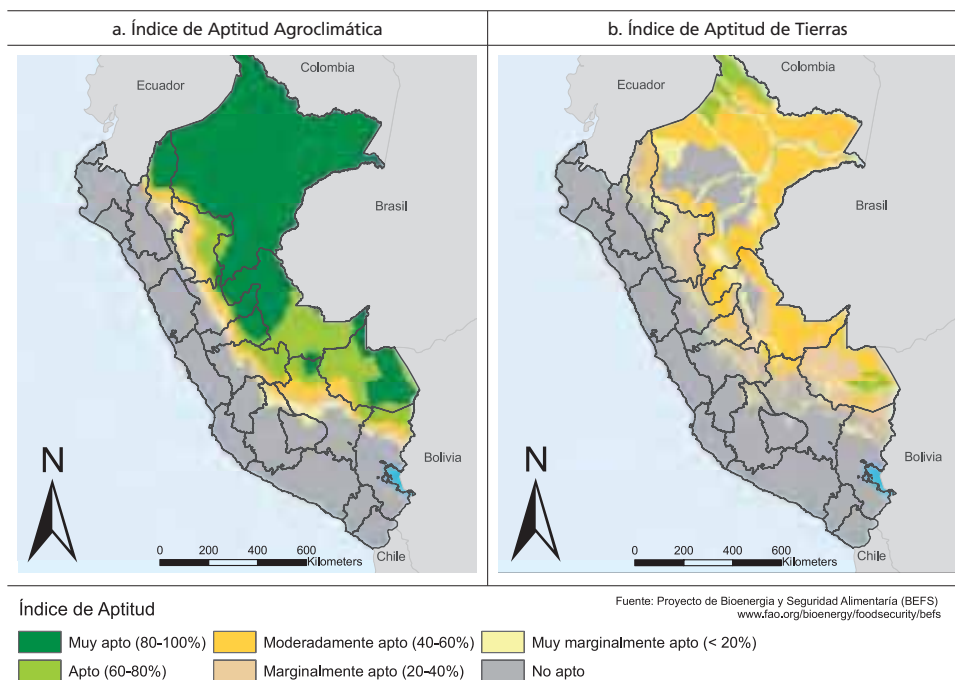
3.5.2 PALMA ACEITERA

Este cultivo se realiza exitosamente en aproximadamente 20 000 ha en la cuenca del Amazonas en solo dos grandes plantaciones, bajo un sistema agrícola conservacionista con alto nivel de insumos pero protegiendo el ecosistema. Utilizan los cultivares modernos más productivos y adaptados y una mecanización completa. Sin embargo, no hay laboreo y una cobertura permanente del suelo con materia orgánica está siempre presente. Esta es la principal razón por la cual el análisis fue hecho bajo la asunción de la agricultura de conservación como sistema de producción. Se utilizan niveles óptimos de agroquímicos. Los rendimientos son buenos, el precio del producto es competitivamente bajo y las ganancias son altas.

En las Figuras 3.4a y 3.4b se presentan los resultados sobre área total correspondiente a palma aceitera con agricultura de conservación y altos insumos.

Cuadro 3.4

Palma aceitera: agricultura de conservación con altos insumos. Área total



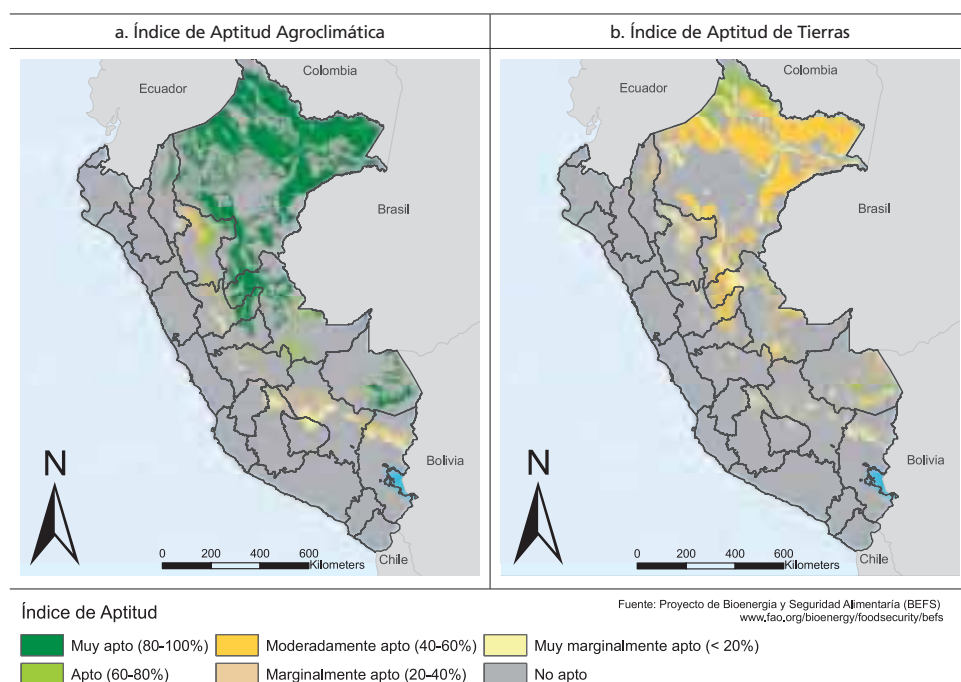
En las Figuras 3.5a y 3.5b se presentan los resultados sobre área disponible correspondiente a palma aceitera con agricultura de conservación y altos insumos y en el Cuadro 3.5 los valores correspondientes a las áreas disponibles en cada una de las tres regiones geográficas.

En el Cuadro 3.5 se puede observar que, de acuerdo al análisis, la Selva presenta más de 10 millones de hectáreas muy aptas para el cultivo de palma aceitera, un millón de hectáreas

serían aptas, 210 000 hectáreas moderadamente aptas, 350 000 hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 14 millones de hectáreas) se consideran como no aptas. En la Sierra, solamente 450 000 hectáreas serían muy aptas, unas 220 000 hectáreas aptas o moderadamente aptas, casi 1 millón de hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 19 millones de hectáreas) no son aptas. En la Costa, bajo condiciones de secano, prácticamente no existen áreas disponibles.

Figura 3.5

Palma aceitera: agricultura de conservación con altos insumos. Área disponible



Cuadro 3.5

Área disponible (ha) para palma aceitera por región geográfica e índice de aptitud

Región	Muy adecuada	Adecuada	Moderadamente apta	Marginalmente apta	Muy marginalmente apta	No apta
Selva	10 231 546	1 011 420	210 104	173 821	170 340	13 819 074
Sierra	448 120	112 760	111 307	163 887	803 213	19 084 537
Costa	-	-	-	-	1 859	20 144 746

3.5.3 PIÑÓN BLANCO

Tradicionalmente, este cultivo se siembra en pequeñas parcelas y como cerco vivo. Recientemente, se han instalado algunos ensayos en diversas localidades del país, principalmente en la Costa Norte y Central y en el Nororiente (San Martín). Los primeros resultados indican rendimientos de 3-4/ton/año. Se requiere mucha mano de obra para la

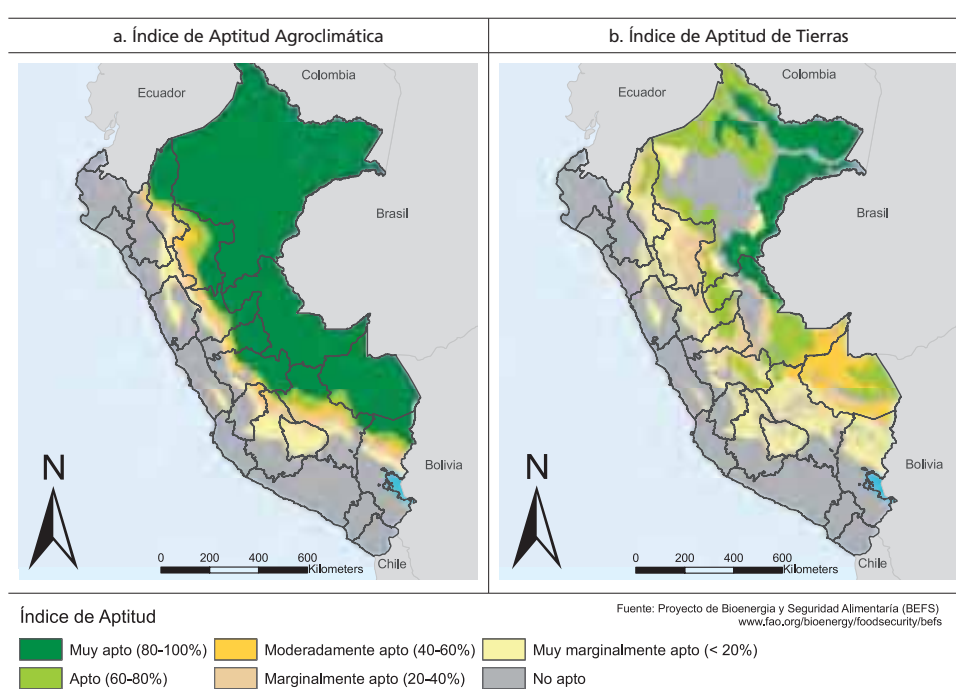
cosecha ya que los frutos son altamente dehiscentes y caen al madurar. Por lo tanto, es necesario considerar la mecanización de esta labor.

Siendo un cultivo bastante rústico, las áreas marginales de la Costa (áridas y salinas) podrían ser sembradas con este cultivo. En la Selva podría ocupar áreas degradadas. Las posibilidades en la Sierra son menores.

En las Figuras 3.6a y 3.6b se presentan los resultados sobre área total correspondiente a piñón blanco con agricultura de conservación y bajos insumos.

Figura 3.6

Piñón blanco: agricultura de conservación con bajos insumos. Área total



En las Figuras 3.7a y 3.7b se presentan los resultados sobre área disponible correspondiente a piñón blanco con agricultura de conservación y bajos insumos y en el Cuadro 6 los valores correspondientes a las áreas disponibles en cada una de las tres regiones geográficas.

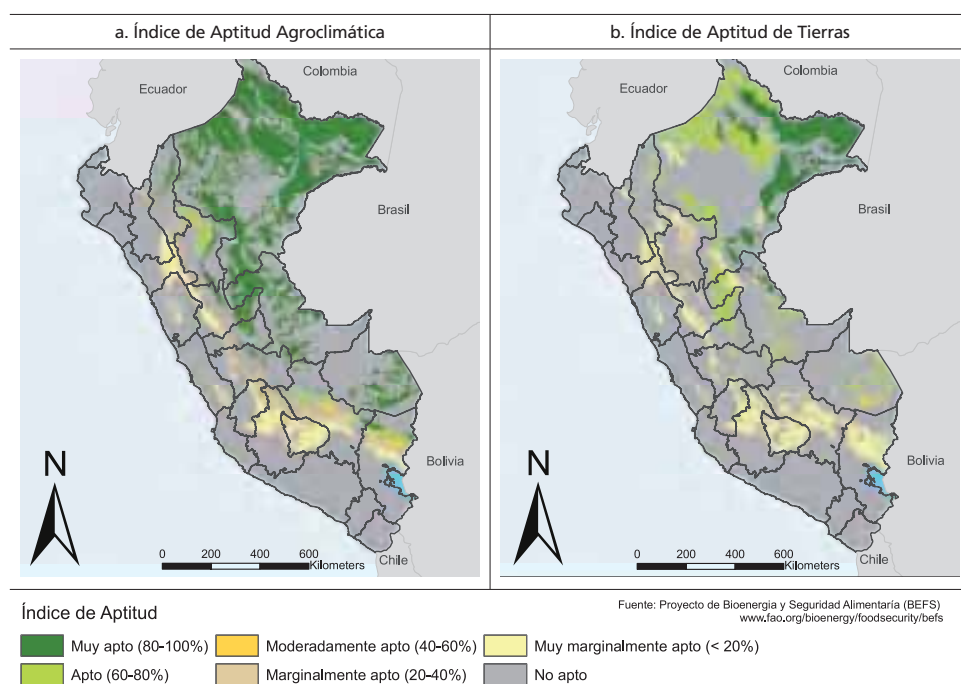
En la Cuadro 3.6 se puede observar que, de acuerdo al análisis, la Selva es una región muy apta para el cultivo de piñón blanco ya que presenta casi 15 millones de hectáreas muy aptas, 500 000 hectáreas serían aptas, 60 000 hectáreas moderadamente aptas,

120 000 hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 10 millones de hectáreas) se consideran como no aptas. En la Sierra, unas 850 000 hectáreas serían muy aptas o aptas, 100 000 hectáreas moderadamente aptas, 800 000 hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 19 millones de hectáreas)

no son aptas. En la Costa, bajo condiciones de secano, muy pocas áreas serían disponibles: algo más de 200 000 hectáreas pero marginalmente o muy marginalmente aptas.

Figura 3.7

Piñón blanco: agricultura de conservación con bajos insumos. Área disponible



Cuadro 3.6

Área disponible (ha) para cultivo de piñón blanco por región e índice de aptitud

Región	Muy adecuada	Adecuada	Moderadamente apta	Marginalmente apta	Muy marginalmente apta	No apta
Selva	14 992 409	538 997	59 544	51 170	70 385	9 903 800
Sierra	742 569	102 222	96 497	209 569	598 153	18 974 811
Costa	0	0	625	15 821	201 482	19 928 657

3.5.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El proyecto BEFS ha permitido la generación de una base armonizada de datos cartográficos a partir de la recolección y validación de información de distintos sectores. Esta base de datos será de gran ayuda para la planificación/ejecución/supervisión de los distintos proyectos sociales que se vienen realizando en los programas de la FAO. La valiosa información obtenida ayudará a determinar la ubicación adecuada de las zonas de intervención (cuencas, valles, microcuencas, sectores, regiones, etc.) de los distintos proyectos a formular y ejecutar, evitando el mal uso de recursos (tiempo y dinero) para generar una información ya existente.

Se ha logrado determinar la disponibilidad actual de tierras aptas que se pueden utilizar para cultivos bioenergéticos, habiéndose diseñado la herramienta *Land Suitability Assessment*, elaborada bajo el sistema de información geográfica. Esta herramienta no sólo ayuda a efectuar un análisis de identificación de áreas potenciales para los cultivos de biocombustibles líquidos, sino, que nos permite hacer un análisis para todo tipo de cultivos ya que la herramienta nace a partir de premisas agroecológicas.

El correcto uso de la base de datos y de la herramienta permitirá efectuar un análisis para estudios de ordenamiento territorial (zonificación agroecológica, zonificación de unidades de suelos, zonificación ecológica y económica, planes de ordenamiento territorial, etc.), cambio climático, análisis de riesgo en zonas agropecuarias, reducción de vulnerabilidad, manejo de cuencas, entre otros.

La demanda de energía en el Perú se cubre a partir de diversas fuentes: agua, petróleo y gas natural. Los proyectos de biocombustibles líquidos, considerados como energía limpia, pueden contribuir a satisfacer la demanda del país pero siempre es importante evaluar los impactos ambientales positivos y negativos.

En el caso de etanol anhidro, a partir del 2010, será obligatorio mezclarlo con gasolina hasta en un 7,8 por ciento. La demanda en dicho año podrá ser cubierta con la producción que se obtiene en unas 10 000 hectáreas de caña de azúcar. Una vez cubierta la demanda, los excedentes podrán ser exportados.

Costa

Los resultados del estudio indican que bajo condiciones de secano, en la Costa prácticamente no hay tierras disponibles para el desarrollo de cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Sin embargo, en base a la disponibilidad de infraestructura de agua para riego existente permite afirmar que existe un potencial de tierras eriazas, cercano a 200 000 hectáreas, ubicadas en zonas áridas situadas entre las regiones de Piura y Lima, que podrían destinarse a la implementación de cultivos de caña de azúcar y eventualmente piñon blanco para producir biocombustibles líquidos. Sin embargo, es necesario un análisis profundo del impacto de la disponibilidad de agua para verificar que este recurso existe.

Los resultados del estudio indican que bajo condiciones de secano, en la Costa prácticamente no hay tierras disponibles para el desarrollo de cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Sin embargo, la disponibilidad de agua para riego permite afirmar que existe un potencial de tierras eriazas, cercano a 200 000 hectáreas, ubicadas en zonas áridas situadas entre las regiones de Piura y Lima, que podrían destinarse a la implementación de cultivos de caña de azúcar y eventualmente piñon blanco para producir biocombustibles líquidos. Sin embargo, es necesario un análisis profundo del impacto de la disponibilidad de agua para verificar que este recurso existe.

Considerando que en la Costa la precipitación es casi nula, el agua se obtiene ya sea de los ríos o de la napa freática. Actualmente, un gran volumen de agua se pierde en el Océano Pacífico por lo que es necesario construir más reservorios y dar un adecuado mantenimiento a los que actualmente existen y que presentan serios problemas de colmatación.

Otra alternativa es la construcción de canales similares al que conduce agua para la irrigación Chavimochic (Región La Libertad). La transferencia de agua desde la cuenca Amazónica permitirá obtener grandes volúmenes de agua para el desarrollo de las tierras áridas de la costa. Ya se tienen dos ejemplos importantes en la región Arequipa (Proyecto Majes-Siguas) y en Lambayeque (Olmos). En ambos casos, se beneficiará a un gran número de pequeños y medianos agricultores. Sin embargo, es necesario considerar que estos proyectos requieren grandes inversiones y son a mediano y largo plazo.

El desarrollo de las plantaciones azucareras para obtener etanol anhidro, ya sea para el mercado interno o para exportación, requiere grandes inversiones y el uso de técnicas modernas de cultivo, especialmente la implementación del riego tecnificado, la labranza intensiva y un alto nivel de insumos para asegurar buenos niveles de productividad. Por ello, se estima que serán grandes inversionistas los que comprarán las tierras aptas. Las nuevas empresas se convertirán en polos de desarrollo y contribuirán a reducir la pobreza rural, gracias a la creación de un gran número de puestos de trabajo para los pobladores ubicados cerca de las plantaciones. Asimismo, la demanda local respecto a varios servicios, se incrementará sustancialmente. Además, las nuevas plantaciones incentivarán el desarrollo de unidades agrícolas pequeñas y medianas que abastecerán con caña de azúcar a las fábricas que producirán etanol anhidro. Finalmente, es preciso destacar que se trata del uso de tierras en las que el cultivo de caña de azúcar no compite con cultivos alimenticios.

Andes (sierra)

En el presente estudio se ha evidenciado que la mayor parte del territorio de la Sierra no es apta para cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Este último aparece como el más promisorio con unas 800 000 hectáreas muy aptas o aptas. En general, la ampliación de la frontera agrícola presenta una serie de problemas entre los que se pueden citar: topografía accidentada, factores climáticos negativos (heladas, sequías), excesivo fraccionamiento de la propiedad agrícola, falta de ordenamiento de la propiedad de los predios (titulación) y difíciles condiciones socioeconómicas de los pobladores.

La topografía que resulta de la presencia de la cordillera de los Andes, favorece la erosión causada por las lluvias y por las malas prácticas agrícolas. Se han desarrollado una serie de proyectos para contrarrestar la erosión evitando la desertificación pero el efecto multiplicador es muy lento. El mejor ejemplo se refiere a los trabajos de PRONAMACHCS, creado en 1981 y que desde el 2008 está incorporado dentro de AGRO RURAL.

Se han propuesto varios proyectos en relación a la implementación de cultivos (canola, girasol e higuera) para obtener biocombustibles líquidos pero ninguno ha prosperado.

En el futuro, es probable que la mayoría de los agricultores siga con sistemas de producción de subsistencia. Continuarán sembrando cultivos tradicionales para autoconsumo, para intercambio y para mercados locales. Se trata de agricultura con cultivos asociados, intensa rotación de cultivos, agroforestería, uso de pesticidas casi nulo, poco capital, uso intensivo de mano de obra y prácticas para la conservación del suelo y la biodiversidad.

Hay algunos ejemplos de investigación y extensión participativa de cultivos nativos, destacando la papa amarilla y la quinua cuyos rendimientos y calidad han mejorado notoriamente lo que permite obtener buenos precios y por ende permite reducir la pobreza rural.

Selva

El territorio que ocupa la Selva representa más de la mitad del área del país. Las lluvias son abundantes y gran parte de la llanura amazónica tiene poca pendiente por lo que está cubierta por agua o la napa freática es muy superficial lo que constituye una seria restricción para el desarrollo de proyectos agrícolas. Además, sería necesario talar los árboles y la deforestación generaría desertificación. Algunos reportes indican que ya existen más de 3 millones de hectáreas deforestadas, principalmente en las regiones San Martín, Loreto y Ucayali. Otras versiones señalan que habría algo más de 1 millón de hectáreas deforestadas, el 10 por ciento de las cuales sería altamente apropiada para expansión de la frontera agrícola y un 40 por ciento sería moderadamente apropiada, de acuerdo a consideraciones agroclimáticas.

En esta región geográfica, la palma aceitera es el cultivo por excelencia, utilizando agricultura de conservación y usando altos insumos. El presente estudio indica que existirían más de 10 millones de hectáreas disponibles. Actualmente, hay cerca de 20 000 hectáreas con dicho cultivo y varios estudios anteriores indican que el área deforestada, inmediatamente disponible para este cultivo sería de alrededor de 120 000 hectáreas. El uso de mano de obra es intensivo lo que constituye un aspecto fundamental para el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores.

En cuanto al cultivo de caña de azúcar, los resultados obtenidos indican que habrían alrededor de 2 millones de hectáreas aptas. Sin embargo, hay que tener presente que en diversas oportunidades se ha analizado la posibilidad de instalar plantaciones azucareras pero los estudios no han tenido en cuenta que las condiciones agroclimáticas de la cuenca amazónica son muy diferentes a las existentes en la Costa en cuanto a variedades, manejo del cultivo, duración del ciclo vegetativo y rendimientos. En varias zonas, las lluvias son excesivas, la topografía dificulta la mecanización y la infraestructura existente no es apropiada lo que restringe las áreas disponibles para desarrollar plantaciones de caña de azúcar y que eventualmente el porcentaje de sacarosa es bastante menor en comparación con los valores obtenidos en la Costa.

El potencial para piñon blanco también es importante ya que, de acuerdo al presente estudio, habrían unas 15 millones de hectáreas muy aptas para dicho cultivo. Sin embargo, no hay antecedentes respecto a su comportamiento en esta zona geográfica. Se requerirá hacer muchos estudios para determinar la factibilidad de implementarlo.

3.6 PRINCIPALES PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA AGRICULTURA EN PERÚ.

A. Identificación de los principales problemas para el desarrollo rural: población, diversidad cultural y niveles de pobreza.

Perú está localizado en la parte central y occidental de Sudamérica, tiene un territorio de 1 285 215 km² y una población aproximada de 29 millones de habitantes. En términos de su distribución espacial y demográfica, Perú está forjado por modelos desafiantes. Los Andes dividen al territorio en tres principales ecosistemas: Costa, Sierra y Selva. La Costa representa alrededor del 11 por ciento del territorio y concentra aproximadamente el 54 por ciento de la población del país. La Sierra, localizada entre la Costa y la Selva, representa aproximadamente 32 por ciento del total del territorio y 35 por ciento de la población nacional. Finalmente, la Selva representa el 57 por ciento del total del área del país y concentra solo el 11 de la población. Esta distribución plantea varias potencialidades y limitaciones en términos del manejo de los recursos del país y del logro de las metas de equidad social.

Además de su diversidad y riqueza ecológica, la complejidad del Perú está asociada a sus características multiculturales y multilingüísticas. Aunque la vasta mayoría de la población del país habla español, alrededor de cuatro millones de personas – especialmente en la región andina- habla quechua, una de las lenguas indígenas más importantes del país. Además de estas dos lenguas, en otras partes del país, la población habla aymará y diferentes lenguas amazónicas como el aguaruna, ashaninka, shipibo-conibo, chayahuita y otros.

En un país signado por altos niveles de pobreza, con un escenario cultural complejo que está a menudo asociado a severas limitaciones socioeconómicas. En términos de pobreza, 39,3 por ciento de la población peruana es pobre –aproximadamente, 11 millones de personas. De estas, 13,7 por ciento viven bajo condiciones de extrema pobreza (INEI, 2007). El último informe nacional sobre pobreza indica que la pobreza está predominantemente concentrada en los Andes (60,1 por ciento seguida por la Selva (48,4 por ciento y finalmente por la Costa (22,6 por ciento). La clasificación del Índice de Desarrollo Humano, preparado anualmente por el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) indica que, para el año 2007, Perú ocupó la 78ª posición dentro de los 182 países incluidos en el análisis; esto lo clasifica entre los países de ingresos medios (UNDP, 2009). Los indicadores demográficos adicionales son una creciente tasa de desempleo (8,4 por ciento), una sistemáticamente alta tasa de analfabetismo (8,5 por ciento general) y una aún preocupante tasa de mortalidad infantil de 20/1 000 (UNICEF, 2009).

Aunque estos indicadores son de por sí alarmantes, es importante subrayar las diferencias existentes entre los ambientes urbano y rural. Del total de la población peruana, alrededor de 24,1 por ciento vive en áreas rurales (INEI, 2007) y son altamente dependientes de la agricultura en pequeñas explotaciones. Por lo tanto, en términos de

tasa de pobreza, la población rural del campo es predominantemente pobre (64,6 por ciento) comparada con la urbana (25,7 por ciento). La ruralidad, como es ampliamente conocida, está a menudo asociada a falta o insuficiente acceso a infraestructura productiva y social y servicios básicos (por ejemplo, agua potable, electricidad y saneamiento). Las áreas rurales están caracterizadas por las tasas más bajas en términos de indicadores de calidad de vida, especialmente aquellos asociados a la educación y la salud.

B. Agricultura en pequeñas explotaciones: *el desafío*

Aunque pueda parecer paradójico, la diversidad tanto geográfica como ecológica conlleva limitaciones a la producción agrícola en Perú. De acuerdo con la investigación conducida sobre las principales capacidades de uso del suelo, 42 por ciento del territorio peruano es considerado como protector (por ejemplo, tiene serias limitaciones para la producción), 38 por ciento tiene aptitud para la forestación, y menos del cinco por ciento es apropiado para la producción agrícola. Además, en términos de la distribución de la tierra agrícola por tamaño, esta está predominantemente concentrada en pequeñas unidades de producción: 70,4 por ciento son unidades con menos de cinco hectáreas, 21,9 por ciento son unidades agrícolas medianas, 6,6 por ciento son grandes unidades (más de 20 a 100 hectáreas) y solamente 1,4 por ciento son consideradas unidades muy grandes (más de 100 hectáreas). CENAGRO (1994) informó que el tamaño promedio de una parcela de tierra agrícola es de 3,1 hectáreas y cada una de ellas tiene, aproximadamente, 3,3 parcelas (Apéndice 5). La explicación a esta distribución está relacionada, entre otros factores, a los cambios estructurales asociados a la reforma agraria que tuvo lugar en el país durante la década de 1970.

Globalmente, la Sierra representa una de las áreas más importantes de diversidad de cultivos nativos (Tapia, 1998). Entre ellos, cereales, granos, y tubérculos (por ejemplo, papa, kañiwa, kiwicha, oca, olluco, nashua, quinua, tarwi) pueden contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Sin embargo, a pesar de la diversidad de cultivos, las comunidades andinas enfrentan extrema pobreza. Esto está asociado con bajos niveles de productividad, falta de capacidad para agregar valor a la transformación de productos, limitado acceso a la tecnología y fuentes renovables de energía y débil integración a los mercados nacionales e internacionales. Más importante, muchas comunidades andinas continúan perdiendo conocimiento local tradicional asociado con prácticas agrícolas locales. En su lugar, enfatizan el uso de ajustes tecnológicos incluyendo la aplicación de pesticidas, todos los cuales han contribuido a la severa erosión de las bases naturales locales y de recursos humanos.

C. Principales problemas relacionados con las pequeñas explotaciones en Perú

- **Disponibilidad de información agropecuaria.** La información es un insumo clave para tomar decisiones de políticas oportunas y adecuadas, ya sea a los niveles nacional, regional o local. A nivel nacional, el último censo agropecuario conducido en Perú por el Ministerio de Agricultura fue en 1994. Por lo tanto, en gran medida, la

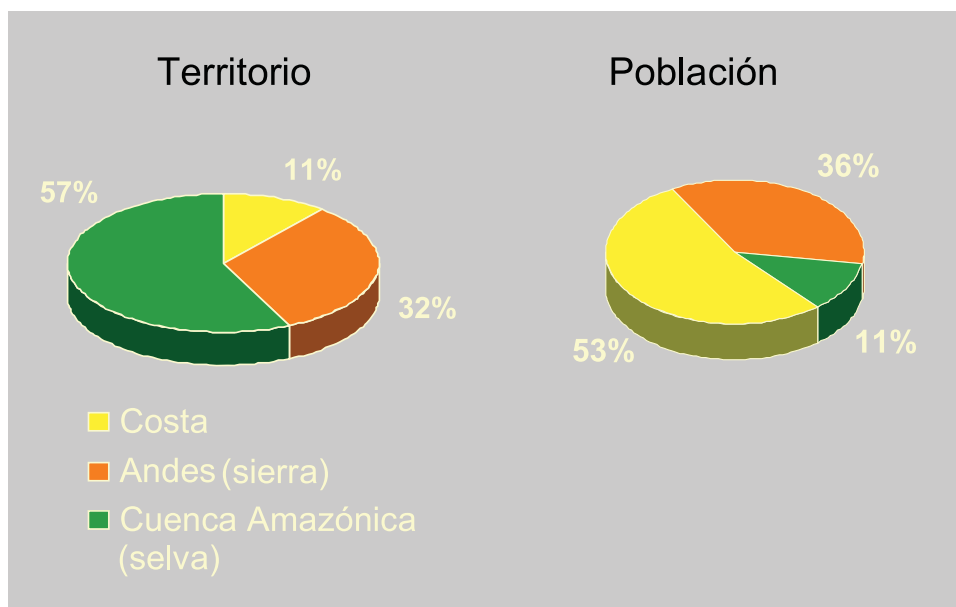
política actualmente está siendo formulada sobre la base del perfil de un país que existió hace 15 años (Fort, 2009). A los niveles regional y local se llevan a cabo intentos para llenar ese vacío pero usualmente les falta de rigor técnico para garantizar la calidad de los datos. Más es aún, estos están usualmente enfocados en la agricultura de gran escala más que en las pequeñas explotaciones.

- **Acceso limitado a tecnología adecuada.** Diferentes instituciones –desde el Ministerio de Agricultura hasta las ONG– proponen, implementan y diseminan diferentes mecanismos tecnológicos. Sin embargo, estos deberían estar adaptados a los actuales procesos productivos de las comunidades rurales y no esperar que ocurran otras dinámicas. La introducción de insumos agropecuarios, herramientas, maquinaria y equipos, usualmente están dirigidos a mejorar la productividad pero no están considerando los parámetros adecuados para el desarrollo de capacidades o las características del contexto donde intervienen (Paniagua, 1993).
- **Movimientos del mercado y eficiencia.** Anteriormente, la agricultura en pequeñas explotaciones era principalmente para subsistencia. Hoy día, de una manera u otra, estas economías están ligadas a los mercados local y regional. Sin embargo, los términos y condiciones bajo los cuales estos intercambios tienen lugar no son necesariamente adecuados en términos de oportunidades, precios y beneficios. A pesar de los intentos bien intencionados como la promoción de las cadenas de valor, los pequeños productores no están aún satisfactoriamente «integrados» al mercado. Hay todavía una importante demanda de necesidades que necesita ser llenada en términos de servicios básicos como transporte, sistemas de almacenamiento, suministro de insumos *in situ*, crédito, etc.
- **Oportunidades de crédito rural.** La falta de oportunidades de crédito es una limitación para el desarrollo rural, especialmente para la agricultura en pequeñas explotaciones (Trivelli, 1997). La ausencia de crédito en las áreas rurales es usualmente explicada debido a la insuficiencia de recursos y/o porque la provisión de préstamos no es atractiva para los beneficiarios debido a los riesgos productivos o a las dificultades para seleccionar y dar seguimiento a los prestatarios. Sin embargo, esto también es un problema de demanda.

A pesar de esas limitaciones, sin embargo, la agricultura en pequeñas explotaciones tiene también importantes ventajas que necesitan ser consideradas. Entre ellas está la generación de sistemas de conocimiento local agropecuario enfocados a la revalorización de la sabiduría y prácticas tradicionales, los procesos de innovación agraria asociados a la capacidad de adaptación y adopción y a la consolidación de las organizaciones y redes agropecuarias que permiten por experiencia intercambiar e incrementar las oportunidades. Todo esto ha conducido a los investigadores agrarios a darse cuenta que podrían estar frente a un nuevo escenario que consiste no en una sino en muchas «agriculturas en pequeñas explotaciones» (Trivelli *et al.*, 2006).

DISTRIBUCIÓN DEL TERRITORIO Y POBLACIÓN

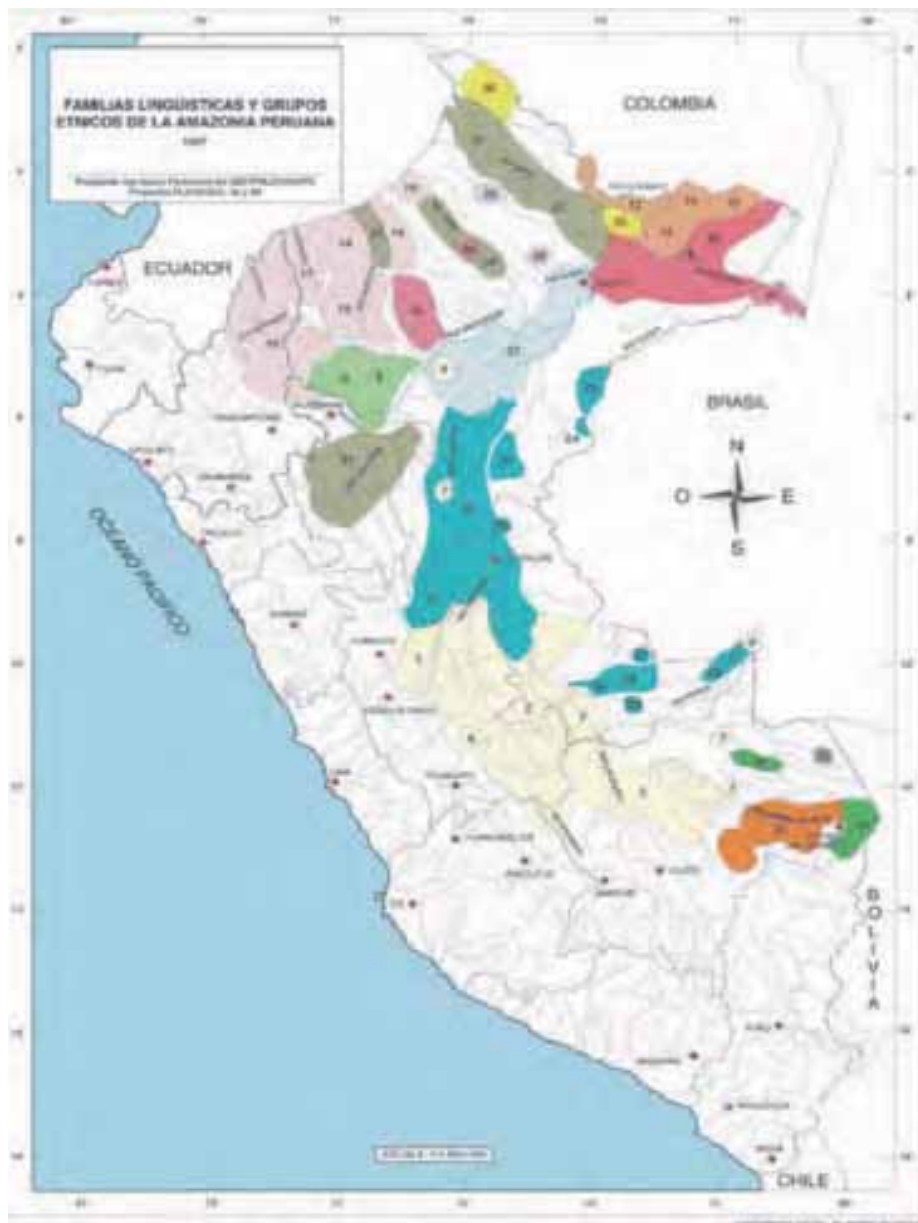
Figura 3A.1



Fuente: INEI, 2007

APÉNDICE 3 **B** MAPA ETNO-LINGÜÍSTICO

Figura 3B.1



APÉNDICE 3 **C** MAPA DE POBREZA

Figura 3C.1

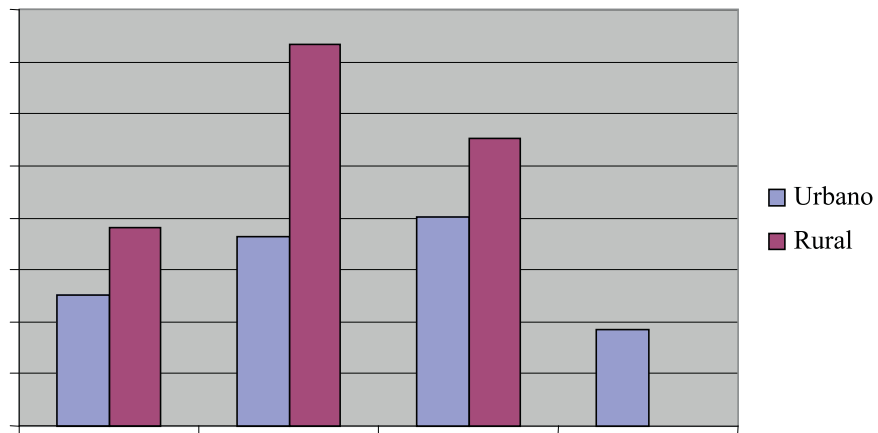


Fuente: INEI, 2007

D

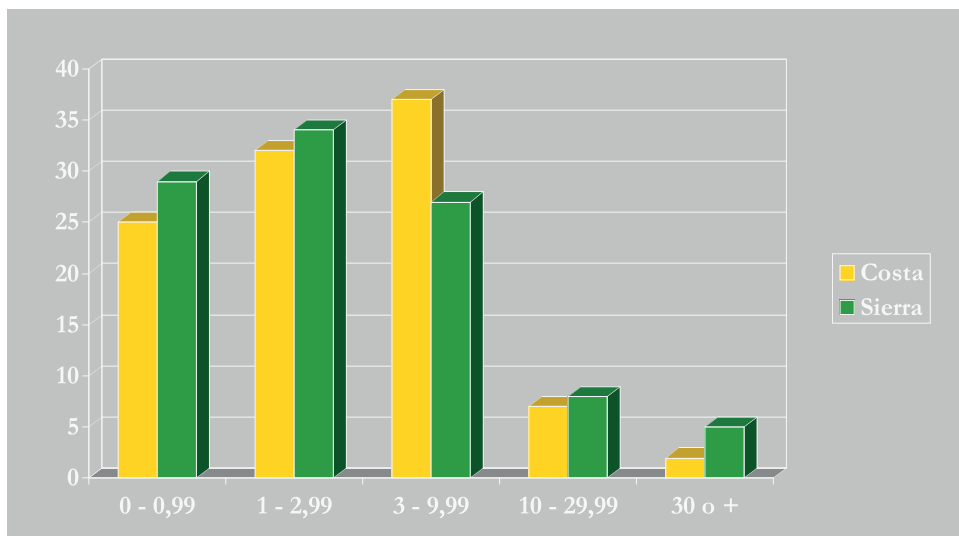
NIVELES DE POBREZA POR REGIÓN

Figura 3D.1



Fuente: INEI, 2007

Figura 3D.2



Fuente: INEI, 2007

EMBALSES EN LA COSTA DE PERÚ

A. POECHOS

Ubicación: 45 km al este de la ciudad de Sullana (Piura)

Año: 1976

Capacidad de almacenamiento: 1 000 millones de m³ de agua desde el río Chira

Área de influencia: 82 000 ha

Principales cultivos: arroz, algodón

Situación actual: la colmatación representa el 50 por ciento de la capacidad inicial de almacenamiento

B. SAN LORENZO

Ubicación: 60 km al este de la ciudad de Piura (Piura)

Año: 1942

Capacidad de almacenamiento: 250 millones de m³ de agua desde el río Quiroz

Área de influencia: 60 000 ha

Número de familias: 8 000

Principales cultivos: lima (10 000 ha), mango (7 000 ha)

Situación actual: canales y otras estructuras bien mantenidas

C. TINAJONES

Ubicación: 40 km al este de la ciudad de Chiclayo (Lambayeque)

Año: 1973

Capacidad de almacenamiento: 300 millones de m³ de agua desde el río Chancay

Área de influencia: 40 000 ha

Principales cultivos: caña de azúcar (tres grandes plantaciones) y cultivos alimenticios (pequeños productores)

D. GALLITO CIEGO

Ubicación: 30 km de la carretera Panamericana, entre las ciudades de Chiclayo y Trujillo

Año: 1988

Capacidad de almacenamiento: 400 millones de m³ de agua desde el río Jequetepeque

Área de influencia: 50 000 ha

Principales cultivos: caña de azúcar (pequeños y medianos productores) y cultivos alimenticios (pequeños productores)

PROYECTOS DE ETANOL ANHIDRO DE CAÑA DE AZÚCAR EN PERÚ

PROYECTO MAPLE ETANOL

Ubicación: Piura, 1 200 km al norte de Lima, entre las ciudades de Sullana y Paita

Área de caña de azúcar: 7 800 ha de tierra árida

Riego: riego por goteo. Agua desde el río Chira, 160 millones de m³/año

Rendimientos esperados: 150 t/ha cosechada (14 meses)

Planta de procesado: 5 000 t de caña/día

Producción de etanol: 35 millones de galones/año

Electricidad: 37 megavatios (100 por ciento de la demanda del proyecto)

Empleos: 1 000 durante la fase de construcción (2009-2010) y 500 durante la fase de explotación

Inversión: 250 millones de Euros

PROYECTO AGROINDUSTRIAL CAÑA BRAVA

Ubicación: Piura, 1 200 km al norte de Lima, cerca de la ciudad de Sullana

Área de caña de azúcar: 7 000 ha en valles

Riego: riego por goteo. Agua del río Chira, 160 millones de m³/año.

Rendimientos esperados: 150 t/ha cosechada (14 meses)

Planta de procesado: 4 000 t de caña/día

Producción de etanol: 30 millones de galones/año

Electricidad: 12 megavatios (100 por ciento de la demanda del proyecto)

Empleos: 2 000 durante la fase de explotación

Inversión: 360 millones de dólares estadounidenses

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS BIOENERGÉTICOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DEL SISTEMA CHIRA

Cayo L. Ramos Taipe

4.1 RESUMEN

La gestión de los recursos de agua y de suelo son especialmente importantes en las regiones semiáridas donde el conflicto por el agua es una realidad. En el norte del Perú, en el departamento de Piura, hogar de 956 000 habitantes, la baja disponibilidad de agua a causa de la insuficiente capacidad reguladora del embalse Poechos y la demanda creciente en los valles de Chira y Piura, requieren un enfoque integral del manejo de los recursos para asegurar la sostenibilidad del valle y la seguridad del abastecimiento de productos agrícolas a la población.

En las últimas décadas se han ejecutado sistemáticamente obras hidráulicas de regulación, aprovechamiento y control de los recursos hídricos con inversiones del Estado; sin embargo, estas obras constituyen una solución parcial ya que la eficiencia en el uso del agua es baja. Por otro lado, la obra principal del Sistema, la presa Poechos, viene progresivamente perdiendo volumen de almacenamiento útil a causa de las altas tasas de transporte de sedimentos del río Chira que hasta ahora han causado la pérdida del 50 por ciento del volumen diseñado (840 Hm^3) del embalse. Como consecuencia, en estos valles, el problema de la escasez de agua es latente

El estudio evalúa la sostenibilidad del recurso hídrico ante el crecimiento de la actividad agrícola (demanda hídrica agrícola), a causa de la incorporación de cultivos bioenergéticos para producción de biocombustibles (etanol) en el Valle de Chira.

La evaluación se basa en cuatro Escenarios, donde varían fundamentalmente la demanda y la disponibilidad de agua en el valle del río Chira. Estos cuatro Escenarios describen y evalúan sus impactos desde el punto de vista de la confiabilidad del sistema, la cobertura de la demanda y la vulnerabilidad del sistema. Los escenarios son: Escenario 1 -Escenario de Referencia; Escenario 2 -Escenario con incremento de áreas con caña de azúcar; Escenario 3 -Escenario con incremento de áreas con sorgo, y Escenario 4 -Escenario con aumento de áreas con caña de azúcar y aumento de áreas de cultivo de los agricultores.

La simulación del Sistema y la evaluación de la confiabilidad se realizaron con el modelo WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) (Yates *et al.* 2005). Los resultados para los escenarios 2, 3 y 4 indican una reducción de la confiabilidad, lo cual conlleva una disminución de la demanda atendida. Esta última disminuye del 90 por ciento (referencia)



a 84, 89 y 85 por ciento para los agricultores y de 80 por ciento a 60, 74 y 52 por ciento para los cultivos bioenergéticos.

Los resultados muestran que urge una planificación del aprovechamiento de los recursos agua y suelo de los valles Chira y Piura. Asimismo mejorar la productividad del agua (0,7 kg de arroz/m³ de agua usada y 1,34 kg/ m³ del valle en su conjunto), lo que permitiría una mayor producción de alimentos con el mismo volumen de agua y la misma superficie de suelo.

4.2 INTRODUCCIÓN

El trabajo propone estudiar el componente agua y su sostenibilidad en los valles de Chira y Piura donde serán incorporadas progresivamente 22 280 ha de cultivos bioenergéticos para producción de etanol por parte de cuatro empresas nacionales y transnacionales. Los objetivos principales de este estudio son:

- Aplicar el modelo WEAP en la cuenca del Río Chira para la implantación de cultivos bioenergéticos teniendo en cuenta la demanda y la oferta de agua. Esto incluye: (I) aguas subterráneas, (II) uso de aguas de retorno, (III) uso de aguas servidas, (IV) uso poblacional, (V) uso industrial y (VI) generación de energía.
- Aplicar el modelo WEAP a los siguientes escenarios:
 - (I) Escenario 1 de Referencia, situación actual que incluye los caudales que se derivan hacia el valle de Piura.
 - (II) Escenario 2, situación en el 2030 con incremento de áreas cultivadas con caña de azúcar.
 - (III) Escenario 3, situación en el 2030 con incremento de las áreas cultivadas con sorgo.
 - (IV) Escenario 4, situación en el 2030, considerando un incremento de las áreas de cultivo de caña y un aumento de las áreas de cultivo de los agricultores.

Lógicamente, la simulación deberá tener en cuenta la disminución de la capacidad del embalse Poechos.

- Relacionar los resultados de la aplicación del modelo con los beneficios/consecuencias respecto a la seguridad alimentaria.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS CHIRA Y PIURA Y EL SISTEMA HÍDRICO CHIRA-PIURA

Las cuencas de los ríos Chira y Piura son las cuencas que contribuyen con esorrentía al Sistema Chira-Piura del cual se abastece de agua a los usuarios agrícolas, para el consumo humano y para la producción energética e industrial.

4.2.1.1 CUENCA DEL RÍO CHIRA

La cuenca geográfica de este río está situada entre los paralelos 03°40'28" y 05°07'06" de Latitud Sur y los meridianos 80°46'11" y 79°07'52" de Longitud Oeste.

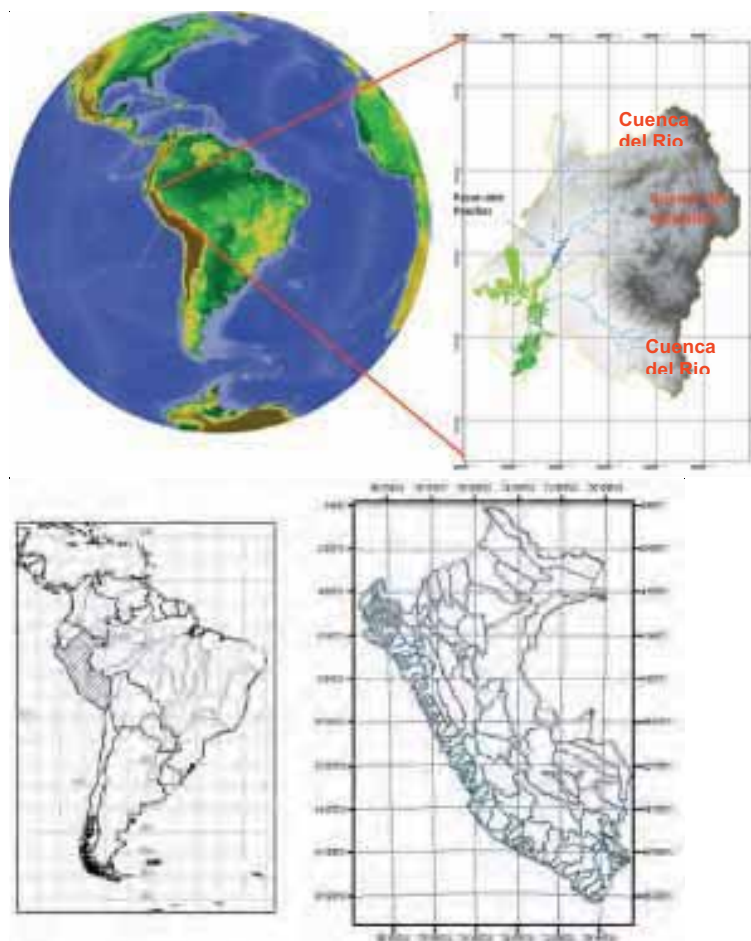
Limita por el Norte con la cuenca del río Puyango, por el Sur con las cuencas de los ríos Piura y Huancabamba, por el Este con las cuencas de Zamora y Chinchipe (Ecuador) y por el Oeste con el Océano Pacífico.

La cuenca del río Chira (Figura 4.1) es una cuenca binacional (Perú y Ecuador) y tiene una superficie de drenaje de 19 095 km² hasta su desembocadura en el mar; la cuenca tiene una superficie de 7 162 km² dentro de territorio ecuatoriano y 11 933 km² dentro de territorio peruano en el departamento de Piura. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9 500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3 000 msnm con el nombre de Catamayo (Ecuador); después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km. sirviendo de límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor: continúa en dirección Suroeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar después de haber recorrido aproximadamente 300 km.

Figura 4.1

Ubicación de la cuenca de los ríos Chira y Piura



Fuente: elaboración propia

Sus principales afluentes son: por la margen izquierda los ríos Macará, Quiroz y Chipillico y por la margen derecha el río Alamor, Samán y otros (Cuadro 4.1 y Figura 4.2).

Cuadro 4.1

Subcuencas de la cuenca Chira

Cuenca	Area km ²	Longitud Cauce km	Altua media msnm	Forma cuenca (Gravelius)
Catamayo	4 241,20	189,00	1 732,00	1,74
Macara	2 750,80	141,00	1 672,00	1,71
Quiroz	3 160,00	165,00	1 776,00	1,50
Alamor	1 190,40	120,70	701,00	1,61
Aportes directos	2 240,00	56,00	300,00	-
Presa Poechos-mar	3 117,60	120,00	35,00	-

Figura 4.2

Subcuencas y estaciones hidrométricas del río Chira



4.2.1.2 CUENCA DEL RÍO PIURA

La cuenca del río Piura (Figura1) está situada geográficamente entre los paralelos 4°42' y 5°45' de Latitud Sur y los meridianos 79°29' y 81° de Longitud Oeste. Tiene un área de total de 12 216 km² hasta la desembocadura al mar por el estuario de Virrilá y nace a 3 600 msnm, en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, en la Cordillera de los Andes. Limita por el Norte con la cuenca del río Chira, por el Sur con la cuenca del río Cascajal, por el Este con la cuenca del río Huancabamba y por el Oeste con el Océano Pacífico.

Los cauces de los afluentes son torrentosos y bien definidos, mientras que el cauce del río Piura en las zonas bajas es variable por la escasa pendiente y se caracteriza por la formación de meandros, con propensión a las inundaciones en algunas zonas.

El río Piura, así como el Chira pertenecen al Sistema Hidrográfico del Pacífico y sus cursos son alimentados principalmente con las precipitaciones estacionales que ocurren en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes.

4.2.1.3 SISTEMA HÍDRICO CHIRA-PIURA

El aprovechamiento de los recursos hídricos y los suelos en los valles del río Chira y Piura (Figura 4.3), reviste cada vez mayor importancia. A partir de 1971 se comenzó la construcción del Sistema Chira-Piura con el objetivo de optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos y de suelos en ambos valles para la producción agrícola.

Las principales obras hidráulicas de control, conducción y distribución de aguas de este sistema son:

- a) la represa Poechos con el embalse del mismo nombre, ubicada en el cauce del río Chira. Su capacidad diseñada de almacenamiento fue de 840 Hm³, para regulación anual y eventualmente dos años de las aportaciones del río Chira controlada por la represa (1976); las características del reservorio actualmente son:
 - Nivel normal de operación: 103,0 msnm
 - Nivel mínimo de captación: 78,5 msnm
 - Volumen de almacenamiento¹⁹ a nivel 103: 441,04 Hm³
 - Volumen total de sedimentos sobre la cota 78,5²⁰: 443,96 Hm³.
 - Área de espejo a nivel 103 msnm 75 km².
 - Longitud de embalse: 24,0 km.
- b) Canal de Derivación Chira-Piura (canal Daniel Escobar), deriva las aguas de la presa Poechos al río Piura (para el valle de Piura), tiene una longitud de 54 km y una capacidad de conducción máxima de 70 m³/s.
- c) Presa derivadora de los Ejidos, aguas arriba de la ciudad de Piura en el cauce del río Piura, que capta las aguas provenientes de Poechos y las del río Piura, derivándolas por el canal Biaggio Arbulú para irrigar el valle del Bajo Piura.
- d) Presa derivadora de Sullana, ubicada en el cauce del río Chira, a 0,5 km aguas abajo de la ciudad de Sullana. En el cuerpo de la presa también están alojadas dos bocatomas: Margen Izquierda - canal Jibito, Margen Derecha - Canal Norte y Sur con una minicentral hidroeléctrica. Con la puesta en funcionamiento de la Presa Sullana, se forma un embalse con una capacidad de almacenamiento de 6 Hm³ a un nivel de fondo de 36,5 msnm, para compensación diaria de aguas soltadas del embalse Poechos.

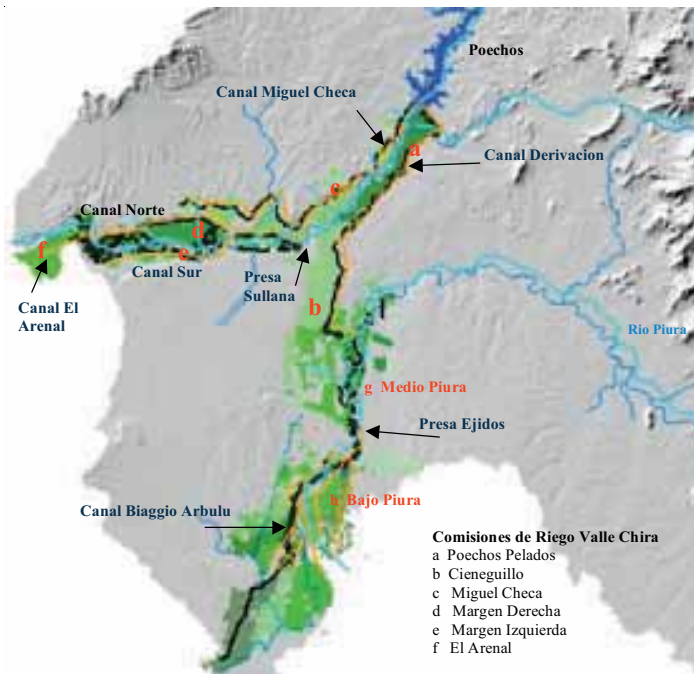
19 Diciembre 2008

20 Diciembre 2008

- e) Canales de riego principales:
- Canal "Miguel Checa", capta las aguas de la salida del embalse Poechos y atiende la parte alta del valle de Chira; tiene una longitud de 78,5 km y una capacidad de 19 m³/s.
 - Canal "Norte", capta las aguas reguladas por el embalse Sullana y entrega parte de sus aguas a los canales "Sur" y "El Arenal" a través de dos sifones; en conjunto atienden la parte baja del valle de Chira.

Figura 4.3

Infraestructura hidráulica del Sistema Chira-Piura y Comisiones de Riego



Fuente: elaboración propia

4.2.1.4 ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica del Sistema Chira-Piura, está representada por los aportes de los ríos Chira y Piura. Los registros históricos datan del año 1925 en el caso del río Piura y desde 1938 para el río Chira. Para estos análisis se emplearon los datos históricos de los caudales de ambos ríos. El establecimiento de la oferta hídrica a efectos del análisis se explica con mayor detalle en el Capítulo IV del Compendio Técnico Volumen II.

4.2.1.5 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

La demanda hídrica incluye los requerimientos del recurso por parte del sector agrícola, uso poblacional, necesidades ambientales, usos energéticos e industriales y las pérdidas en los canales de conducción. El establecimiento de la demanda hídrica para efectos del análisis se explica con mayor detalle en el Capítulo IV del Compendio Técnico Volumen II.

4.2.1.6 PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA DEL VALLE CHIRA Y PIURA

La agricultura es la actividad que usa el mayor volumen de agua en los valles estudiados, llegando al 90 por ciento; el resto es usado por la industria (uno por ciento) y el consumo poblacional (nueve por ciento). La productividad del agua en el valle de Chira y Piura, permite analizar la relación entre la cantidad (kg) de alimento que es posible producir por cada metro cúbico de agua empleado; en el presente caso el valor obtenido es de 1,28 kg de alimento por cada mil metros cúbicos de agua, (Cuadro 4.2). Según el Banco Mundial este valor está dentro del promedio que se encuentra en los países en desarrollo, por ejemplo, en la provincia de Hai del Norte de China se usan 1 m³ de agua para producir un kg de granos pero los países desarrollados usan entre 30 y 40 por ciento menos agua.

Lo anterior indica que existe la posibilidad de producir más alimentos con la misma cantidad de agua, elevando la eficiencia del uso, y mejorando la tecnología de producción de alimentos.

Cuadro 4.2

Productividad del agua en el Valle Chira

AÑO	SISTEMA CHIRA PIURA		VALLES CHIRA Y PIURA	
	MASA BRUTA (toma de la fuente) (m ³)*	MASA NETA (entrega en parcela) (m ³)**	Producción de principales productos agrícolas (TM)***	Productividad del agua (TM/1000m ³)****
2006	1 415 008 485,40	837 337 139,10	1 141 113,40	1,36
2007	1 577 155 064,20	1 017 134 540,10	1 177 545,00	1,16
2008	1 504 517 424,00	940 522 921,60	1 237 867,20	1,32
Promedio				1,28

* Información del Proyecto Especial Chira Piura, Dirección de Operación y Mantenimiento (registros hidrométricos de tomas laterales).

** Información de la Junta de Usuarios del Valle del Chira (según registros de los sectoristas, consolidado por la Junta de Usuarios). Información proporcionada por la Junta de Usuarios del Medio y Bajo Piura, conforme el PDA (Plan de Distribución de Agua) y volumen facturado.

*** Los Principales Productos Agrícolas son: arroz cáscara, plátano, tomate, arveja grano seco, frijol grano seco, camote, papa, yuca, coco, limón, mango, espárrago, maíz duro y alfalfa

**** Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática- Oficinas Sectoriales de Estadística, INEI-OTED-ODEI Piura

Un análisis del cultivo del arroz, que representa cerca del 50 por ciento del área cultivada en el valle de Chira y alrededor del 30 por ciento del área cultivada del valle de Piura, refleja una productividad ligeramente creciente en los últimos seis años, excepto en 2004, donde se presenta una sequía. El promedio de la productividad es de 0,55 kg de arroz por cada 1000 m³ de agua usada, (Cuadro 4.3 y Figura 4.4). Esto muestra que existe un potencial para mejorar el uso del agua y la tierra en los valles de Chira y Piura.

Sin embargo, este resultado es sensiblemente mayor a la productividad de otros países en vías de desarrollo como Pakistán donde la productividad del agua en el cultivo de arroz es de 0,27 kg/m³.

Cuadro 4.3

Descriptores de la productividad del agua y el suelo en el Valle de Chira para el cultivo de arroz

	Unidad de Medida	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.
Arroz Cáscara *	Tonelada	368 598	255 417	426 374	359 173	400 341	520 367
Área cultivada **	ha	23 623,3	23 606,1	30 265,0	29 487,0	30 007,0	31 821,4
Agua Usada***	Hm ³	590,6	590,2	756,6	737,2	750,2	795,5
Productividad Tierra ****	TM/ha/año	15,6	10,8	14,1	12,2	13,3	16,4
Productividad Agua	kg/m ³	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7

* Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática- Oficinas Sectoriales de Estadística, INEI-OTED-ODEI Piura

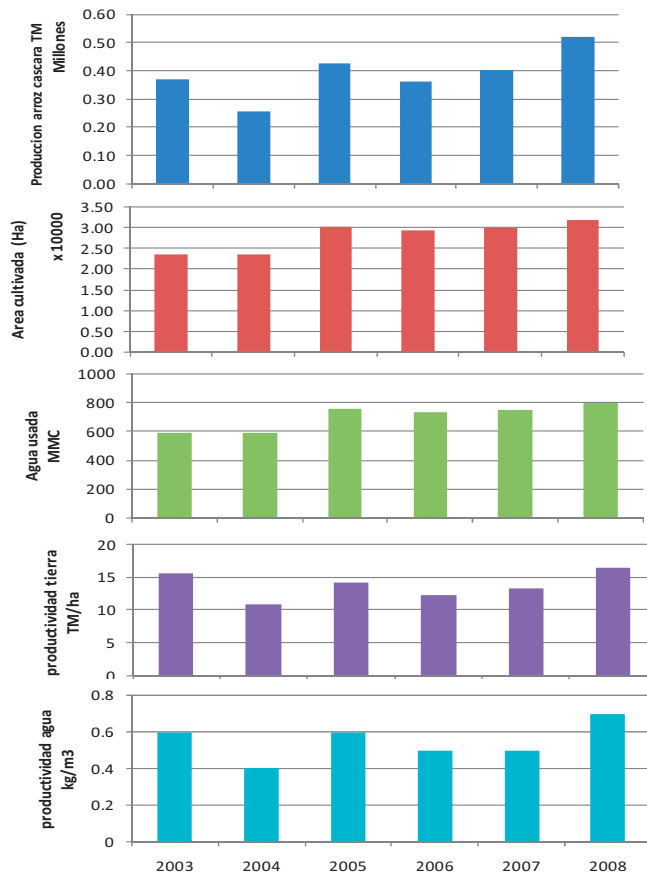
** El área cultivada incluye el Valle de Chira y el valle de Piura

*** Valor estimado a partir de los módulos de uso, reportados por las Juntas de Usuarios

**** Rendimiento incluye campaña Chica

Figura 4.4

Niveles de productividad del agua y el suelo en el Valle de Chira para el cultivo de arroz



4.3 MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

El proceso de modelamiento hidrológico del Sistema Chira-Piura, fue realizado con la ayuda de un programa de cómputo WEAP21. WEAP es una herramienta de computación para la planificación integrada de los recursos hídricos y provee un marco conceptual completo, flexible y amigable para analizar políticas y directrices en el manejo del agua.

Actualmente muchas regiones enfrentan grandes retos en el manejo de recursos hídricos, incluyendo la asignación de los limitados recursos de agua, el mantenimiento de la calidad del agua y la definición de políticas de manejo del recurso. Para enfrentar estos retos, los modelos convencionales orientados al suministro de agua no siempre son adecuados.

El modelo WEAP se basa en el principio de contabilidad del balance de agua y es aplicable a sistemas de agua potable y sistemas agrícolas, cuencas individuales o sistemas más complejos. El análisis de Escenarios es fundamental en WEAP. Los Escenarios se usan para explorar la respuesta del modelo a una amplia gama de preguntas, como por ejemplo, qué sucede si, a) los patrones económicos o demográficos cambian; b) los requerimientos del ecosistema son más estrictos; c) la combinación de cultivos cambia; d) la eficiencia de la irrigación mejora; e) se usa mayor cantidad de agua subterránea; f) las reglas de operación de reservorios cambian; g) el cambio climático altera la demanda y las fuentes de agua; h) la contaminación afecta la calidad del agua y otros.

La formulación y calibración del modelo se presentan en detalle en el capítulo Capítulo IV del Compendio Técnico Volumen II.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del modelo están organizados en cuatro escenarios: Escenario 1 de Referencia, Escenario 2 con incremento de áreas con caña de azúcar, Escenario 3 con incremento de áreas con sorgo y Escenario 4 con incremento de áreas con caña de azúcar y ampliación de cultivos por parte de los agricultores. Los Escenarios se detallan a continuación:

- El Escenario 1 de *Referencia*, mantiene las tendencias del valle en la oferta y la demanda sin la inclusión de cultivos bioenergéticos excepto los que ya están instalados.
- El Escenario 2, contempla un incremento de la demanda de 23 976 ha de caña de azúcar, con el resto de los componentes del modelo constantes.
- El Escenario 3, contempla el incremento de las 23 976 ha pero con el cultivo del sorgo.
- El Escenario 4, contempla el incremento en áreas de caña de azúcar, ocupación de mayor área por los agricultores e incremento del nivel de operación del embalse.

4.4.1 ESCENARIO 1: REFERENCIA

El Escenario 1 de *Referencia*, intenta representar el sistema tal cual se encuentra actualmente, manteniendo las tendencias del valle en la oferta y la demanda, sin la inclusión de cultivos bioenergéticos, excepto los que ya están instalados hasta el 2009 que representan el tres por ciento del área prevista. La fuente principal de abastecimiento de agua de los usuarios proviene de los ríos Chira y Piura y su regulación en la presa Poechos.

El análisis de los escenarios, incluido el Escenario 1, enfatiza el análisis de la satisfacción de las demandas agrícolas ya que esta actividad es la que demanda el mayor volumen de agua, cuidando en cada Escenario y simulación que el abastecimiento de las poblaciones tenga la primera prioridad. Los principales parámetros que caracterizan este Escenario se encuentran en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4

Parámetros principales del Escenario de Referencia

Periodo	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	0
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz)	
17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz)	
17 026,04 (arroz)		
Consumo Industrial Hm ³	1,23	1,23

Nivel de cobertura de la demanda

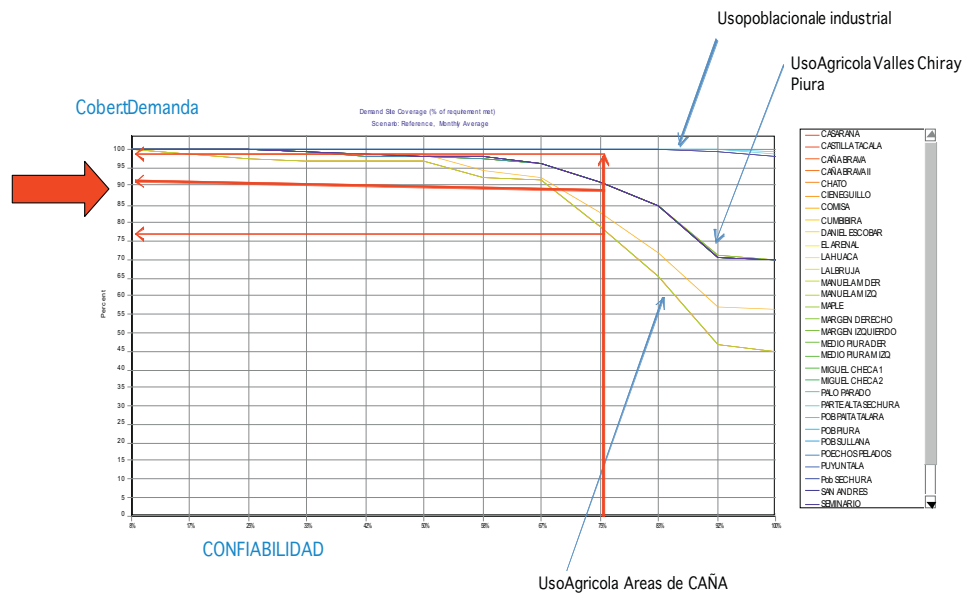
Bajo este Escenario, el nivel de cobertura de la demanda en el valle es satisfactorio; en promedio se cubre el 90 por ciento del total de las demandas agrícolas del valle, el 100 por ciento de las demandas poblacionales e industriales y el 76 por ciento en los cultivos nuevos en instalación (Figura 4.5).

Confiabilidad del sistema

La confiabilidad del sistema representa el número de veces que la demanda fue cubierta con la oferta de agua, es decir, la garantía que ofrece el sistema para satisfacer las demandas. Para este escenario la confiabilidad, en promedio, es del 75 por ciento (Cuadro 4.8).

Figura 4.5

Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 1



4.4.2 ESCENARIO 2: CON ÁREAS NUEVAS DE CAÑA DE AZÚCAR

En este Escenario se incorporan 23 976 ha nuevas con cultivo de caña de azúcar, en su totalidad en el valle de Chira (Figura 4.6). *En este Escenario y en los Escenarios 3 y 4 se incorpora agua subterránea en el modelo* para mejorar el abastecimiento de la demanda de las áreas nuevas propuestas para cultivos bioenergéticos.

Características del acuífero

El acuífero del valle de Chira no cuenta con estudios hidrogeológicos que permitan describir las características del mismo; se ha recurrido a la opinión de expertos de la Universidad Nacional Agraria, para estimar la capacidad de almacenamiento aprovechable del acuífero estimada en 30 Hm³. Los principales parámetros de la simulación del escenario 2 se muestran en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5

Parámetros principales del Escenario 2

Período	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	50 - Valle de Chira 0 - Valle de Piura
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz) 15 610,58 (caña)
Consumo industrial Hm ³	1,23	1,23
Incremento del volumen útil del embalse por cambio de cota máxima de regulación (Hm ³)	0	50
Uso de agua subterránea (Hm ³)	0	30

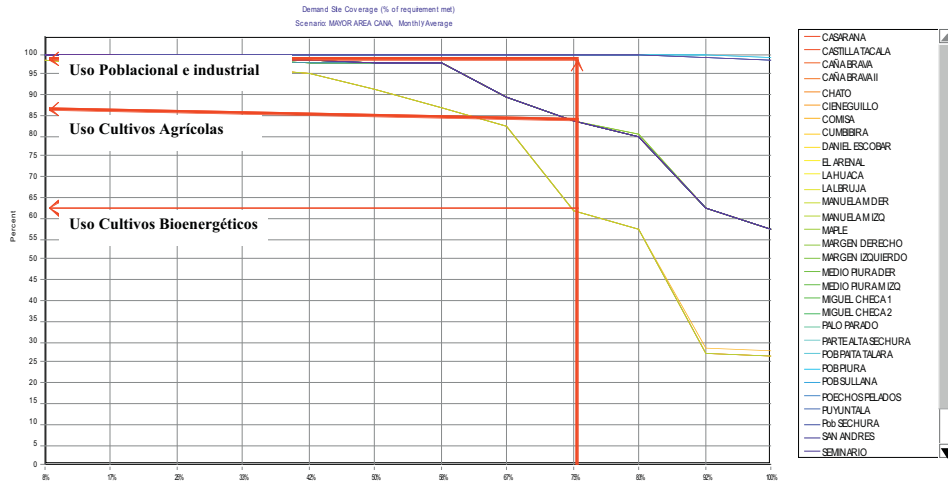
Nivel de cobertura de la demanda

Los resultados obtenidos en este Escenario, garantizan la dotación al 98 por ciento de agua para consumo poblacional: sin embargo, para la cobertura de las otras demandas, esta disminuye notablemente en el uso agrícola, tomando valores de 86 por ciento para los agricultores del valle y 62 por ciento para las áreas nuevas con cultivos bioenergéticos (Figura 4.6).

Confiabilidad del sistema

La confiabilidad del sistema en conjunto disminuye a 65 por ciento, en promedio, como se puede observar en el Cuadro 4.8.

Figura 4.6
Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 2



4.4.3 ESCENARIO 3: CON ÁREAS NUEVAS DE SORGO

Es uno de los Escenarios que presenta mejores valores en los indicadores de sustentabilidad en comparación a los escenarios 2 y 4, en razón del menor volumen de agua necesario para el cultivo del sorgo. Los principales parámetros de la simulación del Escenario 3 se encuentran en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6

Parámetros principales del Escenario 3

Periodo	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	50 – Valle de Chira 0 - Valle de Piura
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz) 7 985,7 (sorgo)
Consumo industrial Hm ³	1,23	1,23
Incremento del volumen útil del embalse por cambio de cota máxima de regulación (Hm ³)	0	50
Uso de agua subterránea (Hm ³)	0	30

Demanda atendida

Los resultados de la simulación del modelo para el Escenario 3, muestran un nivel de cobertura de la demanda del 98 por ciento para la demanda poblacional, 80 por ciento para los cultivos agrícolas del valle y 73 por ciento para el cultivo del sorgo.

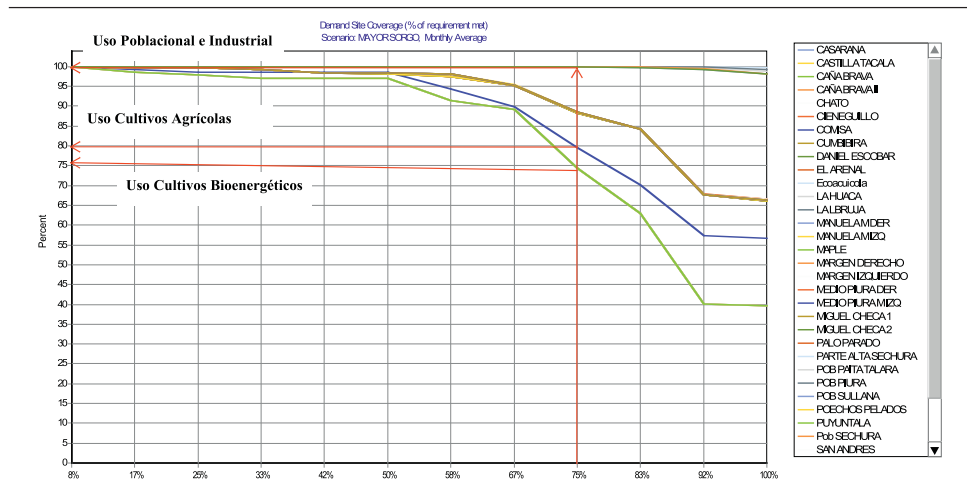
Los resultados obtenidos, aunque no son satisfactorios, muestran otras posibilidades de uso de cultivos con el mismo propósito (etanol) pero con menores volúmenes de uso de agua.

Confiabilidad del sistema

En este Escenario la confiabilidad del sistema mejora con un promedio de 70 por ciento, lo que indica que el abastecimiento de agua a las demandas sería superior con respecto al Escenario anterior (Figura 4.7).

Figura 4.7

Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 3



4.4.4 ESCENARIO 4: CON ÁREAS DE CAÑA DE AZÚCAR Y AMPLIACIÓN DE ÁREAS DE CULTIVO Y MAYOR VOLUMEN DEL EMBALSE

Este modelo incorpora el crecimiento de las áreas potenciales de los agricultores, además de las áreas instaladas con cultivos de caña de azúcar. Los principales parámetros que caracterizan este escenario se encuentran en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7

Parámetros principales del Escenario 4

Período	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	50 (cultivo de caña - valle Chira) 9,6 (otros cultivos - ambos valles)
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz) 15 610,58 (caña)
Consumo industrial Hm ³	1,23	1,23
Incremento del volumen útil del embalse por cambio de cota máxima de regulación (Hm ³)	0	50
Uso de agua subterránea (Hm ³)	0	30

Demanda atendida

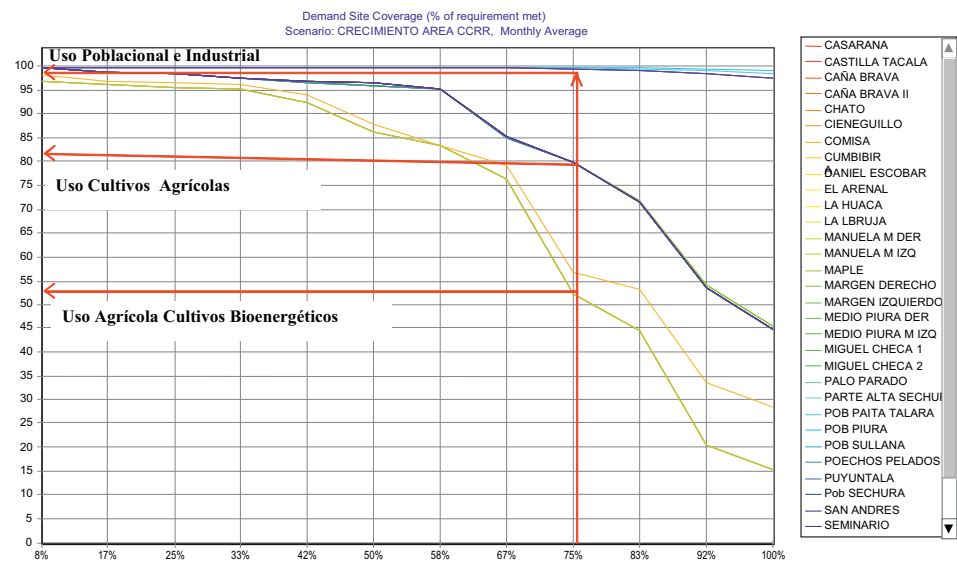
Los resultados de la simulación del modelo para el este escenario, muestran un nivel de cobertura de la demanda del 98 por ciento para la demanda poblacional, 80 por ciento para los cultivos agrícolas del valle y 52 por ciento para los cultivos de caña.

Los resultados obtenidos, aunque no son satisfactorios, muestran posibilidades de uso del valle en cultivos bioenergéticos (etanol) pero en menores volúmenes de uso de agua (50 por ciento).

Confiabilidad del sistema

La confiabilidad del sistema en este Escenario disminuye y tiene un promedio de 59 por ciento, lo que indica que la satisfacción del abastecimiento de agua a las demandas se vería muy afectado y el sistema no sería confiable (Figura 4.8).

Figura 4.8
Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 4



4.5 ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En base a los resultados obtenidos a través de los diferentes Escenarios simulados con el propósito de evaluar el impacto que cada Escenario tiene sobre la confiabilidad del sistema y como se puede apreciar en el Cuadro 4.8 y la Figura 4.9, el Sistema Chira-Piura, en general es un sistema con limitada confiabilidad en los Escenarios de Referencia y arroja valores no satisfactorios en los otros Escenarios.

Cuadro 4.8

Parámetros de evaluación de sostenibilidad del sistema en conjunto

Elementos	Escenarios			
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Número de déficits	279	381	337	453
Confiabilidad (%)	74,9	65,7	69,7	59,3
Vulnerabilidad media Hm ³ /mes	99,64	99,40	95,38	117,54
Vulnerabilidad máx. Hm ³ /mes	180,7	204,8	206,6	241,0
Resiliencia media (mes)	3,9	4,4	3,8	4,3
Resiliencia máx. (mes)	12,0	17,0	11,0	17,0

Se observa que:

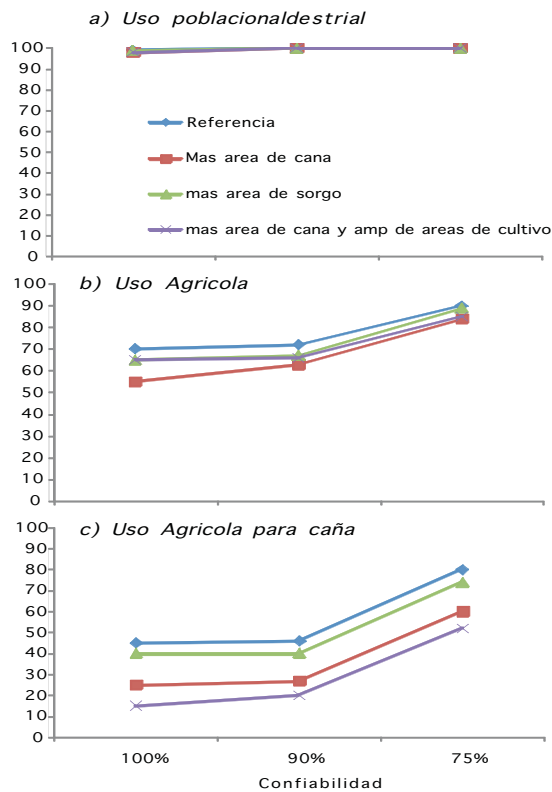
- I. **Escenario 1 de Referencia (situación actual):** este Escenario presenta 279 meses de déficit en los 1 112 meses analizados en 98 años: el tamaño medio de los déficits mensuales es 99,64 Hm³. Es un valor alto considerando que la demanda mensual varía de 100 Hm³ a 270 Hm³. La confiabilidad de 75 por ciento es un valor límite, lo que indica que se requiere trabajar en la gestión de la demanda para obtener una confiabilidad mayor a 75 por ciento. Otro indicador importante es su capacidad de resiliencia: 3,9 meses en promedio, pero que puede presentar un valor de hasta 12 meses. Estos indicadores presentan un Escenario apenas Satisfactorio.
- II. **Escenario 2:** Este escenario muestra una confiabilidad del 65 por ciento, presenta un elevado número de déficit (381 veces), su vulnerabilidad es similar al Escenario anterior y su resiliencia se ve incrementada 4,4 meses en promedio a 17 meses como valor máximo. En función de los indicadores, este Escenario se califica como No Satisfactorio.
- III. **Escenario 3:** Este escenario se vislumbra como la alternativa de mejor uso de agua en cultivos bioenergéticos ya que los indicadores mejoran y la confiabilidad se eleva a 70 por ciento. La vulnerabilidad continúa siendo alta (95,3 Hm³) y la capacidad de sobreponerse a un estado de déficit es de 3,8 meses en promedio y un máximo de 11 meses. Esto significa que tomaría solamente 3,8 meses para salir de un estado deficitario. Sin embargo, a pesar de esa mejora, el sistema resulta No Satisfactorio.
- IV. **Escenario 4:** Este Escenario es el que muestra la más baja confiabilidad (59 por ciento); como se puede apreciar en el Cuadro 4.8, el número de déficit es alto (453). El nivel de

cobertura de la demanda es también bajo y la resiliencia y la vulnerabilidad son altas y similares a las del Escenario 2. Por ello, es un Escenario No Satisfactorio.

En conclusión, según el presente estudio, sólo el Escenario I es Satisfactorio, pero con limitaciones y los otros tres Escenarios son No Satisfactorios.

Figura 4.9

Variación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda



4.6 CONCLUSIONES

La evaluación de los cuatro Escenarios donde varían la demanda y la disponibilidad de agua en el valle del río Chira describe y evalúa sus impactos desde el punto de vista de la confiabilidad del sistema, la cobertura de la demanda y la vulnerabilidad del sistema. Dichos escenarios son: Escenario 1 de Referencia, Escenario 2 con incremento de áreas con caña de azúcar, Escenario 3 con incremento de áreas con sorgo y Escenario 4 con aumento de áreas con caña y aumento de áreas de cultivo de los agricultores.

La simulación del Sistema Hídrico Chira-Piura y la evaluación de la confiabilidad se realizaron con el modelo WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) (Yates *et al.*

2005). Los resultados para los Escenarios 2, 3 y 4 indican una reducción de la confiabilidad, la cual conlleva una disminución de la demanda atendida; esta última disminuye del 90 por ciento (referencia) a 84, 89 y 85 por ciento para los agricultores y de 80 por ciento a 60, 74 y 52 por ciento para los cultivos bioenergéticos.

Estos resultados configuran que el Escenario 1 sea Satisfactorio con limitaciones y los Escenarios 2, 3 y 4 sean No Satisfactorios.

Los resultados muestran la necesidad urgente de una planificación del aprovechamiento de los recursos de agua y de suelo de los valles Chira y Piura. Asimismo, una mejora de la productividad del agua (0,7 kg de arroz/m³ de agua usada y 1,34 kg/m³ valle en su conjunto), lo que permitiría una mayor producción de alimentos con el mismo volumen de agua y las mismas extensiones de suelo.

En consecuencia, es posible hacer las siguientes recomendaciones:

- Formular planes de aprovechamiento de las aguas y el suelo del valle de Chira, con el fin de optimizar su uso.
- Ahondar los estudios referidos al sorgo como cultivo bioenergético, porque tiene menores requerimientos de agua.
- Incorporar medidas de control de la erosión en la cuenca alta del río Chira para disminuir la producción de sedimentos en la cuenca.
- Mejorar la eficiencia de las aguas de regadío
- Disminuir o eliminar el sistema de riego por pozas por ser muy ineficiente

ANÁLISIS DE RECURSOS BIOMÁSICOS LEÑOSOS Y DE RESIDUOS PARA USO COMBUSTIBLE

Víctor Barrena Arroyo, Jaime Gianella, Henry García,
Noelia Flores, Ethel Rubín, Juan Carlos Ocaña y Roxana Guillén

5.1 RESUMEN

La gestión del recurso biomásico orientada a promover el desarrollo de la bioenergía requiere de un mejor conocimiento sobre la situación actual para realizar un análisis de las perspectivas y el potencial de desarrollo que esta forma de energía tiene en el Perú. Con el objetivo de mejorar la capacidad del país para el desarrollo de la gestión pública-privada de los recursos biomásicos y salvaguardando la seguridad alimentaria de la población, se aplicó la metodología *Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping -WISDOM* de la FAO, con el objetivo de proveer evaluaciones cualitativas y servir como herramienta de planeamientos estratégicos para identificar sitios que requieran una acción prioritaria. Este análisis ayudó a identificar, cuantificar y localizar la producción y el consumo de biocombustibles y otros eventuales recursos dendroenergéticos dentro de un área geográfica específica y estimar su potencial²¹.

El análisis se realizó en base al establecimiento de datos geo-referenciados, lo cual permitió visualizar en mapas la producción y el consumo de dendroenergía y de otras formas de bioenergía, como así también sus potencialidades, cubriendo todo el país tanto a nivel de Provincia como a nivel de unidad espacial (píxel). El logro más importante en la aplicación de WISDOM ha sido la colección y armonización de las bases de datos generadas por distintas instituciones del Perú relacionadas con la oferta y la demanda de biomasa para la generación de energía así como haber generado una primera aproximación al estado actual del sistema bioenergético del país. Cabe indicar que una de las principales observaciones se relaciona con la falta de información; esto precisa definir una línea de acción que permita llenar estos vacíos para mejorar la calidad de la base de datos y los resultados encontrados.

Se estimó que el consumo de leña y carbón total del país fue cerca de 4 millones de toneladas por año aunque informes oficiales estiman que llega a los 5 millones de toneladas anuales; estas discrepancias se deben principalmente a la falta de información lo cual no permitió que algunas ciudades hayan sido evaluadas correctamente en el análisis (Lima y

²¹ Los detalles sobre la aplicación de la metodología de WISDOM para Perú se presentan en el Capítulo V del Compendio Técnico Volumen II.



Huancayo, por ejemplo) o porque no se ha tomado en cuenta en el caso de las industrias que los exportan, el origen de la leña y el carbón. En base a los resultados obtenidos las provincias que presentan el mayor consumo de biomasa son Virú (La Libertad) Chota (Cajamarca), Morropón (Piura) y Tarma (Junín).

Los resultados sobre la oferta en lo referente a la productividad media de los bosques (naturales y plantaciones), accesible y disponible para usos energéticos estiman que se llega a 252 millones de toneladas. Por otro lado, son casi 16 millones de toneladas de biomasa provenientes de otras fuentes como los residuos en el campo de los cultivos considerados en este estudio (maíz amarillo duro, arroz, caña de azúcar, algodón, espárrago, olivo), de los residuos de la agroindustria relacionada con estos cultivos y de los aserraderos.

Finalmente, el balance entre la oferta potencial y el consumo actual estimado, señala la importancia que tienen la leña, el carbón vegetal y los residuos de biomasa para la producción de energía en los sectores residencial, comercial e industrial del país. El balance entre la oferta dendroenergética y la demanda, indica que el Perú tiene un saldo positivo de un poco más de 250 millones de toneladas al año pero que la distribución de este superávit no es uniforme. Las provincias localizadas en la Selva presentan altos superávit, mientras que las provincias de la Costa y de la Sierra presentan serios déficit. Considerando los residuos, el saldo positivo general a nivel del país asciende a cerca de 270 millones de toneladas.

Se recomienda que WISDOM se convierta en una herramienta de planificación del Estado para definir y localizar los programas de fomento de plantaciones energéticas y ser base del desarrollo de políticas y programas del desarrollo energético del país a partir de la biomasa. De esta manera, sería altamente recomendable aplicar la metodología WISDOM a nivel local lo cual permitiría también la implementación de estos programas a nivel localizado. Se recomienda también que el equipo que ha trabajado en la aplicación de WISDOM en el Perú continúe procesando y analizando información para mejorar esta herramienta de planificación.

5.2 INTRODUCCIÓN

Los residuos agrícolas y forestales del Perú son recursos que actualmente no son explotados comercialmente y que presentan un gran potencial como fuente de energía primaria. En el Balance Nacional de Energía (BNE) elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), la biomasa de origen agrícola y forestal no es contabilizada como fuente de Energía Primaria Comercial (EPC).

El suministro de biomasa agrícola y forestal con fines energéticos puede clasificarse en dos grandes categorías según procedencia: a) de plantaciones energéticas²² y, b) de

22 Se desarrollan para que el conjunto de la biomasa aérea producida se destine única o principalmente a la generación de energía. Comprenden plantaciones de especies arbóreas de período vegetativo prolongado y plantaciones de período vegetativo corto (2 – 4 años) conformadas por especies arbóreas manejadas/adaptadas para explotación en plazo menor y especies arbustivas.

residuos agrícolas y forestales. El desarrollo de una gestión pública-privada de estos elementos biomásicos orientada a promover el desarrollo de la bioenergía -salvaguardando la seguridad alimentaria de la población-, requiere mejorar la capacidad del país en el conocimiento del uso que actualmente existe sobre la biomasa con fines energéticos. La vinculación entre la información relacionada con el consumo (demanda), la producción actual (oferta) y la producción potencial son esenciales para la elaboración de estrategias energéticas a largo plazo.

El objetivo principal de este estudio es analizar el potencial de la utilización de biomasa para usos energéticos sin que esto afecte la seguridad alimentaria de la población ni compita con el uso actual de la biomasa ni degrade los suelos. El producto principal de este trabajo es la creación de una base de datos geo-referenciada en la que la oferta y la demanda de biomasa para energía y su respectiva potencialidad de utilización, puedan ser visualizadas en mapas temáticos. Dichos mapas abarcan la totalidad del territorio nacional, utilizando como unidad mínima de análisis la delimitación provincial. Los mapas temáticos y la base de datos servirán como herramientas para apoyo en:

- el análisis de los distintos aspectos técnicos, socioeconómicos y medio ambientales de la utilización de los recursos biomásicos como fuentes energéticas desde la perspectiva de la sostenibilidad;
- determinar áreas prioritarias de actuación;
- la elaboración y formulación de estrategias de ordenación de los recursos biomásicos para la generación de bioenergía a corto y medio plazo.

Los objetivos específicos del análisis son:

- Mostrar en mapas temáticos la situación actual de la oferta y del consumo de dendrocombustibles en las distintas provincias del territorio peruano.
- Evaluar el potencial disponible de biomasa para la generación de energía que ofrecen los bosques naturales, las plantaciones forestales, los residuos agrícolas de las cosechas y los derivados de distintas actividades agroindustriales y de las industrias forestales del país.
- Determinar el papel de los dendrocombustibles en el sector forestal.
- Detectar los vacíos de información, incoherencias y fragmentación de datos existentes entre las estadísticas forestales y de consumo de leña y carbón vegetal en los sectores residencial, comercial e industrial.

El Perú tiene una superficie de 1 285 215,6 km² de los que el 11 por ciento pertenece a la Costa, 29 por ciento a la Sierra y 60 por ciento a la Selva, aproximadamente. Según el Censo Poblacional de 2007 (INEI, 2008) el Perú cuenta con 28 220 764 de habitantes que se distribuyen de la siguiente manera: 53,1 por ciento en la Costa, 31,1 por ciento en la Sierra y 13 por ciento en la Selva. El 24,1 por ciento de la población es rural y el 75,9 por ciento es urbana; Lima, la ciudad capital, cuenta con el 30 por ciento de la población total del país, es decir que toda la población de Lima equivale a toda la población rural del Perú.

5.2.1 SECTOR FORESTAL

Desde el punto de vista forestal, el Perú cuenta con 71 869 713 ha de bosques naturales; en la Costa existen 2 778 250 ha, en la Sierra 1 841 200 ha y en la Selva 67 250 263 ha. Se considera que existen 10 500 000 ha de tierras aptas para la reforestación, que sumadas a las cifras anteriores, indican que el Perú cuenta con 82 369 713 ha de tierras de aptitud forestal.

La Costa es la región natural donde se concentra la actividad agrícola y donde se encuentran las ciudades más grandes del país. En esta región se encuentra el Bosque Seco del Noroeste que cubre aproximadamente 500 000 ha; este tipo de bosque ha sido degradado principalmente por la ganadería caprina y se ha convertido en un bosque tipo sabana que ocupa 1 000 000 ha. En la década de 1970 se decretó una veda de extracción de madera de estos bosques a causa de la sobreexplotación que continua en vigor hasta el día de hoy, en especial del hualtaco, una madera para la producción de parquet.

Estos bosques son abiertos, con árboles dispersos de porte bajo, sobre un manto de gramíneas, asociadas con otras herbáceas de carácter estacional que desaparecen en las épocas de sequía para reverdecer cuando se presentan las lluvias veraniegas. La especie representativa del bosque seco tipo sabana es el *Prosopis pallida* (algarrobo), que en muchos sectores se encuentra asociado a especies resistentes a las sequías, principalmente con el *Capparis angulata* (zapote) y en menor proporción con *Capparis ovalifolia* (bichayo), *Acacia macracantha* (Faique), *Parkinsonia aculeata* (espinas de cristo), *Cercidium praecox* (palo verde) y *Vallesia glabra* (cun cun).

En la actualidad se extrae madera para leña y para producir carbón vegetal, principalmente de los algarrobos, para uso doméstico. De manera ilegal se extrae esta especie para producir carbón vegetal destinado a restaurantes y pollerías así como para utilizarlo en las parrilladas que se realizan en los hogares.

En Piura se ha encontrado que en 1995 se perdieron 14 800 ha de bosques secos, por extracción de madera para producir leña, carbón y cajones para fruta, (Vilela, 2005). También existen en esta región, cerca de la frontera con Ecuador, 4 000 ha de manglares, con dos especies de mangle (*Rhizophora* sp.). Estos bosques han desaparecido por la construcción de pozas langostineras. También afectan a estos bosques la excesiva extracción de conchas y cangrejos, los residuos sólidos producidos por los pobladores aledaños y la contaminación por desagües domésticos y químicos de la actividad agrícola. Otras amenazas principales incluyen la deforestación del bosque y del matorral adyacente.

En el Centro y Sur de la Costa existe una formación climática llamada “lomas” de la cual solo quedan algunos relictos. En la época de la Colonia se extraía madera de estos bosques.

La Sierra, por otro lado, es la región natural donde se encuentran la mayor cantidad de recursos mineros. Se la considera también como la fuente agua del país y es la región

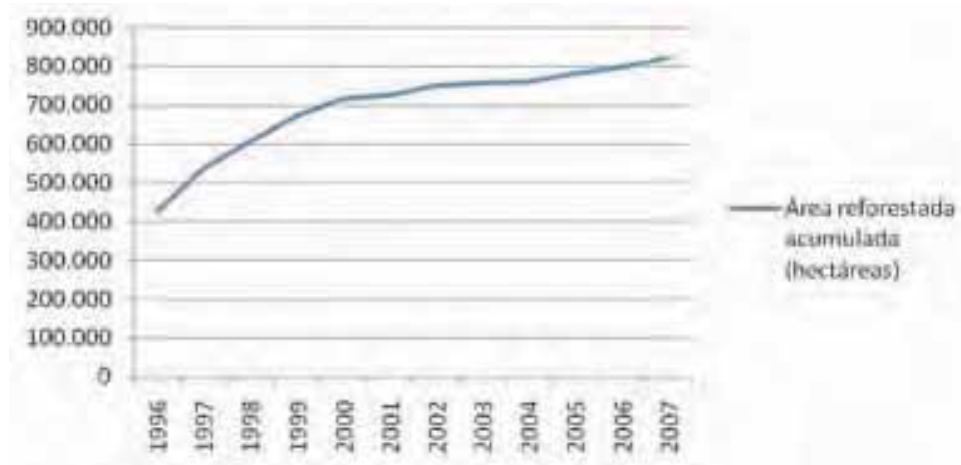
que tiene la mayor extensión de pastos naturales. Tradicionalmente, la agricultura es el uso más importante de esta región y debido a su topografía y al desarrollo agrícola hay muchos sitios erosionados. Esta región cuenta con 1 841 200 ha de bosques naturales que varían según el piso ecológico. El árbol típico de la Sierra es el quinal (*Polylepis* sp.) que es utilizado por la población local como leña. También existen bosques de quishuar (*Buddleia incana*), de aliso (*Alnus jorullensis*), de tara (*Caesalpinea tinctoria*). El quishuar es utilizado en filas para dividir campos y se utiliza para leña. El Perú es el mayor productor de tara en el mundo, con el 80 por ciento de la producción mundial.

En esta región se han plantado más de 725 000 ha principalmente de *Eucalyptus* sp. y de *Pinus* sp., particularmente en las regiones administrativas de Cuzco, Cajamarca, Ancash, Junín, Apurímac y Ayacucho. En Cajamarca se encuentran las plantaciones de porcón con 12 800 ha; estas plantaciones son manejadas por ADEFOR. Simbaña (com. pers.) considera que el 90 por ciento de las plantaciones de la región administrativa Ancash son de eucalipto. Por otro lado, FAO indica que 75 por ciento de las plantaciones forestales en el país son de eucaliptos, el seis por ciento de pinos y el 19 por ciento restante corresponde a otras especies.

En la Figura 5.1 se muestra la evolución de la superficie acumulada forestada para el período 1996 – 2007 (PNUD e INRENA 2008).

Figura 5.1

Área reforestada acumulada en Perú 1996 – 2007 Variación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda



Fuente: PNUD e INEI, 2008

El MINAG (2005) indica que la mayor parte de estas plantaciones, por su ubicación y productividad, y por no haber sido técnicamente manejadas, cumplen esencialmente funciones ambientales y de protección. En cuanto al Incremento Medio Anual (IMA), Berni (2009) indica que los eucaliptos presentan una producción de 23 m³/ha/año, los pinos 16 m³/ha/año y otras especies 10 m³/ha/año, Por otro lado, Jon (2001) menciona que para el eucalipto se ha

encontrado entre 3,5 m³/ha a 6,7 m³/ha en Ocopilla, 7 m³/ha a 10 m³/ha en San Agustín de Cajas y 8,3 m³/ha a 10,2 m³/ha en Sapallanga, todos ellos en Junín. Por otro lado, Simbaña (com. pers.) indica que el IMA es variable dependiendo de la altitud, suelos, clima y edad, y que varía entre 8 m³/ha a 18 m³/ha; añade que para el pino el IMA varía de 7 a 15 m³/ha.

La Selva, representa aproximadamente el 60 por ciento del área del país; el 61 por ciento de sus tierras son de producción forestal y un 21 por ciento son tierras de protección. Una característica de la Selva peruana es su gran heterogeneidad y biodiversidad. Se considera que en esta región natural existen más de 4 000 especies forestales; se pueden encontrar 300 especies forestales y 100 árboles por encima de 30 cm de dap por hectárea; se encuentran entre 1 a 8 árboles por especie en cada 10 hectáreas y puede haber de 20 m³/ha a 200 m³/ha, considerando un promedio de 100 m³/ha para árboles mayores a 25 cm de dap. Su alta biodiversidad puede reflejarse en que entre 20 a 25 especies representan del 40 al 50 por ciento del volumen total que puede llegar a 70 por ciento si se consideran 50 especies. Bueno et al. (1978) indican que el IMA de bosques húmedos tropicales varía entre 1 m³/ha a 30 m³/ha, pero se puede tomar como promedio 10 m³/ha. Desde el punto de vista económico, las especies más valiosas son la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela sp.*); dada la situación de su población, la exportación de madera de caoba está regulada.

El mayor problema forestal de esta región es la deforestación causada por la agricultura, con la práctica de tumba y quema. En el año 2000, 9 500 000 ha habían sido deforestadas a una tasa de 261 158 ha/año.

5.2.2 SECTOR AGRÍCOLA

El territorio peruano cuenta con unos 7 600 000 ha con capacidad para los cultivos agrícolas, lo que equivale al seis por ciento de su superficie total. Aproximadamente 17 000 000 ha (14 por ciento) son tierras con aptitud para pastos y unas 48 700 000 ha poseen aptitud forestal (38 por ciento), correspondiendo el porcentaje restante a tierras con grandes limitaciones económicas para la producción, que son denominadas técnicamente "tierras de protección". Dentro de esta pequeña disponibilidad de tierras para fines agrícolas, el diagnóstico oficial indica que entre el 55 y el 60 por ciento están afectadas por la erosión en diversos grados y que en las zonas costeras hay aproximadamente unas 300 000 mil hectáreas que registran problemas de salinidad, especialmente en las áreas donde se cultiva arroz. A su vez, dentro de las áreas erosionadas, el 6,4 por ciento tiene una calificación de "erosión severa", lo cual registra unas 8,2 millones de hectáreas, que están distribuidas en un 31 por ciento en la Costa y el 65 por ciento en la Sierra.

Los residuos agrícolas y pecuarios, constituyen una importante fuente de energía primaria que puede ser utilizada comercialmente y/o para autoconsumo. Estas fuentes de biomasa incluyen los residuos de cosecha de algunos cultivos anuales, los reemplazos de algunas plantaciones agrícolas, los residuos de las podas de algunos árboles y el potencial de residuos pecuarios.

La agricultura en el Perú está influenciada por la diversidad climática, por la distribución de los suelos y por el relieve de su territorio. De los 7 600 000 ha con capacidad para cultivos agrícolas del Perú, el 16 por ciento corresponden a la Costa, casi un 52 por ciento a la Sierra y un 32 por ciento a la Selva, aproximadamente. Sin embargo, se considera que la superficie agrícola es apenas 2 800 000 ha en todo el país. En el año 2006 los cultivos de mayor extensión eran: café con 337 400 ha, cacao con 66 700 ha, plátano 173 800 ha, caña de azúcar 65 800 ha, arroz 346 900 ha, maíz amarillo duro 288 700 ha, maíz amiláceo 239 300 ha, papa 264 800 ha, yuca 104 000 ha, algodón rama 92 300 ha, entre otros.

En la última década se registró un aumento de la producción agrícola del país en un contexto caracterizado por la recuperación de la estabilidad macroeconómica, la apertura del comercio internacional, la liberalización de los precios de los productos agrícolas y el ingreso de nuevos actores privados en el agro.

Una de las características de las tierras agrícolas es su fragmentación en pequeñas unidades. En 1994, la extensión promedio de la unidad de producción agrícola era de sólo 3,1 ha en total. Esta fragmentación es mucho más aguda en la Sierra donde la extensión promedio se reduce a 2,4 ha.

La agricultura mantiene bajos niveles de importancia en el PBI global, avanzando hasta 9,0 por ciento en el año 2000, desde el 8,0 por ciento registrado en 1991. Lo mismo sucede con la participación de la agricultura en el empleo y la generación de divisas. Sin embargo, el valor del producto agropecuario *per capita*, que indica la seguridad alimentaria de la población o la capacidad de producir los alimentos que se demandan en el mercado interno, se elevó en el 2000 aproximadamente en 38,8 por ciento respecto a 1991.

Las mejores tierras de cultivos del Perú se encuentran en la Costa donde la agricultura es intensiva y practicada en los fondos de los valles; es de donde se obtiene la más alta producción agrícola debido a que cuenta con orientación técnica, mecanización e inversiones de grandes capitales. Convenientemente irrigadas, son tierras de alta productividad. Por la escasez de agua existente, en la Costa se obtiene, en la mayoría de los valles, sólo una cosecha al año; pero en aquellos casos en que se han realizado obras de riego se obtienen hasta dos cosechas, aumentando al mismo tiempo la producción agrícola. Predominan los cultivos industriales, como la caña de azúcar, el algodón o los frutales, que son productos de alta rentabilidad. En los últimos años agricultura se dirige a la exportación, principalmente de espárrago.

La Sierra se caracteriza por una agricultura extensiva utilizando herramientas tradicionales, carece de asistencia técnica y crediticia permanente, a lo cual se suma la desventaja de la baja calidad productiva de sus tierras. La agricultura es practicada principalmente en las tierras de comunidades campesinas. Existen dos tipos de tierras laborables: tierras de regadío y tierras de secano. Las tierras de regadío se localizan en los

valles interandinos o en las inmediaciones de las fuentes, manantiales o puquiales. Los suelos de estos valles están sometidos a un uso intensivo. Las tierras de secano se localizan en los flancos andinos y producen por efecto de las lluvias periódicas (de diciembre a marzo) y regulares (sin interrupción durante ese período). En la Sierra se cultivan preferentemente plantas alimenticias, tales como papa, trigo quinua o maíz.

Se estima que en la Selva hay 2 millones de hectáreas en producción agrícola. Los suelos de la Selva están cubiertos de una delgada capa de humus o sustancias orgánicas, provenientes de las hojas y ramas de los árboles, que son los elementos que le dan fertilidad natural que permite tener buenos rendimientos durante dos o tres años. Sin embargo, no se hace un adecuado uso de ellos: la fertilidad se pierde y la tierra tiene que ser dejada en barbecho. La Selva Alta del Perú, es la zona agrícola de esta vasta región, debido a sus especiales condiciones geográficas. En cambio, la Selva Baja tiene suelos inundables, donde el desarrollo agrícola es limitado.

En la Selva Alta se producen frutales como cítricos y café y cacao. El café tradicionalmente ha sido un producto de exportación y en los últimos años se están produciendo café y cacao orgánicos para mercados específicos logrando mejores precios. También se producen de manera limitada caña de azúcar, maíz y algodón y en los valles se produce arroz. En la Selva Baja se produce plátano, frijol, arroz en las zonas inundables de las playas de los grandes ríos, entre otros.

La mayoría de los cultivos, con excepción del arroz, se desarrollan principal o únicamente en la región de la Costa. En el período 2005 – 2008 la extensión anual promedio del conjunto de los cultivos mencionados alcanzó a 530 000 ha, superficie que representa alrededor del 70 por ciento del total del área cultivada en la Costa del Perú. Las tendencias sobre los cultivos más importantes se presentan a continuación.

La producción de caña de azúcar se concentra en las regiones de la Costa Norte. En zonas de Selva Alta y determinados Valles Interandinos existen pequeñas plantaciones, cuya producción se destina a la elaboración de aguardiente y panela o chancaca, en establecimientos en pequeña escala o artesanales.

La producción de arroz se ha incrementado a lo largo de la última década. En el período 2005 – 2008 la producción nacional pasó de 2,47 Mt a 2,80 Mt con un promedio anual de 2,51 Mt.

El maíz amarillo duro se cultiva en todas las regiones del país. Al igual que otros cultivos ampliamente difundidos en el territorio nacional, su manejo presenta marcadas diferencias entre las regiones en cuanto al área dedicada y al rendimiento. Estas diferencias se reflejan en el grado de concentración de la producción y en la menor intensidad del área bajo cultivo.

Entre 2005 – 2008, el área promedio anual destinada al cultivo de algodón fue 85 675 ha, cifra significativamente menor a las 136 400 ha promedio/año de la década anterior. El cultivo de espárrago se desarrolla sólo en la Costa. Las plantaciones se ubican en valles e irrigaciones que cuentan con agua de superficie mediante sistemas regulados o no regulados y en terrenos que se explotan mediante agua de subsuelo. Entre 2005 – 2008 el área cosechada pasó de 18 190 ha a 29 757, o sea, un incremento del 60 por ciento.

Las plantaciones de olivo en el Perú abarcaron 10 415 hectáreas en el 2008, extensión superior en aproximadamente 1 765 ha a la registrada en el 2005. Si bien, en las últimas dos décadas se observa un creciente interés para impulsar el desarrollo de plantaciones e industrialización del olivo, el área bajo cultivo es aún poco significativa en el conjunto de la agricultura nacional.

El universo de aves de corral se refiere a la crianza de pollos para carne, ponedoras, reproductoras y padres reproductores. Se observa un significativo incremento de esta actividad. Según estadísticas del MINAG en el período 1994 (Censo Nacional Agropecuario) – 2005 (*Compendio Estadístico Agrario 1994 – 2005*) la colocación de pollo “BB” para carne pasó de 195 millones a 340 millones, con un incremento del 75 por ciento.

En el 2005 la población promedio/mes de aves de corral se estimó en de 79,2 millones. La composición de la misma fue: pollos para carne 61,9 millones (78 por ciento), gallinas de postura 13,5 millones (17 por ciento) gallinas reproductoras 0,25 millones (0,003 por ciento) y padres reproductores 3,5 millones (4,4 por ciento).

La población de ganado vacuno presenta un grado de dispersión significativamente mayor al indicado para la industria avícola. Para el año 2006 se estimó una población de ganado vacuno de 5,24 millones; el 62.8 por ciento de la misma se distribuye en siete regiones, siendo las de mayor importancia Puno y Cajamarca que reúnen el 11,78 por ciento y el 11,16 por ciento, respectivamente. Las regiones de Cusco, Ayacucho, Ancash, Huanuco y Arequipa reúnen el 40 por ciento del total nacional.

En el año 2006 la población de ganado ovino en el Perú se estimó en 13,67 millones de cabezas/unidades. El 75,8 por ciento de esta población se concentra en siete regiones, principalmente en aquellas que disponen de áreas de pastoreo alto andino, tales como Puno (21 por ciento), Cusco (17,4 por ciento), Junín (8,9 por ciento) Huánuco (8,6 por ciento), Huancavelica (7,1 por ciento), Pasco (6,8 por ciento) y Ayacucho (6 por ciento). De acuerdo a la información de 2006, la población de ganado caprino del Perú fue 1,9 millones de cabezas.

En el 2006 se estimó en 3,1 millones de cabezas la población promedio/mes de ganado porcino en el Perú. Se sacrifican anualmente cerca de un millón de cabezas y se producen

entre 50 000 y 52 000 toneladas de carne. Las granjas porcinas se encuentran ampliamente distribuidas en el territorio nacional, en tres estratos de producción: el tecnificado, el semitecnificado y el denominado de traspatio.

El primero utiliza tecnologías más desarrolladas en porcicultura y muchas granjas alcanzan un grado de integración vertical y horizontal, disponiendo de plantas de alimentos balanceados con sistemas automatizados de balanceo de raciones; sus medidas de bioseguridad son estrictas para el control de las principales enfermedades y se estima que la participación de este estrato en el mercado nacional alcanza aproximadamente al 60 por ciento.

En el estrato semitecnificado, la producción es generalmente reducida y aunque en muchas ocasiones el pie de cría es similar al del sistema tecnificado, las instalaciones y las medidas zoonosanitarias no son óptimas. Este sistema emplea tanto alimentos balanceados comerciales como, en muchos casos, desechos orgánicos municipales. Se calcula que este sistema aporta/atende alrededor del 30 por ciento del requerimiento de la demanda interna por carne/derivados del ganado porcino.

El tercer estrato de producción, conocido como de traspatio, rural o de autoabastecimiento, se encuentra en todo el territorio nacional, la calidad genética de los animales es pobre aunque su rusticidad y adaptación al medio les permite producir carne con un mínimo de manejo de nutrimentos, los cuales provienen de subproductos y granos. Se estima que este sistema de producción contribuye con el 10 por ciento de la producción nacional.

La población de alpacas en el Perú en el 2006 se estimó en 3,62 millones de cabezas, la población de llamas en 1,25 millones, lo cual hace un total aproximado de 4,87 millones de unidades de camélidos andinos. En cuatro regiones se concentra el 80,4 por ciento de dicha población: Puno (49,6 por ciento), Cusco (13,9 por ciento), Arequipa (9,6 por ciento) y Huancavelica (7,3 por ciento).

En el Perú las principales actividades de agroindustria están las relacionadas con los cultivos de caña de azúcar y arroz y el área de cultivo que abarcan es superior a la que corresponde a cultivos que suministran materia prima para otras agroindustrias. Se agrega la importancia relativa del valor de la producción agrícola en el conjunto del sector y el empleo directo e indirecto relacionado a las mismas.

Aparte del procesamiento de caña de azúcar y arroz cáscara, las actividades agroindustriales que pertenecen al ámbito administrativo del Ministerio de Agricultura son: Aceites y Grasas, Alimentos Balanceados, Derivados de Avena, Derivados del Cacao, Embutidos y Carnes Preparadas, Derivados de Espárrago, Harina de Trigo, Producción de Fideos, Derivados de Maltería, Derivados de Limón, Derivados de Lácteos, Producción de Fibra y Pepa de Algodón.

Varias de las actividades mencionadas aplican procesos de conversión y materia prima que generan residuos en base seca, en volumen mínimo respecto del volumen del insumo utilizado. Otras actividades (procesamiento primario y/o transformación industrial final) de frutas, leguminosas, hortalizas, entre otras, generan residuos húmedos en volumen limitado, cuyo contenido energético es inferior (aproximadamente 7-8 veces menor) al de residuos fibrosos/leñosos de origen agrícola.

5.2.3 SECTOR ENERGÉTICO

Las estadísticas de producción de leña y carbón son producidas anualmente por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. En el Cuadro 5.1 se muestra la producción de carbón por regiones naturales para 2008 (DGFF, 2009).

Cuadro 5.1

Producción de carbón por regiones naturales. Año 2008.

Región Natural	Peso neto (kg)	%
Costa	50 056 433,50	97,35
Sierra	179 228,00	0,35
Selva	1 183 008,12	2,30
TOTAL	51 418 669,60	100,00

Fuente DGFF (2009)

Se aprecia que la región natural que produce mayor cantidad de leña es la Costa con casi la totalidad de producción de carbón del país (97,35 por ciento). Se considera que el 60 por ciento del carbón consumido en Lima proviene de estos bosques (Gonzáles, com. pers). Se ha estimado que en 1954, se producían 100 t/día de carbón vegetal de estos bosques para uso doméstico de Lima (Loayza, 1986).

En la Sierra, donde se produce la menor cantidad de carbón, las regiones de Arequipa y Huancavelica son las importantes. El eucalipto es la especie con la que se produce la mayor cantidad de carbón lo que representa 55,19 por ciento de la producción total de la Sierra (DGFF, 2009). Años atrás esta región producía carbón de eucalipto para Lima, pero como el carbón de esta especie no presenta buen poder calórico, los restaurantes y pollerías dejaron de usar este carbón (Gonzales, com. pers).

Finalmente, en la Selva, Ucayali es la región donde se produce la mayor cantidad de carbón (662 116,83 kg), le siguen Madre de Dios (440 438,29 kg) y Huánuco (80 453 kg). No aparece Loreto, la región más grande (DGFF, 2009). Esta diferencia puede deberse a que Iquitos, la capital de Loreto, no está conectada por carretera con el resto del país y que Ucayali y Pto. Maldonado sí; Loreto no está conectada a ningún mercado de carbón producido en Iquitos que es básicamente para las pollerías locales. Gonzáles (com. pers.) indica que el 40 básicamente del carbón que se consume en Lima proviene del Pucallpa y que los aserraderos grandes, que producen parquet, cuentan con hornos para producir

carbón a partir de los residuos del proceso de fabricación de parquet que tienen contratos con las cadenas de pollerías de Lima. Esto se confirma con las estadísticas presentadas por DGFF (2009) pues las especies de las que se produce la mayor cantidad de carbón son Shihuahuaco, Quinilla y Capirona, especies de las que se produce parquet y que producen un carbón de buen poder calórico.

En lo referente a la leña, según DGFF (2009), el Perú produjo en 2008, 7 028 267,28 de m³, las regiones que más producen leña son Cajamarca (14,62 por ciento) y Puno (9,99 por ciento) y las regiones que menos producen leña son Moquegua (0,18 por ciento), Tacna (0,18 por ciento) y Tumbes (0,13 por ciento). Reynel (1988) indica que en la Sierra Sur se consume leña y estiércol combinados de acuerdo a la estación y que la leña proviene, en más de un 90 por ciento, de vegetación arbustiva baja de menos de 1,5 m.

Por otro lado, se presenta una situación sorprendente, DGFF (2009) informa que en 2008 se importaron 216 264,21 kg de carbón y 47 068,18 kg de leña por un valor CIF de USD 19 062,69 y USD 22 156,65 respectivamente.

El carbón es importado para ser usado en la producción de carburo de calcio, cianuro, carbón activado y acero, aunque este último consume también hulla o carbón mineral y la leña importada es usada por empresas que producen embutidos ahumados (González, com. pers.).

5.3 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA: MAPEO DE OFERTA Y DEMANDA INTEGRADA DE DENDROCOMBUSTIBLES

La metodología WISDOM²³ originalmente estaba enfocada solamente a la evaluación de la biomasa leñosa, aunque recientemente esta visión se ha ampliado para comprender también otros tipos de biomasa no leñosa, tales como las de origen agrícola y agro industrial. De hecho, la metodología permite la incorporación de otras capas de información georeferenciada relativas a la oferta y al consumo de otras fuentes de biomasa. En esta aplicación de WISDOM para Perú, han sido considerados tanto la biomasa no leñosa de origen agrícola, como los residuos de poda y cosecha y los subproductos de las agroindustrias. La metodología y aciertos aplicados para el caso de Perú se presentan en el volumen II del Compendium Técnico, Capítulo V.

La metodología WISDOM no es un “paquete” de programas, sino que permite un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad a la heterogeneidad y fragmentación de los datos y la información disponible, referente a la producción y consumo de bioenergía. El enfoque WISDOM tiene la ventaja de considerar el contexto completo de la oferta y la demanda,

23 Para hacer frente a las diversas dimensiones de los sistemas dendroenergéticos, el Programa de Dendroenergía de la FAO desarrolló e implementó la metodología “*Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*” (WISDOM), “*Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles*”, que es una herramienta espacial de planeamiento para destacar y determinar las áreas de prioridad o los “puntos calientes” de los dendrocombustibles (Drigo et al, 2002; FAO, 2003; Masera et al, 2006).

lo cual brinda un apoyo consistente para el objetivo de definir zonas de oferta sostenible o sitios específicos de alto consumo, tales como las potenciales plantaciones con fines energéticos o las principales ciudades y centros poblados.

El análisis WISDOM a nivel nacional no reemplaza a los estudios detallados de nivel local que se realizan para una planificación operativa, sino que se orienta más bien a la formulación de estrategias política mediante la integración y análisis de la información y los indicadores existentes relativos a la oferta y la demanda de bioenergía. Más que datos absolutos y cuantitativos, WISDOM tiene por objetivo proveer evaluaciones cualitativas, tales como zonas de riesgo o áreas críticas, resaltando con el nivel de detalle más alto posible las áreas que requieren atención y, si es necesario, sobre las que se requiere una recolección de datos más exhaustiva. En otras palabras, WISDOM debe servir como herramienta de planeamiento estratégico para identificar sitios que requieren una acción prioritaria.

WISDOM está basado en:

- a) el uso de bases de datos geo-referenciados sobre aspectos socio-demográficos y recursos naturales integrados en un sistema de información geográfica;
- b) una unidad mínima de análisis a nivel sub-nacional (administrativo) y a nivel espacial (pixel);
- c) un marco de trabajo modular, abierto y adaptable, que integra información relativa a la bioenergía desde múltiples fuentes; y
- d) una cobertura detallada de los patrones de distribución de las zonas de oferta y consumo de biomasa (leñosa y no leñosa).

La aplicación de la metodología de análisis WISDOM para representar el balance de la oferta y demanda de biomasa combustible a nivel local implica cinco pasos principales (FAO, 2003b).

1. Definición de la unidad administrativa/espacial mínima de análisis.
2. Desarrollo del módulo demanda.
3. Desarrollo del módulo oferta.
4. Desarrollo del módulo integración.
5. Selección de las áreas prioritarias o puntos calientes de biomasa bajo diferentes escenarios.

Análisis adicionales en las áreas de oferta: para delinear las áreas que puedan proveer en forma sostenible de recursos biomásicos a las zonas de consumo identificadas, es necesario cumplir una serie de pasos adicionales que se pueden resumir en:

6. Mapeo de la oferta potencialmente “comercial” de biomasa disponible para el mercado.
7. Definición de las áreas de oferta sostenible (biocuenca), basadas en la producción potencialmente “comercial” de biomasa y en parámetros físicos de accesibilidad.

5.4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología WISDOM en el Perú ha generado una base de datos georeferenciada la cual ha permitido trazar un mapa representativo del Balance Bioenergético para el país. Este análisis también ha permitido identificar la situación de la información necesaria para la aplicación de WISDOM, que como se explica en el acápite siguiente, tiene vacíos y deficiencias. Entre ello se indica que parte de la información ha sido estimada con base en las referencias disponibles, parte de la información no era reciente, la información de consumo era muy escasa y fragmentada, algunos índices no eran específicos para el Perú y tal vez no eran adecuados a las condiciones actuales del Perú. Esto ha ayudado a definir un “inventario” sobre la información que se requiere relevar, mejorar, actualizar para mejorar la actual base de datos WISDOM Perú. Otro resultado importante de este trabajo es que se está formando un equipo local de personas capacitadas en esta metodología y en el manejo de la información necesaria que difundirán WISDOM y que debieran ser los que lideren el manejo de la base de datos de WISDOM en el Perú.

Vacíos de información

Durante la implementación de la metodología WISDOM en el Perú, se han constatado vacíos de información tanto cartográficos como estadística, es decir que el país no cuenta con toda la información necesaria. Estos vacíos se presentan ya sea porque la información no existe a nivel local y sólo existen a nivel macro (nacional) o meso (regional), porque está incompleta o es deficiente o porque en algunos casos la información simplemente no existe.

La única información sistematizada que existe a nivel local son los Censos de Población y Vivienda elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), las estadísticas relativas a los cultivos elaborados por el MINAG y la ubicación y capacidad instalada de aserraderos elaborada por el ex INRENA.

Un vacío de información importante es la falta de un documento cartográfico que muestre la localización de las plantaciones forestales y las especies utilizadas en las mismas. La única información disponible son estadísticas que muestran las superficies y especies de las plantaciones forestales por regiones (DGFF, 2009). Se supone que debe existir información estadística a nivel local en las instituciones del Estado a nivel regional La Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR) ha elaborado información cartográfica de las plantaciones forestales de la región de Cajamarca. No obstante, el equipo técnico de trabajo no pudo acceder a las mismas.

Otro vacío de información es que no existe un Mapa de las áreas cultivadas ni de cultivos en el país. La única información disponible es la obtenida del Mapa Forestal del año 2000, que muestra de forma aproximada donde se ubican las áreas de cultivos para el año en el que se elaboró dicho mapa, dejando como incógnita el avance de la frontera agropecuaria acaecida en el último decenio. El mapa forestal utilizado fue el elaborado por el INRENA para el año 2000, el cual no ha sido publicado.

Este mapa representa de forma adecuada los recursos forestales relativos a la Selva, pero no ocurre lo mismo con las áreas boscosas de la Sierra y de la Costa. Esto ha sido constatado en el presente estudio mediante el cotejo de dicho mapa con imágenes LANSAT y productos globales como *Tree Cover Percent*.

Respecto a la información relativa a los valores de reserva del bosque nativo, sólo existen inventarios que muestran adecuadamente, los contenidos volumétricos o de biomasa de la vegetación natural de la Selva. Existen inventarios de los bosques secos pero éstos no reflejan las variaciones de densidad. En la Sierra, de igual manera se cuenta con evaluaciones muy locales de algunas especies como el *Polylepis sp.* (quinual) pero no de otros tipos de formaciones boscosas de la región. Ello no permite tener una adecuada estimación de la biomasa natural del país.

Asimismo, no se dispone de información de la biomasa de arbustales, matorrales y formaciones vegetales extensas que en la región andina tienen una extensión de 6 246 521,21 ha (Barrena, *et al.*, 2008). Únicamente existen investigaciones muy locales que reflejan valores de reserva de especies vegetales aisladas.

Del mismo modo, tampoco hay información sobre los tolares y yaretales en la Sierra Sur, donde tradicionalmente, son utilizados como fuentes energía por la población.

En cuanto a las plantaciones forestales las estadísticas indican que hasta el año 2008 han sido reforestadas 858 486,23 ha en todo el país (DGFF, 2009). Esta información indica el número de hectáreas implantadas a nivel departamental, pero no reflejan información sobre el estado de estas plantaciones, el número de hectáreas que lograron consolidarse como bosques, o cuantas hectáreas fueron taladas con fines comerciales. Por otro lado, son pocos los casos en donde se conocen las reservas de biomasa (stock) de las plantaciones. En síntesis, las plantaciones realizadas por el Estado (Sector agricultura o por proyectos de cooperación técnica como el Proyecto FAO-Holanda) no han sido monitoreadas.

Por otro lado, no se han realizado las suficientes investigaciones sobre la productividad de los bosques naturales, lo que ha conllevado a hacer inferencias para la estimación del IMA de estos bosques. En el caso de plantaciones, hay información sobre incrementos medios anuales (IMA) pero de manera fragmentada y no se cuenta con estudios que muestren los IMA a nivel, local, regional o nacional de las especies plantadas en el país. En cuanto a los matorrales y arbustales, no se cuenta con información del IMA de la biomasa de estas formaciones vegetales.

En cuanto a los datos estadísticos del conjunto de los sectores, hay información accesible sólo a nivel regional. Es posible que en las oficinas regionales o locales de cada uno de los sectores involucrados en los sistemas bioenergéticos cuenten con información, pero ésta no se encuentra estandarizada ni sistematizada. El equipo técnico no tuvo acceso

a la información generada por los distintos organismos regionales, no obstante para su inclusión hubiese sido necesaria la inversión de un elevado número de horas y de recursos humanos.

El consumo de leña es uno de los insumos básicos de este análisis. El método de evaluación de las extracciones de leña en el país es indirecto, se obtiene mediante cálculos estimativos basados en el consumo que realiza la población rural del Perú. Se estima que la población rural de la Costa registra un consumo anual per capita de 0,5 m³, la Sierra 1,1 m³ (r) y la Selva 1,3 m³ (r) (DGFF, 2009).

Aplicar estos índices implica conocer los patrones de consumo de leña en cada una de las regiones naturales del país. Estos factores pueden variar con el tiempo, dependiendo de los hábitos de consumos energéticos de la población. Un claro ejemplo de esta situación es Tarma localizada en la Sierra Central, donde el consumo de leña ha disminuido debido a la sustitución de la leña por el gas natural en los consumos residenciales (INEI, 2008).

Otro vacío de información se encuentra en la red de caminos forestales levantadas por los concesionarios de las concesiones forestales. Sólo se cuenta con información de alguna concesión. Ello modifica el análisis costo-distancia a realizar dentro de WISDOM.

Asimismo existe un movimiento de madera entre las distintas regiones del país, generalmente de tablas desechadas o consideradas como residuos. Estos flujos de la madera se dan desde los centros de producción en la Selva hacia lugares donde no hay disponibilidad de madera. Estos flujos de exportación-importación entre regiones, no están registrados y modifican la disponibilidad de biomasa en las distintas regiones.

En cuanto a la demanda de carbón, no existe un registro de la cantidad de carbón vegetal que consume Lima metropolitana en las parrilladas familiares o en pollerías y restaurantes. Se estima que el 60 por ciento del carbón que consume Lima procede del bosque seco y el 40 por ciento restante de Pucallpa (Gonzáles, com. pers.).

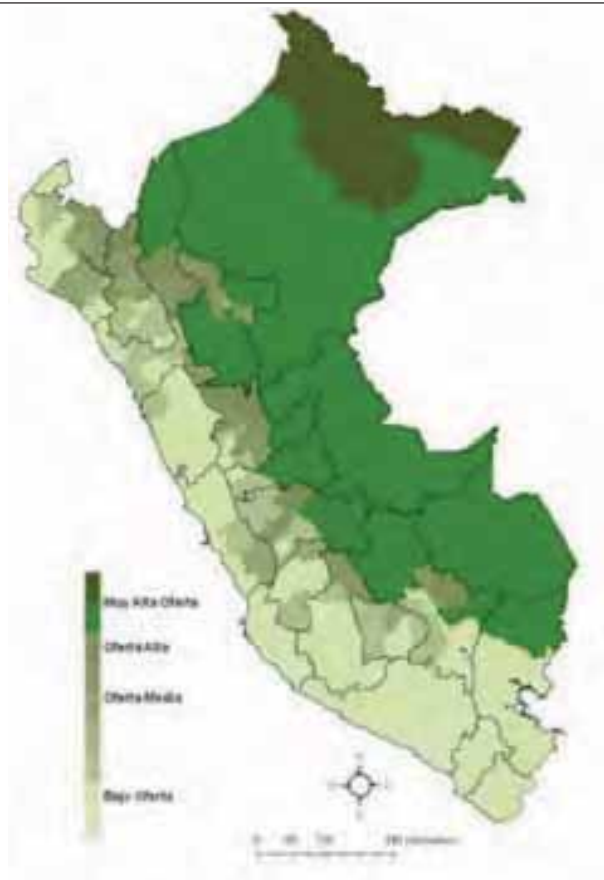
Por último, no existe información directa de la demanda comercial de leña y carbón vegetal, ésta ha sido inferida a partir del Balance de Energía Útil que realizó el Ministerio de Energía y Minas el año 2000 con información de 1998.

5.4.1 OFERTA

5.4.1.1 Oferta Dendroenergética

La oferta total de biomasa leñosa dendroenergética del Perú, estimada a partir análisis de la referencia se estima en 256 millones de toneladas métricas (Mt) anuales aproximadamente.

Figura 5.2.

Oferta dendroenergéticaVariación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda

La Figura 5.2 muestra que la biomasa forestal se encuentra distribuida de manera irregular en el país. Esta distribución heterogénea de los recursos es producto de la variabilidad geográfica y climática que caracteriza al territorio peruano. La Selva posee la mayor cantidad de biomasa forestal disponible, mientras que la Costa y la Sierra Sur presentan escasa oferta de biomasa.

Esta distribución heterogénea es el resultado del clima húmedo tropical de la Selva, del clima desértico en la Costa y de la poca disponibilidad de agua de la Sierra Sur pues pertenece desde el punto de vista fitogeográfico a la Puna xerofítica. Esta distribución de la biomasa forestal, su relación con el clima, con la distribución de la población en el país y la pobreza, merecen estudios a nivel local. Cabe manifestar que la Sierra Sur es la parte con mayor pobreza en el país y es conocida como el trapecio andino.

La región con mayor oferta de biomasa es Loreto con 145 Mt anuales, otras regiones como Amazonas, Cusco y San Martín poseen alrededor de 10 Mt anuales. Mientras que las regiones que presentan una escasa oferta de biomasa leñosa, son: Arequipa, Moquegua y Tacna con 15 000, 17 700 y 14 000 Mt anuales respectivamente.

A nivel provincial, la que tiene mayores recursos de biomasa es Maynas con 50 Mt anuales, mientras que las provincias de Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla y Requena (Loreto) y Atalaya (Ucayali) presentan una oferta mayor a 16 Mt anuales.

La provincia de Yunguyo (Puno) es la que ofrece la menor oferta de biomasa disponible con apenas 16 t anuales. Jorge Basadre (Tacna) con 92 t/año y Camaná (Arequipa) con 158 t/año, son las provincias con menor disponibilidad de biomasa. En estas provincias de la Sierra Sur, la población recurre a la tola y a la yareta como fuente de energía para cocinar y calentarse. En el presente estudio esta biomasa no ha sido considerada ya que no existe información sobre estas especies. Se sabe que es de consumo doméstico y en panaderías. Cabe también indicar que ambas, la yareta y la tola están sufriendo una fuerte presión y hay esfuerzos para conservar estas especies.

5.4.1.2 Residuos agrícolas, agroindustriales y de la industria maderera

El Perú cuenta con 16 Mt anuales de residuos derivados de las actividades agrícolas, agroindustriales y madereras. La provincia de Chiclayo (Lambayeque) presenta la mayor cantidad de estos residuos (1,3 Mt anuales). Esta provincia produce arroz y caña de azúcar en volúmenes importantes. Las provincias de Ascope (La Libertad) y Santa (Ancash) se encuentran en una situación similar y producen más de 1 Mt por año de estos residuos.

Las provincias mencionadas pertenecen a la Costa, región con la mayor producción agrícola del país, como se observa en la Figura 2. Una limitante para el uso de los residuos agrícolas es la existencia de una norma que prohíbe el traslado de estos residuos a otra provincia por motivos de sanidad, para evitar plagas y enfermedades. Esta prohibición haría que en cada provincia tuviera que haber una planta de procesamiento de estos residuos antes de trasladarlos a una planta de producción de energía, trayendo como consecuencia un aumento de los costos de producción.

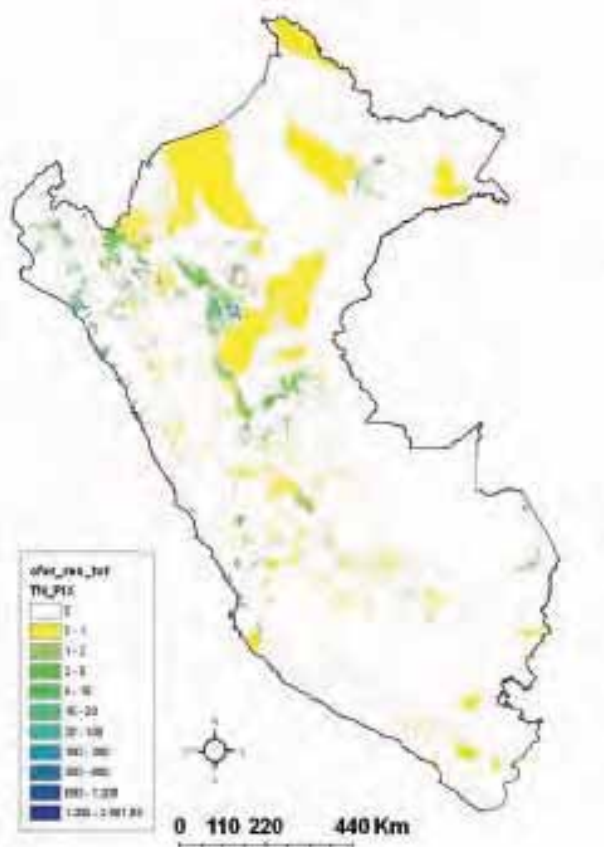
Los residuos pecuarios de las especies de ganado consideradas en este estudio no presentan un perfil favorable para su uso con fines de energía comercial. Por el contenido energético relativamente reducido del estiércol según especie, la dispersión de los núcleos de crianza es una barrera adicional para el acopio de estiércol, entre otros. Las posibilidades para el uso de estiércol con fines de energía, se limita a opciones para autoconsumo doméstico y en contados casos consumo para procesos de producción en pequeña escala, por lo que han sido considerados en el análisis realizado.

En la Selva, las áreas de mayor producción agrícola corresponden a las áreas de mayor deforestación en el Perú (Portugués y Huerta, 2006). Por otro lado, la presencia tradicional de aserraderos en la Selva permite contar también con residuos en esta región natural. Al observar el mapa de la Figura 5.3, se encontró que Moquegua y Tacna mostraban residuos de aserrío, lo cual llamó la atención pues estas áreas no están cubiertas por bosques. Esto se explica porque madera aserrada de Madre de Dios es enviada a Arequipa, Moquegua y Tacna

para ser procesada en las carpinterías y cubrir la demanda local de madera (Acurio, com. per). Estos flujos de madera también ocurren en otras regiones pero no están registradas ni han sido observadas en el mapa de Distribución de residuos agrícolas y de aserraderos.

Figura 5.3

Distribución de residuos agrícolas y de aserraderos



5.4.1.3 Oferta Total

La oferta total de recursos biomásicos disponibles en el país para la producción de energía es 272 millones de toneladas métricas anuales. En la Figura 5.4 se puede apreciar la distribución de la oferta Total de biomasa.

La provincia de mayor oferta total es Maynas con 50 millones de toneladas métricas anuales. Es necesario remarcar que las provincias con mayor oferta dendroenergética son las mismas que tiene la mayor oferta total: Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla y Requena (Loreto) y Atalaya (Ucayali) poseen una oferta total mayor a 16 Mt anuales. Esto muestra que el mayor potencial de recursos biomásicos para la generación de energía en el Perú proviene del bosque húmedo tropical

Figura 5.4

Oferta total de biomasa para la producción de energía

La provincia que posee menos recursos biomásicos totales es Yunguyo (Puno) con apenas 16 toneladas anuales. Esta cifra coincide con la oferta dendroenergética, ya que, en esta provincia no hay bosques, no se desarrollan actividades agrícolas ni existen industrias forestales que generen residuos. Candarave (Tacna) y La Unión (Arequipa) también cuentan con poca oferta total de biomasa.

En el mapa de la Figura 5.4, se aprecian áreas en blanco, las cuales corresponden a los desiertos costeros y a la puna xerofítica del sur. Estas áreas tienen una escasa oferta de biomasa, por lo que deberían desarrollarse en esta área geográfica programas de eficiencia energética. Otras áreas en blanco, particularmente en Selva, corresponden a Áreas Naturales Protegidas las cuales no han sido consideradas en el análisis.

5.4.2 DEMANDA

En la Figura 5.5 se presenta la distribución espacial del consumo de biomasa como combustible. Según información facilitada por diversos organismos estatales, el Perú consume 5 millones de toneladas métricas anuales de biomasa con fines energéticos; no obstante, en este análisis

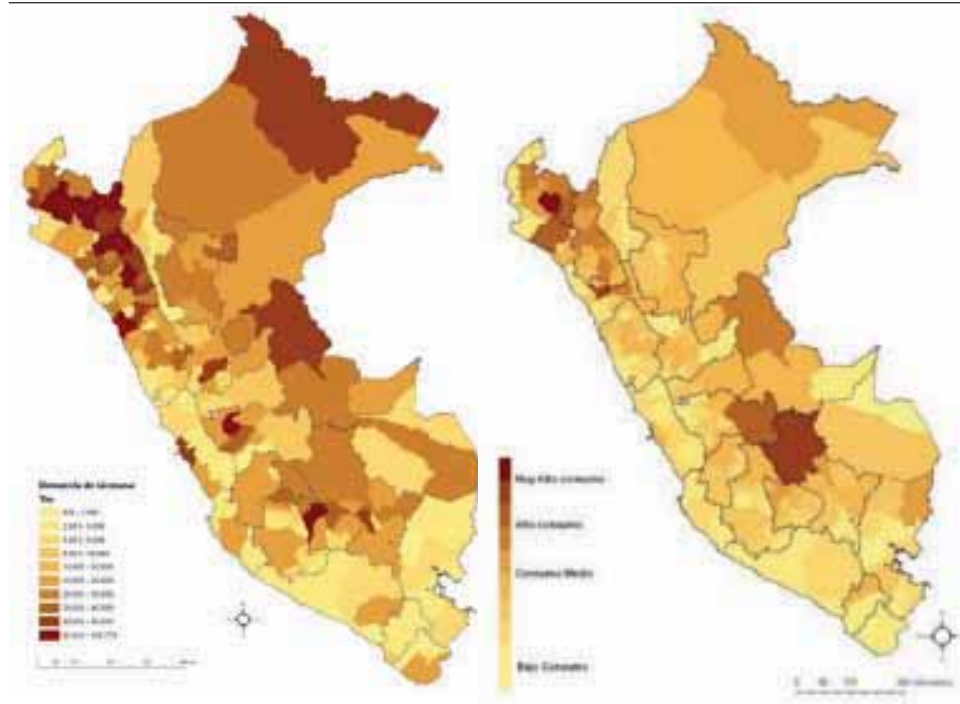
únicamente se han podido identificar y geo-referenciar 4 millones de toneladas métricas. En el Mapa de la Figura 4, se aprecia que la demanda se concentra en los bosques secos del noroeste y en las provincias vecinas de Cuzco y Junín.

En la Sierra Sur se aprecia también un menor consumo de biomasa debido a que no existe mayormente biomasa en esta zona. Pero, es necesario mencionar que no se está considerando el consumo de tola ni de yareta, pues no hay información ni de las existencias de estas especies ni del consumo de las mismas con fines energético.

La provincia que presenta el mayor consumo de biomasa es Virú (La Libertad) con más de 500 000 t anuales seguida por Chota (Cajamarca) 96 410 anuales. Otras provincias con grandes consumos son Morropón (Piura), Tarma (Junín) entre otras.

Figura 5.5

Demanda del consumo de biomasa como combustible por provincia



Por otro lado, la provincia con menor demanda de biomasa es Huancayo (Junín) con 658 t anuales seguida de Tarata (Tacna) con 719 toneladas anuales de consumo. El consumo de leña y carbón en Huancayo es tradicional si bien está disminuyendo por la presencia en el mercado del gas licuado de petróleo. Esta situación no se ve reflejada en este resultado debido a que la información proporcionada por las instancias correspondientes no relevó este consumo. Esta información debe ser tomada correctamente en el próximo Balance de Energía Útil.

Como se mencionó estas diferencias pueden deberse, entre otras razones, a que hay ciudades que no han sido evaluadas correctamente (Lima y Huancayo, por ejemplo) o porque no se ha tomado en cuenta el origen de la leña y carbón, en el caso de las industrias que los exportan.

En estas cifras están consideradas la demanda residencial y la comercial, no la industrial. La demanda residencial proviene de los censos de población y vivienda mientras que la comercial se ha inferido a partir del Censo Poblacional del 2007 y de Balance de Energía Útil realizado por el Ministerio de Energía y Minas en el año 2000 con información de 1998.

Por otro lado, no se ha considerado adecuadamente el consumo de las pollerías y restaurantes de Lima Metropolitana pues no existe información oficial sobre esta demanda. Es necesario revisar la base de datos de WISDOM en el Perú para mejorar los datos de la demanda.

En cuanto a la demanda industrial, no existen datos de consumo de leña y carbón de este sector. Se presume que existen ladrilleras informales, que utilizan en sus procesos leña y carbón vegetal; la localización y los consumos de estas ladrilleras no han podido ser identificados. Se sabe que muchas ladrilleras utilizan gas.

Como ya se mencionó el carbón y la leña que el Perú importa son utilizados por algunas industrias (carburo de calcio, cianuro, carbón activado, acero); se conoce el total importado por el país pero las estadísticas no proporcionan información como para situar espacialmente su consumo, por ello no se ha considerado las cantidades importadas en el análisis.

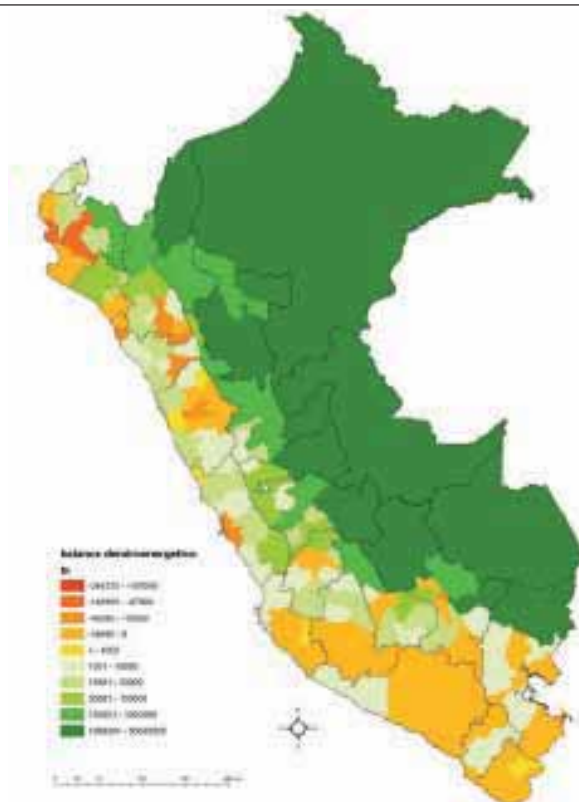
Pero ha comenzado otra demanda por carbón en el país. El aumento de la demanda por productos naturales en el mundo ha hecho que los colorantes químicos se hayan dejado de utilizar en la industria de alimentos. Esta industria ha comenzado a utilizar carbón pulverizado que alcanza precios en el mercado cercanos a los USD 300 el kilo (González, com. pers.). Es necesario observar este mercado ya que podría ejercer más presión sobre los bosques a un mediano plazo.

5.4.3 BALANCE

5.4.3.1 Balance Dendroenergético

El balance entre la oferta dendroenergética y la demanda, indica que el Perú tiene un saldo positivo de 250 millones de toneladas métricas al año, pero por la variedad de su geografía y clima, la distribución de este superávit no es uniforme. En la Figura 5.6 se puede apreciar que hay provincias localizadas en la Selva con altos superávit, mientras que otras provincias de la Costa y de la Sierra presentan serios déficit.

Figura 5.6

Balance dendroenergético

Del total de las provincias del Perú (194), hay 56 que presentan déficit en este balance. Los déficit van desde las 56 536 t de la provincia de Piura y las casi 47 000 t anuales de Paita a las 610 t anuales de Pomabamba. El déficit se concentra esencialmente en las provincias pertenecientes a la Costa y Sierra de las regiones de Arequipa, Ica, Callao y Tacna.

Otras provincias presentan balances cercanos al valor 0, (consideramos hasta las 30 000 toneladas anuales) ubicados también en la Costa y Sierra de las regiones de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cusco, La Libertad, Lima y Tumbes, entre otras.

Del lado del superávit los valores máximos se encuentran localizados en las provincias pertenecientes a la región Loreto, con valores que superan los 8 Mt anuales, con un máximo de 50 Mt anuales en la provincia de Maynas. Otras provincias con grandes superávit son La Convención (Cusco) con valores cercanos a los 8 Mt anuales, Tambopata (Madre de Dios) con más de 11 Mt y Oxapampa (Pasco) con valores de 4 Mt anuales.

5.4.3.2 Balance general

En el balance general se incluyen los recursos biomásicos disponibles y accesibles para bioenergía, de los bosques naturales y plantaciones forestales, así como de los residuos

agrícolas, agroindustriales y de las industrias forestales. Estos residuos se combinan con la demanda total de recursos biomásicos para la generación de energía. Respecto a los residuos provenientes de la industria azucarera, hay que señalar que en cálculos previos a la integración en los distintos módulos de la metodología WISDOM, se excluyeron los volúmenes de bagazo que son utilizados por la industria papelera.

La oferta total, asciende a 272 Mt de biomasa anual de los cuales aproximadamente 16 Mt provienen de distintos tipos de residuos. El balance general o primario asciende a 267 Mt.

Si se compara el balance general de la Figura 5.7 con el balance dendroenergético de la Figura 5, se aprecia que las provincias costeñas de Lambayeque, La Libertad, Ancash, e Ica tienen una mejor situación en el balance general o primario y en menor proporción las provincias costeñas de Piura, Ancash, Lima y Arequipa

Figura 5.7

Balance general



El análisis combinado del balance primario y de la oferta de residuos, ofrece la posibilidad de identificar aquellas provincias que presentan déficit o valores muy próximos a cero y que podrían mejorar la situación utilizando sus residuos a través de la transformación de los mismos (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2

Ejemplo de algunas provincias con balance negativo en el consumo de dendrocombustibles y positivo con el aporte de la biomasa de residuos agrícolas y agroindustriales

Provincia	Departamento	Balance Dendroenergético Media (Tm)	Oferta Residuos	Balance Media (Tm)
CAMANA	AREQUIPA	-1 606 990	-1 606,99	68 824,49
CASTILLA	AREQUIPA	-4 202 820	-4 202,82	43 127,00
ISLAY	AREQUIPA	-693 653	-693,65	73 073,91
ICA	ICA	-9 321 660	-9 321,66	211 918,00
NAZCA	ICA	-1 909 240	-1 909,24	36 110,30
CHEPEN	LA LIBERTAD	-5 783 380	-5 783,38	467 099,00
PACASMAYO	LA LIBERTAD	-33 844 300	-33 844,30	323 612,00
PIURA	PIURA	-56 536 000	-56 536,00	348 294,03
SECHURA	PIURA	-5 720 440	-5 720,44	94 061,30
TACNA	TACNA	-1 546 310	-1 546,31	15 481,30

ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE EN PERÚ: UNA DIMENSIÓN SOCIAL

Marianella Crispin, Erika Felix y Julián Andrés Quintero

6.1 RESUMEN

El incremento de la producción y la productividad agrícola son cruciales para mejorar la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, y el desarrollo rural en Perú. Un argumento básico para el desarrollo de la bioenergía es la capacidad y el potencial que este presenta para el sector agrario y recibir inversiones públicas y privadas necesarias para mejorar la productividad agrícola. Esto puede contribuir positivamente a la seguridad alimentaria y a la reducción de la pobreza. En este sentido, bajo el marco del desarrollo del sector bioenergético una de las vías a considerar es la integración de la pequeña producción campesina como proveedora de materia prima para producir biocombustibles líquidos. La pequeña producción campesina, no obstante, requiere condiciones de rentabilidad social y económica para poder ser sostenible y viable para la economía rural. Requiere apoyo técnico, mano de obra calificada, maquinaria y demás insumos para obtener mayores rendimientos. Existen experiencias en el país sobre producción de materia prima para biocombustibles líquidos y otras que definen un paquete tecnológico que ayudaría a obtener una mayor productividad. Por consiguiente, es importante analizar de que forma este desarrollo bioenergético se puede realizar para que involucre directamente a las poblaciones participantes y pueda ofrecer una opción viable para mejorar sus ingresos y seguridad alimentaria. El presente estudio evalúa la factibilidad económica con una dimensión social ante una realidad de promoción de biocombustibles líquidos en el Perú.

El análisis y evaluación se basan en nueve escenarios en los cuales la variante principal son los rendimientos agrícolas y por ende los costos de producción de materia prima. Estos nueve escenarios describen y evalúan las fuentes de materia prima, su forma de producción y las condiciones para una producción sostenible que involucre a los pequeños productores. En los escenarios 1, 2, 3, 8 y 9 se realiza un análisis considerando el ingreso adicional por la venta de co-productos y su efecto en los costos de producción de etanol y biodiesel. Dichos escenarios son:

- Escenario 1, 2 y 3 (caña de azúcar para etanol en la Costa y la Selva)
- Escenario 4 y 5 (etanol a partir de melaza)
- Escenario 6 y 7 (biodiesel a partir de palma aceitera)
- Escenarios 8 y 9 (biodiesel a partir de *Jatropha*).

Los costos de producción de etanol a partir de caña de azúcar se ubican en un rango de 0,27 a 0,51 USD/l. La diferencia en el costo de producción de combustibles depende



de dos factores importantes; uno es la procedencia de la materia prima y otro la escala de producción. Los costos de producción en relación a la procedencia de materia prima se examinan en los escenarios 1 y 2. Bajo el Escenario 1, el cual es un escenario mixto²⁴ el costo de producción se estima en 0,34 USD/l comparado con 0,25 USD/l que considera la producción de materia prima sólo a nivel comercial. El Escenario 3 refleja una capacidad de operación menor, 13 millones de litros de etanol hidratado por año comparado con una producción de 105 millones de litros de etanol por año para los Escenarios 1 y 2, lo cual resulta en un incremento en el costo de producción a 0,51 USD/l.

Los costos de producción de etanol a partir de melaza se encuentran en un rango de 0,43 a 0,64 USD/l. La diferencia en el costo de producción de combustibles depende del valor de la melaza; este representa el costo de oportunidad de un ingenio azucarero en la utilización de la melaza para producir etanol en lugar de vender la melaza a otros mercados como por ejemplo para alimentos balanceados. Cuando el valor de melaza se considera “alto”, (en este caso es de 100USD por tonelada) el costo de producción de un litro de etanol es de 0,64 USD/l. Cuando el valor de melaza se considera “bajo”, (en este caso es de 49 USD por tonelada) el costo de producción de un litro de etanol es de 0,43 USD/l.

Los resultados para los costos de producción de biodiesel a partir de palma aceitera se estiman entre 0,23 y 0,31 USD/l. El factor principal en la variación de costos es la procedencia de la materia prima; en el Escenario mixto se estima un costo de producción de 0,31 USD/l comparado con 0,23 USD/l bajo el Escenario de producción de palma aceitera a nivel comercial. Los costos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha* se estimaron entre 0,83 y 0,86 USD/l. Estos costos son relativamente más altos que la producción de biodiesel a base de palma aceitera ya que los aciertos en los rendimientos son menores y los costos de producción son más altos.

En general, los resultados muestran que es posible y factible la producción de biodiesel y etanol con la participación de pequeños productores siempre y cuando esto esté ligado a la producción comercial y en condiciones necesarias para fortalecer a la pequeña producción campesina. Es recomendable promover este tipo de esquemas.

6.2 INTRODUCCIÓN

El Perú ha introducido la Ley de Promoción de los Biocombustibles líquidos la cual obliga a una mezcla obligatoria de diesel y gasolinas con biodiesel y etanol respectivamente. Bajo esta ley se promueve una mayor inversión privada y la seguridad energética en respuesta a las constantes fluctuaciones del precio del petróleo; además, contribuye a reducir la excesiva contaminación que hoy agobia las áreas urbanas en el país. Mientras que el enfoque y el espíritu de la norma en el contexto social promueven la búsqueda de nuevas oportunidades

²⁴ Los escenarios mixtos consideran que 40 por ciento de la materia prima proviene de pequeños productores y el restante 60 por ciento proviene de agricultura comercial.

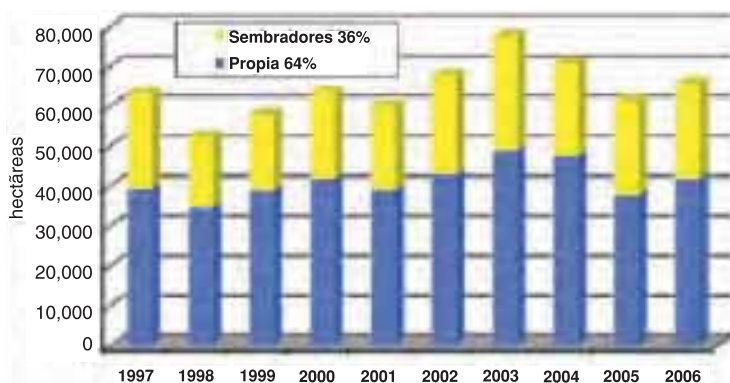
de mercados para pequeños productores que permitan crear nuevos puestos de trabajo y conllevar a un desarrollo económico del área rural. Los cultivos de interés para la producción del biodiesel son la palma aceitera y la *Jatropha* y para el etanol la caña de azúcar.

6.2.1 PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA COSTA

En el Perú, durante muchos años se viene manejando la estructura de producción de caña de azúcar de manera participativa, dado que en la Costa peruana tanto los productores como los sembradores de caña participan de los beneficios de la venta del azúcar. La participación en este sector ocurre por medio de la provisión de materia prima, de la cual aproximadamente 40 por ciento proviene de sembradores y el restante 60 por ciento de producción propia o comercial (ingenios) (Figura 6.1). Esta estructura de producción indica que existen convenios o alianzas entre las empresas azucareras y los productores lo cual permite que los niveles de productividad entre ambos tipos de producción sean similares. Esto es debido principalmente a que existe una cooperación entre productores y sembradores de caña para la provisión de semillas, asistencia técnica y financiamiento entre otras cosas. Es una realidad actual que se observa en la producción de caña para azúcar. Por tal motivo, para los escenarios de producción de caña para etanol, en general, se asume la misma estructura de aporte de materia prima como la de un ingenio tradicional, 60 por ciento de producción propia y 40 por ciento de sembradores.

Figura 6.1

Área cosechada propia y de sembradores



Fuente: Situación del Sector Azucarero 2006 – 2007 (Octubre 2007)

6.2.2 PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SELVA

La actual producción de caña de azúcar en la Selva es relativamente pequeña comparada con los niveles de producción de la Costa peruana y está principalmente destinada al consumo local de azúcares. Existe un gran interés en la Selva para la promoción de cultivos de caña de azúcar para producción de etanol hidratado para uso combustible principalmente en motocicletas. En respuesta a esto se ha incluido un escenario de producción de etanol hidratado en Selva. Aquí se considera la producción de caña de

azúcar bajo un escenario mixto y en base a información sobre productividad y costos de producción de materia prima proporcionada por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo²⁵. (SNV, 2007).

6.2.3 PRODUCCIÓN DE PALMA ACEITERA

La palma aceitera es el cultivo que en la actualidad tiene más importancia en la producción de oleaginosas en el país. La producción nacional de palma aceitera se estima en 246 419 TM con un área cosechada de aproximadamente 16 000 ha (MINAG, 2008)²⁶. Los rendimientos varían entre 5 y 25 TM/ha dependiendo del nivel de producción (FAO). En el mercado interno hay una significativa demanda de aceites, que no es cubierta por la producción nacional. Este déficit se cubre con importación de aceite de soya y girasol. De acuerdo al diagnóstico sobre la palma aceitera realizada por PROINVERSIÓN, se ha detectado un escaso apoyo estatal al sector de oleaginosas.

La palma aceitera se produce principalmente en la zona de la Amazonía de Perú donde existen altos niveles de pobreza. Los gobiernos regionales han puesto bajo consideración el mercado de biocombustibles líquidos como una opción de mercado que ayude a impulsar el sector rural de estas regiones donde ya se practica en gran parte la producción de pequeñas familias campesinas. En este análisis se ha diseñado un escenario de producción que incorpora la pequeña producción campesina como proveedora de materia prima a plantas productoras de biocombustibles líquidos.

Los pequeños productores tienen por lo general un rendimiento inferior debido a las condiciones de las plantaciones, generalmente debido a la falta de capital para la conducción del cultivo. En la actualidad existen algunas iniciativas de integración de pequeños productores de palma aceitera como proveedores de plantas extractoras las cuales se basan en la promoción de la asociatividad como vía para mejorar los rendimientos. El Estado peruano ya ha considerado la necesidad de responder a las necesidades e impulsar mejoras en este cultivo y ha estructurado un plan nacional de promoción de la palma aceitera donde se propone aumentar las áreas de producción, la rehabilitación de áreas abandonadas, el mejoramiento de la capacitación de los productores y fortalecer las capacidades de organización de pequeños palmicultores entre otros.

6.2.3 PRODUCCIÓN DE JATROPHA

La promoción de este cultivo pretende incluir a poblaciones marginadas que aun no han tenido oportunidad de mejorar sus condiciones de vida y donde la producción de este cultivo podría ser una alternativa válida. Sin embargo, cabe resaltar que las iniciativas sobre este cultivo se enfocan principalmente en la definición de los parámetros de

²⁵ Línea Base de biocombustibles líquidos en la Amazonía peruana (SNV)

²⁶ Promoción del cultivo e industrialización de la palma aceitera en el Perú -Agencia de la Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN).

producción agrícola con la finalidad de obtener un conocimiento apropiado que permita diseñar un paquete tecnológico para obtener rendimientos que satisfagan la demanda de materia prima de la industria. Debido a la incertidumbre existente sobre el conocimiento de este cultivo se han diseñado dos escenarios con el objetivo de evaluar el efecto que la productividad del cultivo pueda tener en los costos de producción de biocombustibles líquidos.

6.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

El estudio se enfoca en el análisis de la producción de biodiesel y etanol teniendo en cuenta el origen de la materia prima. Esto está directamente relacionado con la forma de producción y las formas de participación de la mano de obra. Para ello se realizó un análisis de factibilidad económica considerando una dimensión social que ayude a definir la incorporación de pequeños productores en el sector bioenergético, de tal manera que pueda contribuir al desarrollo rural y disminuir la pobreza en el país.

Específicamente, se pretende identificar y evaluar los modelos de inclusión de pequeños productores en el desarrollo del sector bioenergético. En base a esto se definieron los escenarios de producción los cuales requirieron la realización de ensayos de los costos de producción de materia prima en base a su origen; estos fueron utilizados para proyectar los costos de producción de biodiesel y etanol. Asimismo, después de obtener los costos de producción de biocombustibles líquidos en los diferentes escenarios, estos resultados son incorporados en el modelo de análisis de la economía nacional (Capítulo VII) para evaluar el nexo entre el desarrollo bioenergético y su contribución al desarrollo del país.

Las preguntas que este análisis pretende responder son las siguientes:

- ¿Cuáles son las formas de participación existentes de los pequeños productores en la producción de materia prima para los biocombustibles líquidos?
- ¿Cuáles serían las formas posibles de participación de los pequeños productores en el sector bioenergético?
- ¿Cómo se distribuyen los costos de producción de biocombustibles líquidos a partir de palma aceitera, *Jatropha* y caña de azúcar?
- ¿De qué manera se vinculan el desarrollo de la bioenergía y el desarrollo económico y social?

Al analizar la fuente proveniente de la materia prima los resultados obtenidos permiten visualizar la influencia que el origen de materia prima tiene en el precio final del biodiesel o etanol. Este análisis también permite obtener información objetiva para abrir espacios de discusión y apoyar la toma de decisiones sobre los temas sociales en torno al sector bioenergético.

Los cultivos analizados para la producción del biodiesel son la palma aceitera y la *jatropha* y para el etanol la caña de azúcar. Los diferentes escenarios para estos cultivos

se basan en experiencias representativas del país en la Amazonía y la Costa peruana.²⁷ Los escenarios planteados se diseñaron en base a estructuras de producción agrícola existentes y teniendo en cuenta la procedencia de la materia prima. Esto consiste en una ejecución secuencial de una serie de criterios de evaluación que considera todo el proceso de producción, desde la materia prima hasta la producción del biocombustible. La evaluación incluye el tipo de semilla, el contenido de azúcar en la caña, el contenido de aceite en las semillas, la mano de obra y la maquinaria utilizadas, la existencia o no de asistencia técnica, las tecnologías para el proceso y la disposición final de los subproductos. Todas estas etapas, permiten conocer los costos de producción de la materia prima y el proceso de transformación de esta materia prima en productos energéticos. Los detalles específicos sobre la metodología y aciertos hechos en el análisis se presentan en el Capítulo VI del Compendio técnico volumen II.

La información secundaria se complementa y ajusta con datos recolectados directamente de instituciones con experiencia en la producción de caña de azúcar, palma aceitera y *Jatropha*; este paso es importante ya que permite confrontar la realidad productiva del país con los datos obtenidos en otros reportes y en fuentes bibliográficas. Esta información permite contextualizar y orientar la metodología a las condiciones del Perú.

Para los fines del estudio, los costos de producción de materia prima para cada uno de los cultivos estudiados se aplican diferentes rendimientos y diferentes costos de producción de la materia prima. La producción agrícola considerada en los escenarios es representativa y se debe tomar en cuenta que existen diferencias entre los paquetes tecnológicos que se aplican a largo del país. Este factor podría influenciar los costos de producción de la materia prima y, por consiguiente, diferir de los costos estimados en este estudio. El proceso de transformación de las materias primas en biocombustibles líquidos se definió en base a niveles de las tecnologías existentes o planeadas para ser usadas por la industria y son representativas para el país. Tomando en cuenta los tres cultivos y la transformación de materias primas, los escenarios son los siguientes:

²⁷ Se tomaron en cuenta información y datos proporcionados por SNV A través de sus publicaciones Análisis de ciclo de Vida de la producción de Biocombustibles líquidos en la Amazonía Peruana, Impactos Socioeconómicos de la Producción de Biocombustibles líquidos en la Amazonía Peruana y La Línea Base de Biocombustibles líquidos, consultas directas con APPAB, Mesa Técnica de Concertación de Biocombustibles líquidos de San Martín entre otros. Adicionalmente, se trabajó con información secundaria de costos de producción provenientes del INIA, FREDEPALMA, MAPLE, MINAG, INEI entre otros.

Cuadro 6.1

Escenarios de Producción de biocombustibles líquidos

Escenario	Cultivo	Referencia
Escenario 1	Caña de azúcar	Mixto 40 por ciento pequeño agricultor y 60 por ciento comercial. Producción de etanol anhidro considerando que la materia prima proviene de sembradores y producción propia que ingresan al proceso de conversión en la Costa.
Escenario 2		Producción de etanol a nivel comercial. Producción de etanol anhidro donde la materia prima es sólo producción propia.
Escenario 3		Mixtos 40 por ciento pequeños productores y 60 por ciento comercial. Producción de etanol hidratado donde la materia prima proviene de producción propia y sembradores en la Selva.
Escenario 4	Melaza	Materia prima proviene de producción propia y pequeño productor con alto costo de oportunidad de la melaza.
Escenario 5		Materia prima proviene de producción propia y pequeño productor con bajo costo de oportunidad de la melaza.
Escenario 6	Palma aceitera	Mixtos 40 por ciento pequeños productores asociados y 60 por ciento comercial. Referido a la producción de biodiesel donde la materia prima proviene de producción propia y productores asociados.
Escenario 7		Producción de biodiesel a nivel comercial. La materia prima proviene de la gran industria en la Selva.
Escenario 8	Jatropha	Mixtos 40 por ciento pequeños productores asociados con rendimientos bajos y 60 por ciento comercial. Materia prima proviene de la producción a nivel comercial en la Selva y la que proviene de pequeños productores con alta productividad.
Escenario 9		Mixtos 40 por ciento pequeños productores con rendimientos altos y 60 por ciento comercial. Materia prima proveniente de la producción a nivel comercial en la Selva y de pequeños productores con baja productividad.

6.4 RESULTADOS

En general los costos de producción de biocombustibles líquidos en el Perú indican que estos son comparables a los costos obtenidos en otros países:

Etanol a partir de uso de caña de azúcar indican un costo de producción en el rango de 0,27 a 0,51 USD/l. Estos costos son comparables a los costos de producción de etanol citados para Brasil y Colombia (menos de 0,30 USD/l, Cardona *et. al*, 2005; LMC, 2006).

Los costos de producción de etanol a partir de melaza indican un costo de producción en el rango de 0,43 a 0,64 USD/l. Estos costos pueden diferir en base a la valorización de la melaza como materia prima, ya que es un factor importante en la decisión por parte de los ingenios azucareros sobre el uso de este subproducto.

Los costos de producción de biodiesel a partir de palma aceitera se estiman entre 0,23 y 0,31 USD/l²⁸. Estos costos son comparables con los costos de producción de biodiesel citados para Brasil (0.30 USD/l)²⁹ y están por debajo de costos estimados para biodiesel a partir de otras materias primas como por ejemplo soya (0.53 USD/l en Estados Unidos de América)³⁰.

Los costos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha* se estimaron entre 0,83 a 0,86 USD/l. Estos son más bajos que los costos estimados para Zambia (0,95USD/l)³¹ y cercanos a los estimados para Mozambique y Tanzania (entre 0,78 y 0,81 USD/l)³²

Los detalles sobre la obtención de los costos de producción de biocombustibles líquidos se discuten en la siguiente sección. La discusión para cada uno de los cultivos estudiados se enfoca primero en la estimación de costos de producción de la materia prima seguida por la presentación de costos de producción del biocombustible, y una breve discusión sobre la importancia de los coproductos.

6.4.1 PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

Los escenarios de producción de caña de azúcar para etanol se basaron en informaciones reales del Perú: son las condiciones existentes en el sector azucarero. La Figura 6.2 muestra los escenarios estudiados; en particular se distingue el origen de la materia prima y las formas de producción de etanol para cada escenario.

28 En este estudio se consideró el precio de la material prima como el costo de producción o el precio de proveedores, pero no el precio global de palma aceitera, esto asumiendo que se realizara la inversión para procesar aceite a biodiesel y tomando en cuenta la situación geográfica del área de producción lo cual crea limitaciones para acceder al mercado global.

29 Elbersen, V. Oil Palm in Brazil A different picture?, Bioenergy

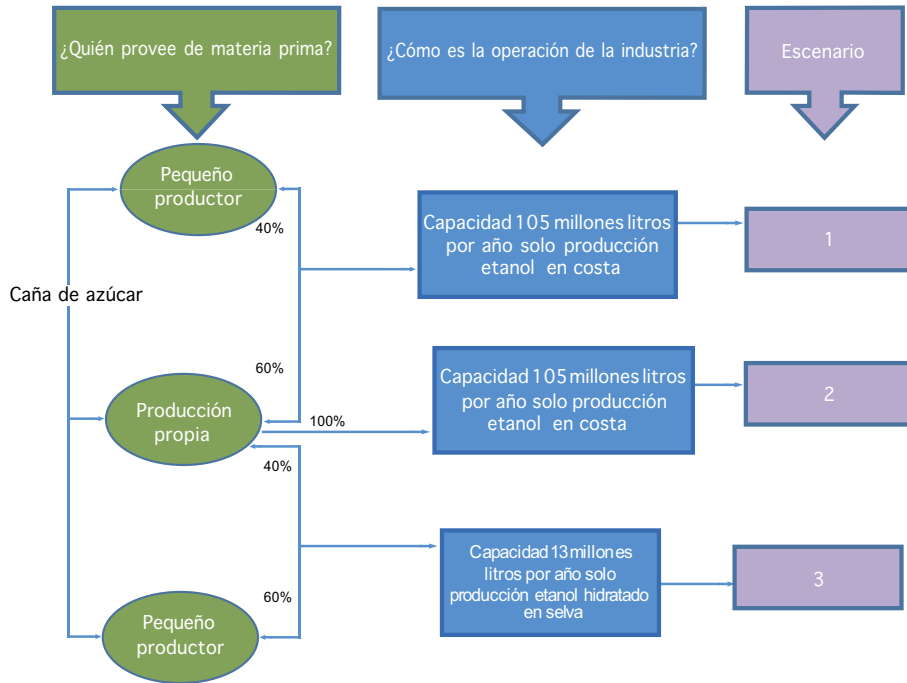
30 Pruzko, R., Alternative Feedstock and Biodiesel Production, Practical Biodiesel Blueprint Conference, Kuala Lumpur Malasia, January 2007.

31 Presentación de Septiembre 2009 subministrada al proyecto BEFS por Oval Biofuel Limited.

32 Los costos de producción de biodiesel para Mozambique fueron tomados de estudio sobre biocombustibles líquidos en Mozambique preparado por Ecoenergy Internacional Corporación en Mayo 1, 2008. Los costos de producción de biodiesel para Tanzania fueron tomados de Analysis de BEFS en Tanzania, Roma Italia, 2010.

Figura 6.2

Producción de caña de azúcar para etanol (por escenarios)



6.4.1.1 Costo de producción de materia prima - caña de azúcar

Los costos estimados para la producción de caña de azúcar, para cada escenario se encuentran en el Cuadro 6.2:

Cuadro 6.2

Costos de producción materia prima

Escenario	Materia prima	Costo de producción de materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 1	Caña de azúcar Costa	Sembrador: 12,40 Propio: 12,32	140 comercial, 130 pequeño productor
Escenario 2		Propio: 12,32	140 comercial
Escenario 3	Caña de azúcar Selva	Sembrador: 17,65 Propio: 12,13	185 comercial*, 62 pequeño productor

Sembrador: considerado pequeño productor
Propio: considerado producción nivel comercial
* Fuente SNV 2009.

En la actualidad la producción de caña de azúcar es destinada al mercado del azúcar; por este motivo el manejo de los proyectos privados o comerciales de caña de azúcar para la producción de etanol constituye un escenario nuevo en la realidad peruana. En base a este nuevo mercado se han planteado dos tipos de escenarios en base al abastecimiento de caña de azúcar. Estas opciones de abastecimiento son a través de la compra a sembradores

(pequeños productores) existentes o promover el desarrollo de sembradores con similares condiciones de producción de caña de azúcar que existen en el sector azucarero (escenarios 1 y 3); otra opción es en base a una producción netamente comercial sin la participación de pequeños productores Escenario 2).

En la Costa la producción de caña de azúcar a nivel comercial tendría rendimientos ligeramente mayores y costos menores de producción igual a USD 12,32 por tonelada. En la actualidad los rendimientos tienden a variar ligeramente entre la producción comercial y la de pequeños productores (o sembradores como son llamados en la Costa), dependiendo de como se manejen las condiciones de producción; esta a su vez influenciará el costo por tonelada producida. Para los sembradores en la Costa, asumiendo que estos tengan acceso a semillas, asistencia técnica, financiamiento y otros insumos, se estimó un costo de producción de 12,40 USD por tonelada, incluyendo un margen de ganancia al sembrador o pequeño productor.

En la Selva los costos de producción de caña de azúcar a nivel comercial se estiman en USD 12,32 por tonelada; en el caso del pequeño productor se estimó un costo de US 17,65 por tonelada, incluyendo un margen de ganancia del sembrador o pequeño productor. La diferencia en los costos de producción de caña de azúcar en la Selva comparados con la Costa es que no requieren riego y el costo de mano de obra es menor. Otra variación también ocurre con la productividad que puedan alcanzar los pequeños productores en la Selva, que sería potencialmente menor al nivel que los pequeños productores obtienen en la Costa.

6.4.1.2 *Discusión*

- Los costos de operación de la caña de azúcar para la obtención de etanol podrían ser menores que los costos de producción tradicionales para obtener azúcar dado que el costo de fertilización es menor, ya que el objetivo es el contenido de jugo en la caña, sin tomar en cuenta la concentración de sacarosa.
- Para la producción de etanol en la Costa se debe tener en cuenta la ubicación de las tierras ya que en el caso de las tierras eriazas la mayoría tiene textura de suelo arenoso que requiere una técnica de producción diferente a la producción en los campos de caña de azúcar tradicional.
- Todavía no existe la experiencia de una agricultura en áreas de expansión que hayan producido caña de azúcar para etanol bajo las condiciones de suelos arenosos con manejo del cultivo diferentes a la producción tradicional; esto podría afectar los rendimientos del cultivo. En consideración de lo anterior, la maduración de este mercado requiere tiempo y asistencia técnica particular si se desea promover la integración de sembradores o pequeños productores que puedan obtener cultivos rentables.
- Por otro lado, la extensión del cultivo a lugares donde no existe una agricultura extensiva ni presencia de sembradores, y por lo tanto, no existe integración, requerirá un mayor tiempo para la formación de asociaciones de pequeños productores o sembradores.

- El costo de instalación podría ser mayor o menor que los costos de producción tradicional, dependiendo de los siguientes factores:
- **Agua:** en la estructura de costos de producción de etanol, si el agua tiene el mismo costo que la del valle del Chira, habría una reducción sustancial en el horizonte de evaluación respecto al repago del sistema tecnificado menor o igual a 10 años. La disponibilidad de agua en la Costa es otro factor importante a considerar.
- **Fertilización:** el uso de vinazas para suplir necesidades de fertilización sería también un factor económico a considerar.
- **Mano de obra:** la mano de obra involucra costos periódicos como sueldos, seguros, herramientas, etc.³³.

6.4.1.3 Precio de venta en puerta de fábrica

Es necesario considerar el precio de la materia prima producida puesta en la puerta de la planta de biocombustibles líquidos por parte de proveedores o pequeños agricultores. Por esta razón, los escenarios 1 y 3 incorporan el margen de ganancia del pequeño productor, este porcentaje es un porcentaje equivalente al margen que reciben actualmente los pequeños agricultores en la Costa o en la Selva. Bajo los escenarios mixtos el precio puesto en puerta de la materia prima se calculó en base al porcentaje de contribución por parte de propios y sembradores, 60 y 40 por ciento, respectivamente.

En el Cuadro 6.3 se muestra, el precio de la materia prima para el Escenario 1 para la producción de etanol en la Costa; se estimó en USD 17.79 por tonelada mientras que para el Escenario 3 el cual se base en producción en la Selva y se estimó en USD 15.28 por tonelada.

Cuadro 6.3

Precio de materia prima puesta en planta

Escenario	Materia prima	Costo de producción de materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 1	Caña de azúcar Costa	17,79	140 comercial, 130 pequeño productor
Escenario 3	Caña de azúcar Selva	15,28	185 comercial, 62 pequeño producto

* Fuente SNV.

6.4.1.4 Costos estimados de la producción de etanol

Comparando los Escenarios 1 y 2 se observa que los costos de producción de etanol se encuentran en el rango de los costos estimados para Brasil y Colombia (Cuadro 6.4). En el Escenario 2 (o mixto) se observa un incremento del 26 por ciento en comparación al Escenario donde la materia prima proviene de la producción comercial. En este caso se analizan los beneficios sociales que la integración del pequeño productor tiene para poder explorar potenciales intervenciones que le permitan un desarrollo de este tipo de esquemas

33 Una cuadrilla equivale aproximadamente a 200 personas.

de producción. Al comparar los Escenarios 1 y 2 se observa que ambos Escenarios presenta costos de producción de etanol rentables y competitivos en el mercado global.

Cuadro 6.4

Costos de producción de etanol a partir de caña de azúcar (por escenario)

Escenario	Etanol USD/l
Escenario 1 (mixto)	0,3425
Escenario 2	0,2690
Escenario 3 (mixto)	0,5147

En el caso de la Selva, el objetivo de los gobiernos regionales y de muchas instituciones no gubernamentales es el uso de etanol hidratado carburante para uso en sustitución total de gasolinas en motores de ciclo Otto; este tipo de vehículos presenta un consumo significativo en la región. La promoción de este nuevo mercado se viene realizando a través de la creación de micronegocios para el abastecimiento y suplir el mercado interno en zonas pobres³⁴. Este Escenario, tendría un costo de producción de 0,5147 USD/l de etanol. Si se considera que la gasolina en esta región se cotiza alrededor de los 0,90 USD/l (10 Nuevos Soles por galón)³⁵, esto indicaría que este nuevo mercado sería competitivo. La comercialización de este tipo de biocombustibles líquidos en el mercado nacional requiere de adecuaciones a la Ley y/u otros mecanismos que se deben definir entre el Ministerio de Energía y los Gobiernos Regionales.

6.4.2 Costos de producción de etanol a partir de melaza

El objetivo principal de los Escenarios de producción de etanol a partir de melaza, es analizar los efectos de la volatilidad en los precios de esta materia prima y los costos de oportunidad que esto implicaría. Por ejemplo otras industrias como la industria de alimentos balanceados se abastece de melaza para su producción. En el Cuadro 6.5 se muestra la evolución del consumo de melaza por la industria de alimentos balanceados.

Cuadro 6.5

Consumo de melaza por la industria de alimentos balanceados, por año (t)³⁶

Enero-Diciembre				
2005	2006	2007	2008	2009
10 687	10 072	9 425	11 109	10 947

34 Pueden darse arreglos entre comuneros y mineras donde permanentemente le sirve para abastecerse a la minera y existe una figura de responsabilidad social.

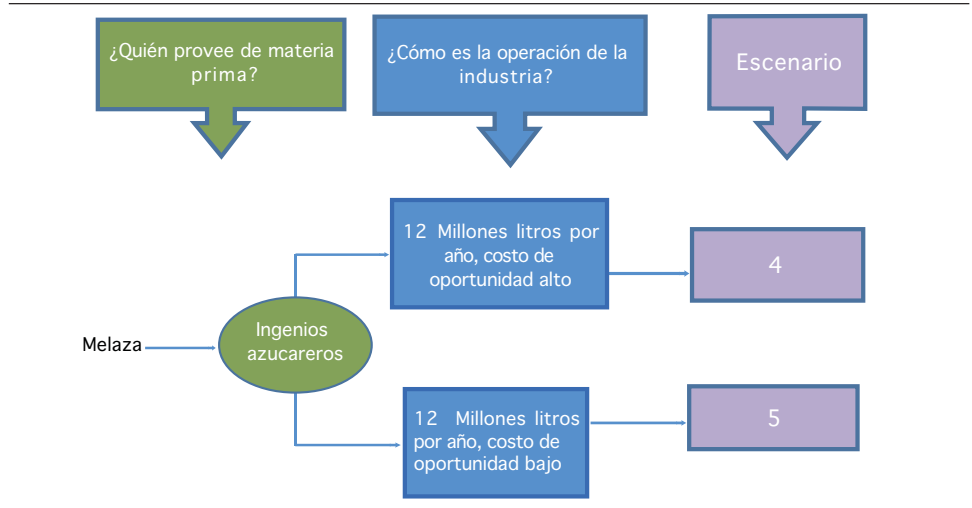
35 En base a estimado de precios de venta de gasolina 84 reportados para Junio 3 2010 en Callao Lima por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), <http://facilito.osinerg.gob.pe/portal/pages/scop/buscadorEESS.jsp>

36 Direcciones Regionales de Agricultura - MINAG

Esto significa, que el ingenio como proveedor de este producto tendrá que escoger entre dos opciones para generar ingresos: ya sea procesar la melaza para producir etanol o venderlo directamente a la industria de alimentos. Ello dependerá de cuan atractivo sea el precio del etanol en el mercado y el precio de la melaza.

Figura 6.3

Escenarios de melaza para etanol



De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 6.6, si el precio de la melaza en el mercado se considera alto (alrededor de 100 U.6SD/tonelada) el costo de producir etanol sería de 0,6372 USD/l, En el caso que el precio de melaza sea bajo (alrededor de 49 USD/tonelada) el costo de producción de etanol sería menor, de 0,4316 USD/l. Es probable que si el precio de melazas en el mercado fuera alto el precio de producción de etanol no sería competitivo, por lo tanto, una mejor opción sería vender la melaza a la industria de alimentos. Esto merece una consideración especial fondo y en base a la estructura de precio de venta del etanol que se proponga en el país.

Cuadro 6.6

Costos de etanol por escenario de melaza

Escenario	Etanol USD/l
Escenario 4	0,6372
Escenario 5	0,4316

6.4.3 IMPORTANCIA DE LOS COPRODUCTOS EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR

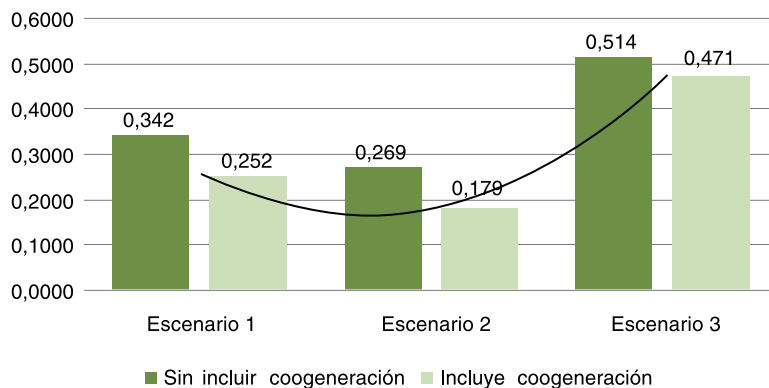
El ingreso adicional por la venta de coproductos es una opción que puede abaratar los costos de procesamiento del etanol. Los coproductos principales generados en la producción de

etanol a partir de cana de azúcar que se consideran para comercializar son la vinaza para usar como fertilizante o el bagazo para cogenerar energía.

- Para la vinaza existe la opción de un círculo eficiente de producción donde al ser un subproducto del proceso puede ser procesado y utilizado como fertilizante para la producción de la misma materia prima o comercializarse como fertilizante para otros usos agrícolas. Esto dependerá del precio de venta³⁷ y la decisión de la empresa; cabe precisar que no existe actualmente un mercado desarrollado para este producto en el país.
- Para el bagazo los resultados de la última subasta realizada con el fin de cubrir el 5 por ciento de la generación de electricidad a partir de energías renovables no convencionales, permitió que dos proyectos de generación de electricidad a partir de biomasa, uno de ellos de la empresa azucarera Paramonga basado en un proceso de 23 Mw de cogeneración utilizando el bagazo, fueran seleccionados al ofertar un precio de generación (USD/Mwh) inferior a la tarifa tope establecida por el Estado. Esta no se dio a conocer hasta cuando se realizó la apertura de sobres conteniendo las propuestas de los postores. La utilización del bagazo en los proceso de cogeneración eléctrica puede generar competencia y también puede ser empleado en la producción de pulpa de papel, un rubro deficitario en el Perú.

Figura 6.4

Costos de producción de etanol considerando venta de coproductos (USD/l)



Tal como se muestra en el Figura 6.4, los ingresos adicionales por cogeneración descienden en un 27 por ciento según la línea de tendencia de cada escenario.³⁸

37 La vinaza en Colombia, el costo de oportunidad es el ahorrar el costo de fertilización como parte de los costos de producción de materia prima.

38 La vinaza en Colombia, el costo de oportunidad es el ahorrar el costo de fertilización como parte de los costos de producción de materia prima.

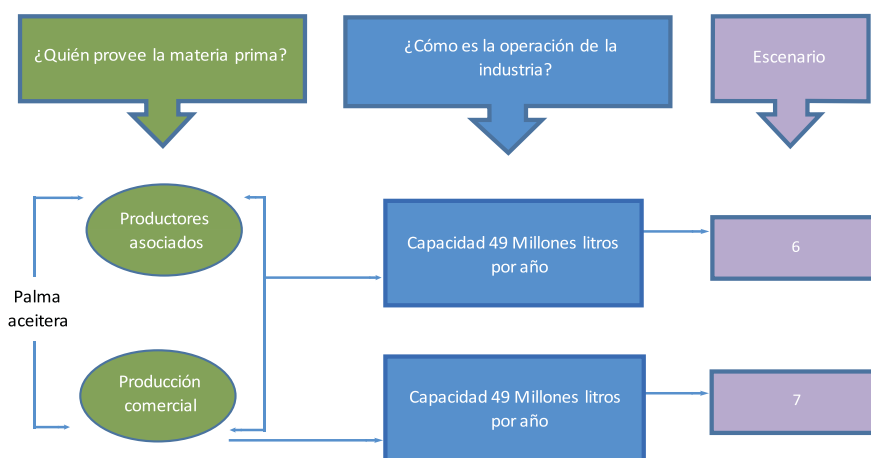
Es importante considerar el Reglamento de la Ley N° 27360 Ley que aprueba las Normas de Promoción del Sector Agrario³⁹; dicho Reglamento se refiere a ciertos beneficios tributarios en el sector agrario para que las actividades agroindustriales puedan acogerse a los beneficios tributarios siempre y cuando no excedan el 20 por ciento del total ingresos por ventas provenientes de otras actividades que incluirían los coproductos. En el caso de la caña de azúcar se plantea una situación particular dado que muchos ingenios cogeneran a partir del bagazo. Además si se tiene en cuenta el Decreto Legislativo 1002 que promueve que el cinco por ciento de la generación de energía provenga de Energía Renovable, que no sea hidroeléctrica y, por ende, aquí está considerada la biomasa. Sin embargo, que existe una inconsistencia entre promover el uso de energía renovable por un lado y por el otro un desincentivo en la promoción de de ventas de coproductos.

6.4.4 COSTO DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

La producción de biodiesel, Figura 6.5A y 6.5B, presenta los esquemas de producción que se analizaron en base a origen de la materia prima; por ejemplo, materia prima producida por la propia empresa en gran escala y un mixto donde la empresa contribuye con 60 por ciento y el pequeño productor asociado contribuye con 40 por ciento. Dependiendo del escenario, esto tendrá una relación directa con los rendimientos de los cultivos y, en consecuencia, con el costo de la materia de prima y el costo de producción de biodiesel.

Figura 6.5 A

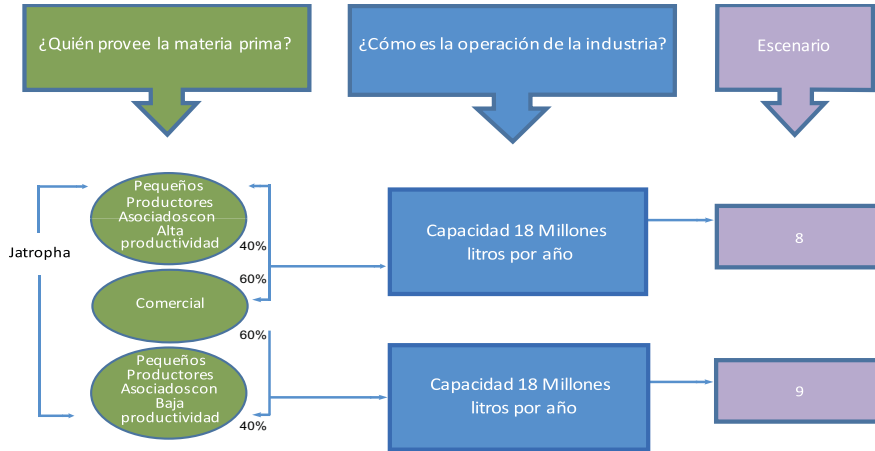
Producción de palma aceitera y *Jatropha* para biodiesel (por Escenarios)



39 Artículo 2 inciso c del Reglamento, la vigencia de la Ley es hasta el 31 de diciembre de 2010 de acuerdo al artículo 3 de la Ley.

Figura 6.5 B

Continúa: Producción de palma aceitera y *Jatropha* para biodiesel (por Escenarios)



6.4.4.1 Costo de producción de la materia prima

Por lo general, los rendimientos de la producción de palma aceitera se ven afectados cuando los pequeños productores no se organizan; el acceso al crédito, asistencia técnica, y semillas mejoradas, entre otros insumos, son limitados. La promoción de la asociatividad presenta grandes ventajas ya que esto contribuye a mejorar los rendimientos y posteriormente reduciría los costos de producción de biodiesel. Existen experiencias en el país donde se encuentran los rendimientos próximos entre la producción comercial y la de palmicultores cuando estos últimos están asociados. Asumiendo una productividad cercana entre producción comercial y pequeño productor se obtiene un costo de producción de materia prima de 22,32 y 46,99 USD/tonelada respectivamente (Cuadro 6.7).

Cuadro 6.7:

Costo de producción de palma aceitera y *Jatropha* (por escenarios)

Escenario	Materia prima	Costo de producción de materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 6	Palma aceitera	Pequeño productor asociado: 46,99	Pequeño productor asociado: 22
Escenario 7		Comercial: 20,32	Comercial: 25
Escenario 8	<i>Jatropha</i>	Pequeño productor asociado (productividad alta): 179,83	Pequeño productor asociado: 6,5
Escenario 9		Comercial: 167,87	Comercial: 7,6
		Pequeño productor asociado (Productividad baja): 222,00	Pequeño productor asociado: 4
		Comercial: 167,87	Comercial: 7,6

La *Jatropha*, de acuerdo a los estudios realizados por SNV (2005) y Schweizer (2009), puede presentar rendimientos entre 4T/ha y 7,6T/ha. El rendimiento de 7,6t/ha es resultado de un proceso de experimentos y estudios que ha venido realizando el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA); sin embargo, la experiencia de esta producción en gran escala es escasa.

En base a esto se consideraron dos escenarios asumiendo la productividad potencial de pequeños productores, es decir una productividad baja de 4 toneladas por hectárea (Escenario 8) y una productividad alta de 6,5 toneladas por hectárea (Escenario 9). Se supone que la producción de la materia prima proviene de pequeños productores que están asociados, sin embargo, a pesar de ello, estas asociaciones pueden tener bajos rendimientos.

6.4.4.2 Precio de venta en puerta de fábrica

Es necesario considerar el precio de la materia prima puesta puerta de la planta de biocombustibles líquidos por los proveedores o los pequeños agricultores; los Escenarios 7, 8 y 9 incorporan el margen de ganancia del pequeño productor, que equivalente al margen que reciben actualmente los pequeños agricultores en la Selva o el precio que se proyecta pagar por la materia prima (Capítulo VI del Compendio Técnico Volumen II). En los escenarios mixtos el precio puesto en puerta de la materia prima se calculó en base al porcentaje de contribución por parte de productores propios y sembradores, 60 y 40 por ciento respectivamente.

El Cuadro 6.8 muestra el precio de materia prima para el Escenario 6 que refleja producción de biodiesel a partir de palma aceitera que se estimó en USD 92,50. El precio de *Jatropha* como materia prima para biodiesel se consideró, para el Escenario 8 en USD250,00 y para el Escenario 9 en USD 275 por tonelada

Cuadro 6.8

Precio de materia prima puesta en planta

Escenario	Materia prima	Precio materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 6	Palma Aceitera	92,50	140 comercial, 130 pequeño productor
Escenario 8	<i>Jatropha</i>	250	185 comercial*, 62 pequeño productor
Escenario 9	<i>Jatropha</i>	275	185 comercial*, 62 pequeño productor

* Fuente SNV. 2007

6.4.4.3 Costos de producción de biodiesel

De acuerdo al Cuadro 6.9, el costo de producción de biodiesel a partir de palma aceitera se estima en 0,2270 USD/l a 0,3138 USD/l que se encuentran dentro del rango de costos globales (0,30USD/l en Brasil). En el Escenario 6 o mixto se observa un incremento del 38 por ciento en comparación al escenario donde la materia prima proviene de una producción comercial. La consideración a hacer en este caso es analizar los beneficios sociales que la

integración del pequeño productor tiene a fin de poder explorar potenciales intervenciones que permitan un desarrollo de este tipo de esquemas de producción. Al comparar los Escenarios 6 y 7 se observa que ambos Escenarios presentan costos de producción de biodiesel que son competitivos en el mercado global.

Cuadro 6.9

Costo de biodiesel (por escenarios)

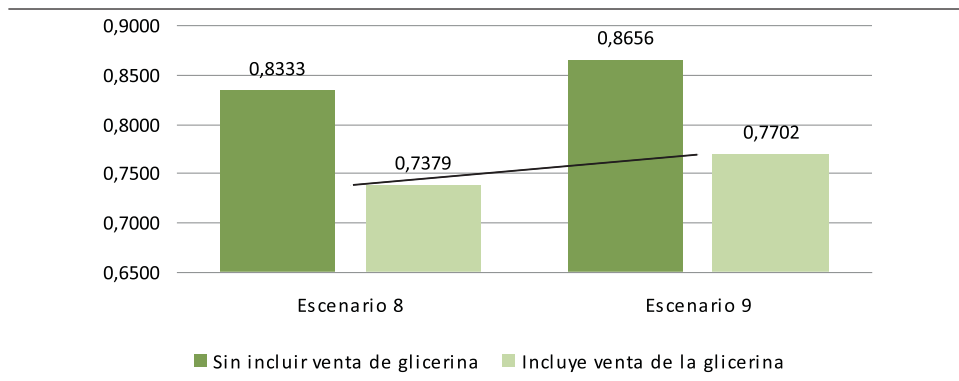
Escenario	Biodiesel USD/l
Escenario 6 (mixto, palma aceitera)	0,3138
Escenario 7 (comercial, palma aceitera)	0,2270
Escenario 8 (mixto, <i>Jatropha</i> , alta productividad)	0,8333
Escenario 9 (mixto, <i>Jatropha</i> , baja productividad)	0,8656

En el caso de la *Jatropha*, en el Cuadro 6.9 se aprecia que el costo de producción de biodiesel a partir se estima en 0,8333 USD/l a 0,8656 USD/l, que se encuentran en el rango de los costos de biodiesel a partir de *Jatropha* estimados para países en África. En el Escenario 9, cuando se considera una baja productividad por parte de pequeños productores, se observa un incremento del 3.8 por ciento en comparación con el Escenario 8. Los costos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha* por lo general son más altos que los de otras materias primas, tal vez debido a la poca experiencia que existe con el cultivo. En términos generales, es necesario entender mejor el comportamiento agrícola de este cultivo para su uso comercial.

6.4.4.4 Importancia de los coproductos de la *Jatropha*

Es posible considerar la comercialización de subproductos como la glicerina que puede utilizarse como materia prima para otros productos en la producción de biodiesel. La venta de este coproducto podría generar ingresos adicionales que permitirían abaratar los costos de producción; sin embargo, se tendría que establecer el mercado para la glicerina en el Perú. Otro subproducto es la torta que se puede utilizar como fertilizante, sin embargo, no existe una experiencia en su utilización o un mercado formalizado que permita registrar los precios de venta.

Figura 6.6

Costos de producción de biodiesel considerando venta de coproductos

Como se observa en la Figura 6.6, si se consideran los ingresos adicionales por venta de glicerina, los costos descienden cerca de 11 por ciento, según la línea de tendencia para cada Escenario.

6.5 CONCLUSIONES

- Tal como se mostró en los escenarios de biodiesel y etanol es posible incluir a los pequeños productores en la producción de materia prima; sin embargo, es necesario evaluar los factores a considerar para que este esquema se pueda realizar.
- La asociatividad es un factor importante que tiene efectos positivos sobre los rendimientos, sin embargo, es necesario promover estas asociatividades y que estas realmente puedan obtener altos rendimientos.
- Existen formas de incluir a pequeños productores en la producción de biodiesel o etanol; sin embargo, para ello se necesita promover la asociatividad entre productores. Esta responsabilidad podría recaer bajo la responsabilidad del Estado en términos de políticas y presupuesto, mientras que el sector privado podría enfocarlo desde el punto de vista de la responsabilidad social.
- Para llegar a consolidar condiciones donde las asociaciones y la industria lleguen a un nivel de coordinación satisfactorio es necesario considerar que esto involucra tiempo y dinero.
- La integración en asociaciones podría incrementar los requerimientos de servicios de extensión agraria, por ejemplo el INIA; esto ayudaría a mejorar la productividad y los pequeños productores podrían acceder a estos servicios. Es necesario considerar que actualmente existe una mayor demanda sobre la oferta de los servicios de extensión agraria, por lo que esto requerirá una cierta expansión a fin de poder aportar el apoyo necesario.
- El mejoramiento de los servicios de extensión agraria, involucraría crear nuevos puestos técnicos con responsabilidad en cultivos agroenergéticos.
- Bajo el Marco Legal de la Promoción de Energía Renovable, los últimos resultados han provocado una discusión sobre la participación de los ingenios para cogeneración a base del uso del bagazo. El Estado tiene que reconocer que existen diferentes barreras y ajustar parámetros si quiere que las metas propuestas para la contribución de la biomasa en la matriz energética renovable se cumpla.

ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL USANDO UN MODELO GENERAL DE EQUILIBRIO PARA ORDENADORES⁴⁰

7.1 RESUMEN

La expansión de la producción de biocombustibles puede tener importantes implicancias más allá de la materia prima para biocombustibles y del proceso de los sectores subsiguientes. Esto se debe a que la producción de biocombustibles puede generar estrechos vínculos con el resto de la economía (p. ej., efecto multiplicador o de contacto). Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos intermedios tales como servicios de transporte para que los mismos lleguen a los consumidores o a los mercados de exportación. En este caso la expansión de los biocombustibles genera una demanda adicional para servicios locales que pueden crear nuevos puestos de trabajo y oportunidades de ingresos para los trabajadores y los hogares rurales vinculados a la cadena de abastecimiento de biocombustibles. Más aun, estos nuevos ingresos serán eventualmente invertidos en bienes de consumo y servicios los cuales a su vez generan una demanda adicional de productos no relacionados con los biocombustibles. Finalmente, existen vínculos macroeconómicos que pueden estimular un crecimiento general de la economía. Por ejemplo, las exportaciones de biocombustibles pueden aliviar las limitaciones de divisas que a menudo acosan la capacidad de los países en desarrollo para importar los bienes necesarios para las inversiones necesarias para la expansión de otros sectores. En conjunto, estos vínculos económicos pueden generar ganancias que son mucho mayores que aquellas generadas por el sector de biocombustibles por sí solo.

Sin embargo, si bien hay ganancias económicas generales que se pueden obtener de la expansión de la producción de biocombustibles, también hay limitaciones que pueden reducir la producción y los ingresos en otros sectores económicos. Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos como tierra y mano de obra que en algunos países pueden estar disponibles en forma limitada. Por esta razón, otorgar tierras para la producción de materias primas para biocombustibles puede reducir el área de las tierras destinadas a otros cultivos. Sin duda, el incremento de la competencia sobre las tierras agrícolas ha recibido considerable atención en los debates sobre biocombustibles, especialmente por la preocupación existente sobre la producción de cultivos alimentarios y las posibles implicancias de los biocombustibles sobre la seguridad alimentaria de los

⁴⁰ Este resumen fue preparado por James Thurlow, becario investigador en la Universidad de Naciones Unidas del Instituto Mundial para la Investigación sobre el Desarrollo Económico (UNU-WIDER) y el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). Thurlow fue un miembro del equipo BESF y condujo el análisis CGE para Tanzania.

países en desarrollo. Sin embargo, aun si la tierra abandonada es usada para producir biocombustibles, puede todavía causar un desplazamiento de trabajadores de sectores fuera de los biocombustibles ya que estos serán necesarios en las plantaciones o a medida que los pequeños productores reorganizan su tiempo para producir materias primas para biocombustibles. Esto significa que a medida que se expande la producción de biocombustibles puede ocurrir que los otros sectores se reduzcan y de esta manera disminuyan al menos algunas de las ganancias económicas generales citadas anteriormente. Finalmente, los productores de biocombustibles pueden requerir estímulos fiscales o apoyo a las inversiones por parte del gobierno lo cual reduce los ingresos públicos o las inversiones para otras actividades tales como educación o infraestructura (o sea, costos de oportunidad). Este “desplazamiento fiscal” puede también afectar negativamente el desarrollo de otros sectores fuera de los biocombustibles.

Los vínculos y limitaciones citados anteriormente implican que para evaluar el impacto total y las consecuencias de la producción de biocombustibles es necesario un marco analítico que va más allá de las ganancias del sector privado y de los productores de biocombustibles. Este marco debería capturar indirectamente o en forma económica general los vínculos y limitaciones en sus consideraciones sobre las implicancias micro y macroeconómicas de los biocombustibles. El método económico diseñado específicamente para capturar esos canales de impacto es conocido como modelo CGE o sea, *equilibrio general computable* (“computable general equilibrium”).

En estos momentos se publica un análisis CGE en Perú. Los detalles de este análisis estarán disponibles más adelante en un documento específico.

ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL HOGAR EN PERÚ

Irini Maltsoglou, David Dawe y Luca Tasciotti

8.1 RESUMEN

En este capítulo de la evaluación se enfoca el impacto del incremento de precios sobre la seguridad alimentaria a nivel hogar en Perú. Esta parte del análisis servirá para comprender los impactos del incremento de precios en los alimentos básicos de diferentes hogares y ayudará a identificar los grupos vulnerables en el país. Desde una perspectiva política es necesario comprender como esos cambios de precios pueden tener impacto, en primer lugar, sobre el país como una unidad y, en segundo lugar, a nivel de seguridad alimentaria de los hogares. Esto permitirá identificar los movimientos de precios a los cuales el país es más vulnerable y cuáles segmentos, entre los de menores recursos, están más expuestos a riesgos.

El incremento de precios puede tener un impacto negativo o positivo en los países, según sean importadores o exportadores netos de alimentos. De la misma manera, a nivel hogar, los incrementos de precios son negativos para los hogares consumidores netos de alimentos (*compradores netos*) pero positivos para las familias de productores (*vendedores netos*). El grado en que los hogares tendrán un comportamiento mejor o peor está medido por el impacto neto sobre el bienestar, el cual es evaluado en base a la posición del impacto neto del bienestar familiar con respecto a la producción y el consumo.

En base a su importancia para la ingestión de calorías, los cultivos básicos en Perú son arroz, maíz, trigo, papas y azúcar. Perú es un fuerte importador de trigo, maíz y azúcar y, por lo tanto, susceptible a los incrementos de precios de estos productos. A nivel hogar, el análisis muestra que los sectores rurales de menores recursos son vulnerables a los incrementos de precios del arroz y el trigo, con un impacto consistentemente negativo en el caso del trigo. Por otro lado, los sectores rurales pobres pueden beneficiarse del incremento de precios de las papas y el maíz. Cuando se enfoca el segmento urbano más pobre, los impactos son diferentes en comparación con los hogares rurales y en su mayoría negativos.

En conclusión, desde una perspectiva de seguridad alimentaria, el precio del arroz debería ser controlado cuidadosamente ya que tiene impactos en todos los grupos de menores recursos de la población. Cuando se considera una perspectiva regional, esta conclusión puede variar debido a que cambia el perfil de los agricultores en la región y las preferencias locales de consumo.



8.2 INTRODUCCIÓN

En este capítulo de la evaluación se enfoca el impacto del incremento de precios sobre la seguridad alimentaria a nivel hogar en Perú. Esta parte del análisis servirá para comprender los impactos del incremento de precios en los alimentos básicos de diferentes hogares y ayudará a identificar los grupos vulnerables en el país. En los últimos años, ha habido una preocupación general en lo que se relaciona con el aumento de precios de los alimentos básicos y el desarrollo de los biocombustibles que, si bien en grado variable, han sido ampliamente reconocidos como algunos de los elementos principales del reciente incremento de precios y la mayor volatilidad de los mismos. En este contexto, el desarrollo de biocombustibles líquidos de primera generación representa una fuente adicional de demanda de producción agrícola que puede conducir al incremento de los precios en el caso que no sea acompañada por inversiones adecuadas en el sector de la agricultura y la infraestructura relacionada con el mismo.

Es importante considerar que, si bien hasta el momento no ha habido un desarrollo significativo de la bioenergía en el país, los biocombustibles a nivel global están ganando importancia. Por lo tanto, si bien el sector doméstico de la bioenergía podría no existir o ser muy limitado, las decisiones políticas internacionales podrían tener efecto sobre la seguridad alimentaria nacional. Los cambios de precios resultantes tienen impacto sobre los hogares y su capacidad para adquirir los alimentos básicos.

El incremento de precios puede tener un impacto negativo o positivo en los países, según sean importadores o exportadores netos de alimentos. De la misma manera, a nivel hogar, los incrementos de precios son negativos para los hogares consumidores netos de alimentos (*compradores netos*) pero positivos para las familias de productores (*vendedores netos*). El grado en que los hogares tendrán un comportamiento mejor o peor está medido por el impacto neto sobre el bienestar, el cual es evaluado en base a la posición del impacto neto del bienestar familiar con respecto a la producción y el consumo.

Finalmente, es importante subrayar que los cambios de precios a que son sometidos los hogares están sujetos a los resultados de la confrontación del abastecimiento y la demanda doméstica e internacional. De cualquier manera, lo que realmente importa a los hogares es el incremento de los precios internos. La variación real de los precios domésticos dependerá del producto considerado, especialmente si el mismo es o no comercializable y, por lo tanto, del grado en que los cambios de los precios internacionales son transmitidos a los mercados domésticos. Esto depende en gran medida de las políticas comerciales en vigor y de las fluctuaciones de la tasa de cambio. El grado de transmisión de un producto es específico del país.

Desde una perspectiva política es necesario comprender como esos cambios de precios pueden tener impacto, en primer lugar, sobre el país como una unidad y, en segundo lugar, a nivel de seguridad alimentaria de los hogares. Esto permitirá identificar los movimientos

de precios a los cuales el país es más vulnerable y cuáles segmentos, entre los de menores recursos, están más expuestos a riesgos. Un escenario de un caso real debería ayudar a explicar este punto con más claridad.

Por ejemplo, un país puede haber vetado el uso del maíz para la producción de etanol porque ese cultivo ha sido identificado como un alimento básico. De cualquier manera, durante los últimos años el precio del maíz se ha incrementado en todo el mundo y el desarrollo internacional de los biocombustibles ha sido una de las razones para ello.

El análisis clasifica los principales alimentos básicos en el Perú, identifica los productos más vulnerables al cambio de precios en el país, investiga los movimientos recientes de precios de productos alimentarios básicos y finalmente identifica a que cambio de precios es vulnerable la población de menores recursos. Los cultivos básicos para el análisis son identificados en base a su contribución de calorías. El análisis se basa en datos nacionales a nivel del comercio, en datos de precios, y en datos a nivel hogar de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG).

A fin de poder identificar los segmentos de menores recursos de la población y los grupos vulnerables, los hogares están divididos en quintiles y, según la ubicación de la población, en urbana o rural. Es necesario notar que el análisis puede ser aplicado a niveles regionales y enfocarlo a regiones específicas de interés que no son el objetivo en esta etapa del análisis. De cualquier manera, también se incluye alguna información sobre las regiones, especialmente para lo que se desee hacer en las etapas finales del análisis.

Siguiendo la introducción, la Sección 8.3 clasifica los productos alimentarios y remarca la posición comercial neta del país en base a la lista de la seguridad alimentaria. La Sección 8.4 presenta una breve descripción de la metodología aplicada para la evaluación del impacto a nivel hogar, información más detallada se presenta en el Volumen II del Compendio Técnico Capítulo 8. La Sección 8.5 presenta los resultados sobre los impactos a nivel de bienestar familiar y la Sección 8.6 revisa la tendencia reciente de los precios domésticos. En la Sección 8.7 se presentan las conclusiones elaboradas en base este trabajo.

8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

El análisis a nivel hogar de los impactos a nivel de seguridad alimentaria comienza con la identificación de los cultivos alimentarios más importantes en cada país. Los cultivos alimentarios más importantes comprenden aquellos que proporcionan el mayor ingreso de calorías para el país. Para identificar esos cultivos los mismos se han clasificado en base a su parte de contribución de calorías. O sea, se identifica el ingreso de calorías por cultivo a nivel de país considerado como una unidad. En base a la clasificación de la contribución de calorías (Cuadro 8.1), los cultivos que proporcionan la mayor parte de las calorías en Perú son cinco, a saber, en orden de importancia: arroz, maíz, trigo, papas y azúcar.

Cuadro 8.1

Contribución de calorías por producto. Perú

Rango	Producto	Participación de calorías (%)
1	Arroz (equivalente procesado)	22,0
2	Maíz	13,2
3	Trigo	11,7
4	Papas	9,9
5	Azúcar (equivalente sin refinar)	8,5
Subtotal de participación para los cultivos seleccionados (%)		65
Total calorías <i>per capita</i> (kcal/capita/día)		2 595

Fuente: FAOSTAT 2010, para el año 2006

Comparado con otros países, en Perú las calorías están más uniformemente distribuidas en un amplio grupo de cultivos⁴¹. Tal como se observa en el Cuadro 1, cada uno de los cinco cultivos identificados como principales cultivos alimentarios contribuye entre 22 y 8,5 por ciento del total de ingreso de calorías. El arroz es el cultivo más importante y proporciona el 22 por ciento de las calorías a nivel nacional. Un 13,2 por ciento proviene del maíz, 11,7 por ciento del trigo, 9,9 por ciento de las papas y 8,5 por ciento del azúcar. Es posible apreciar que el maíz y el arroz proveen cerca de un tercio de las calorías a los hogares peruanos mientras que los cinco cultivos principales participan con dos tercios de los ingresos totales de calorías.

En base a estos datos, el análisis de seguridad alimentaria del Perú se enfocará en cinco cultivos principales: arroz, maíz, trigo, papas y azúcar.

Es interesante notar que el ejercicio de clasificación y la selección pueden ser replicados a nivel regional, por lo que el análisis podría enfocar una región de interés, dependiendo de la disponibilidad de datos.

8.3.1 SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL NACIONAL

El trabajo comienza observando la posición comercial neta del país para los cinco productos seleccionados de modo de evaluar a cuales precios es más vulnerable el país en su totalidad.

Es necesario recordar que los cambios de precios pueden afectar a un país de diferentes maneras, dependiendo de si el país es exportador o importador neto de un producto determinado. A nivel macroeconómico, considerando el país como una entidad única, un incremento en el precio de un producto seleccionado tendrá un efecto negativo, si el país es un importador neto del mismo. Si, por el contrario, el país es un exportador neto de un producto, se beneficiará de un incremento del precio de ese producto.

Perú es casi suficiente en la producción de arroz y papas pero depende fuertemente de la importación de trigo y maíz para satisfacer el consumo interno; produce grandes cantidades de papas y relativamente importantes cantidades de arroz y maíz (Cuadro 8.2).

41 Los otros dos países que pertenecen al proyecto BEFS son Tailandia/Camboya y Tanzania. En el caso de Tailandia/Camboya, como en muchos países asiáticos, el cultivo principal es el arroz. En Tanzania los dos principales cultivos alimentarios son maíz y yuca.

Cuadro 8.2

Flujo del comercio macroeconómico, por producto (2006)

Producto	Producción (1 000 TM)*	Importaciones (1 000 TM)	Exportaciones (1 000 TM)	Importación neta (%)**
Arroz	1 680	71	20	3
Maíz	1 400	1 528	8	52
Trigo	175	1 367	44	88
Papas	3 248	105	62	1
Azúcar	760	265	33	23

Fuente: FAOSTAT y USDA, 2010

* TM=toneladas métricas

** Calculada como $(\text{importaciones} - \text{exportaciones}) / \text{consumo}$ donde el consumo es calculado como $\text{producción} + \text{importaciones} - \text{exportaciones}$.

El arroz es el principal alimento como contribuyente de calorías en el Perú. En el 2006 produjo un promedio de 1 680 000 toneladas de arroz. Los volúmenes de importación y exportación fueron bajos comparados con la producción. Perú es un importador ligeramente neto de arroz. Perú produce 1 400 000 toneladas de maíz, importa 1 528 000 toneladas y exporta 8 000 toneladas, por lo que es un importador neto de maíz ⁴². El trigo es en gran parte importado; la producción en 2006 fue de 175 000 toneladas mientras que las importaciones fueron de 1 332 000 toneladas. En 2006 Perú produjo 3 248 000 toneladas de papas, importó 105 000 toneladas y exportó 62 000 toneladas. La producción de azúcar en Perú en 2006 alcanzó a 760 000 toneladas, importó 265 000 toneladas y exportó 62 000 toneladas. El país es un importador neto de azúcar.

En términos generales, Perú es un fuerte importador de trigo con el 88 por ciento del consumo importado así como también de maíz, del cual importa el 52 por ciento del consumo; también es un importador neto de azúcar. En conclusión, el país es vulnerable a las fluctuaciones de los precios de maíz, trigo y azúcar y esos precios tienen un impacto sensible sobre las cuentas de importación y sobre el acceso a los alimentos a nivel hogar.

8.4 IMPACTO SOBRE EL BIENESTAR FAMILIAR: ANTECEDENTES METODOLÓGICOS

Después de haber identificado los principales alimentos básicos y los cambios de precios a los cuales el país es más vulnerable se procede al análisis de la seguridad alimentaria a nivel hogar. En esta parte del análisis se determina si los incrementos de precios son beneficiosos o perjudiciales para los hogares y, si son perjudiciales, evaluar cuales son los segmentos más vulnerables de la población.

Los hogares tienen la característica de ser a la vez potencialmente productores y consumidores de los productos agrícolas. Por ejemplo, una familia rural puede cultivar papas en su finca pero también las vende y las consume. En términos generales, una familia urbana compra papas pero no las produce.

42 Incluye maíz amarillo y blanco.

En general, los incrementos de precios pueden beneficiar a los productores netos de los cultivos pero pueden dañar a los consumidores netos. Debido a la característica dual de las familias es necesario comprender la posición neta de la misma, ya sea si el hogar es productor neto o consumidor neto. Un hogar productor neto se define como una familia en la cual los ingresos brutos totales derivados de la producción del cultivo exceden al total de las compras por el cultivo. Para los hogares de productores netos los incrementos de precios serán beneficiosos. Un hogar consumidor neto es una familia en la cual los ingresos brutos totales derivados del cultivo son menos que las compras totales. En este caso, un incremento en el precio del cultivo seleccionado tendrá impacto sobre el hogar. El impacto general se mide por el efecto del cambio de precio sobre el bienestar neto de la familia, definido como la diferencia entre las ganancias del productor y las pérdidas del consumidor.

Para calcular los impactos netos sobre los hogares se aplicó la metodología de Minot y Goletti (1999) y adaptada y discutida por Dawe y Maltsoğlu (2009). Para más detalles ver el Compendio Técnico Volumen II, Capítulo 8.

Es necesario considerar que la literatura y la metodología aplicada para calcular los impactos sobre el bienestar están basadas en un incremento de precios de 10 por ciento para el productor. Este cambio de precio de 10 por ciento usado en la primera parte del análisis puede ser una referencia cruzada con los recientes cambios de precios en Perú, con el precio discutido en la sección siguiente y también con los cambios de precios que emergen de otras partes del análisis de BEFS.

8.5 RESULTADOS

8.5.1 IMPACTOS A NIVEL DEL BIENESTAR FAMILIAR

El análisis a nivel hogar en el caso del Perú utiliza los datos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO)⁴³. La encuesta de ENAHO cubre un total de 20 577 hogares y contiene datos en ingresos y los gastos por cultivo. Algunos detalles generales del conjunto de datos a nivel de hogar en Perú será presentado inicialmente y posteriormente será evaluado el nivel de los impactos.

8.5.1.1 Características del conjunto de datos sobre el grupo familiar en Perú

Una gran parte de la población, o sea el 56,5 por ciento de la muestra, vive en áreas urbanas, mientras que el restante 43,5 por ciento vive en áreas rurales (Cuadro 8.3). Para identificar los grupos más vulnerables, o sea los segmentos de menores recursos de la población, los hogares fueron desagregados por quintiles⁴⁴ y según la ubicación urbana o rural.

⁴³ Este es un tipo de datos de Medida de Estándares de Vida colectados anualmente por el Instituto Nacional de Estadística (INEI) de Perú. Se han seleccionado los últimos años disponibles que al inicio del análisis eran del año 2006.

⁴⁴ Tal como es sabido y está documentado en la literatura, en el contexto del análisis de un país en desarrollo, el gasto total es una medida más confiable que el ingreso familiar total; ver, por ejemplo, Deaton (1997). En todo caso el análisis del gasto familiar total será usado como medida del ingreso familiar total. Los quintiles se basan en el gasto total por hogar.

Cuadro 8.3

Distribución de los hogares por quintiles y ubicación

Descripción	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Urbana</i>						
Número de hogares	1 371	1 910	2 315	2 744	3 291	11 631
Participación (%)	6,7	9,3	11,3	13,3	16,0	56,5
<i>Rural</i>						
Número de hogares	2 745	2 205	1 801	1 373	822	8 946
Participación (%)	13,3	10,7	8,8	6,7	4,0	43,5
<i>Total</i>						
Número de hogares	4 116	4 115	4 116	4 117	4 113	20 577
Participación (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	100,0

Fuente: ENAHO (2006)

El primer quintil representa el segmento de menores recursos de la población o sea el 20 por ciento más bajo. Dentro del quintil de menores recursos dos tercios de la población vive en áreas rurales y un tercio en zona urbana (Cuadro 8.3).

Perú está dividido en tres zonas agroecológicas principales: la Costa, la Sierra y la Selva que a su vez pueden ser subdivididas en Norte, Central y Sur. La gran área de Lima Metropolitana es generalmente considerada aparte de esas áreas (Cuadro 8.4). La distribución por región se ilustra en el Cuadro 8.4 y muestra que el 26,4 por ciento de la población vive en las zonas de la Costa, el 38 por ciento en la Sierra y el 23,6 por ciento en la Selva. Lima abarca el 12 por ciento de la población. En lo que se refiere a las subregiones, las más densamente pobladas son Costa Norte, Sierra Centro, Sierra Sur y Lima⁴⁵.

Cuadro 8.4

Distribución de los grupos familiares y niveles de pobreza por ubicación geográfica

Región	Número de hogares	Participación de la población por región (%)
Costa Norte	2 777	13,5
Costa Centro	1 485	7,2
Costa Sur	1 170	5,7
Sierra Norte	1 123	5,5
Sierra Centro	3 634	17,7
Sierra Sur	3 052	14,8
Selva	4 868	23,6
Lima Metropolitana	2 468	12,0
Total	20 577	100,0

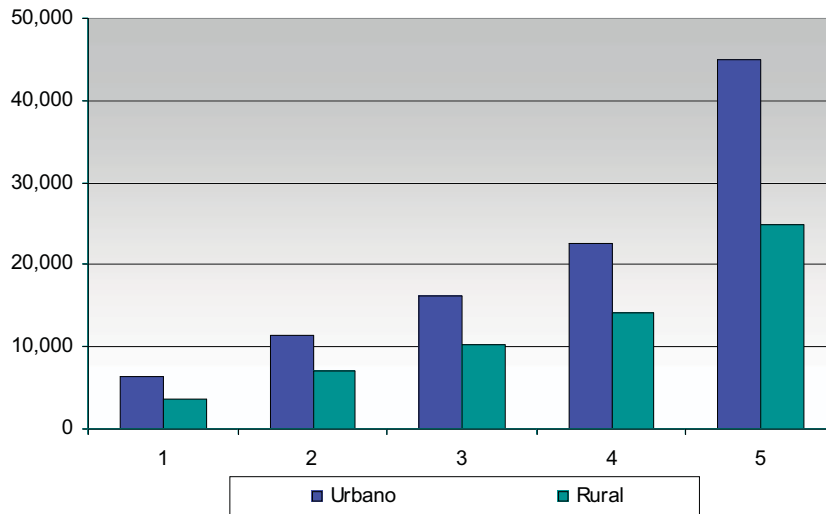
Fuente: ENAHO (2006)

⁴⁵ Como una extensión del análisis y una vez que los contrapartes peruanos hayan sido capacitados, en el contexto del enfoque regional del gobierno del Perú el análisis de seguridad alimentaria a nivel hogar puede ser ejecutado a nivel regional. La tabulación de los datos de familias, por región y por quintil (Cuadro en Apéndice 8A), muestra como una gran parte de los segmentos de menores recursos de la población están ubicados en Sierra Centro, Sierra Sur y Selva. Como se muestra en el Apéndice 8A esto también puede ser hecho a nivel departamental.

Perú está dividido en tres zonas agroecológicas principales: la Costa, la Sierra y la Selva que a su vez pueden ser subdivididas en Norte, Central y Sur. La gran área de Lima Metropolitana es generalmente considerada aparte de esas áreas (Cuadro 8.4). La distribución por región se ilustra en el Cuadro 8.4 y muestra que el 26,4 por ciento de la población vive en las zonas de la Costa, el 38 por ciento en la Sierra y el 23,6 por ciento en la Selva. Lima abarca el 12 por ciento de la población. En lo que se refiere a las subregiones, las más densamente pobladas son Costa Norte, Sierra Centro, Sierra Sur y Lima , (para más detalles ver Apéndice 8A).

Figura 8.1

Ingresos totales por quintiles y por ubicación



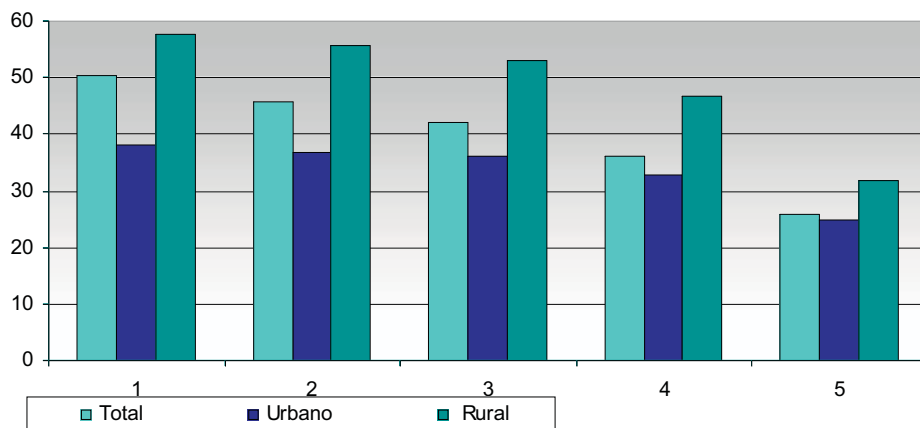
Fuente: ENAHO (2006).

En Perú, la distribución en los quintiles es muy amplia (Figura 8.1). El ingreso general por hogar para los segmentos de menores recursos de la población es aproximadamente un décimo del grupo de ingresos más altos indicando la gran disparidad en los niveles de ingresos entre todos los segmentos. Existe también una división entre las familias urbanas y rurales. El ingreso de los sectores de menores recursos en las áreas rurales es casi la mitad de los pobres urbanos (para más detalles Apéndice 8A).

La participación en los gastos alimentarios de las familias de Perú continúa siendo una parte significativa del gasto total (Figura 8.2). En general, las familias gastan en alimentos cerca del 40 por ciento de sus ingresos y este porcentaje se incrementa en los quintiles más pobres de la población ya que gasta el 50 por ciento de sus ingresos en alimentos; esto aumenta a tres quintos del total de gastos del hogar en las zonas rurales (para más detalles ver Apéndice 8A).

Figura 8.2

Distribución de la participación en los gastos de alimentos por quintil y por ubicación



Fuente: ENAHO (2006).

El acceso de los hogares a formas modernas de energía es muy diverso, dependiendo de su ubicación y grupo de ingresos (Cuadro 8.5). Las familias usan la energía principalmente para cocinar y para la iluminación pero el acceso a los servicios energéticos varía a través del Perú.

Cuadro 8.5.

Fuentes de energía más usadas para cocinar; participación por hogar (%)

Quintil	Electricidad	Gas	Kerosene	Carbón	Leña	Otras
<i>Urbano</i>						
1	0,5	26,3	8,0	4,4	52,4	8,4
2	0,9	46,7	7,9	6,8	33,0	4,8
3	0,8	59,8	7,8	7,0	22,8	1,8
4	0,8	76,5	5,8	4,5	11,7	0,8
5	1,6	88,8	2,9	2,1	4,2	0,3
Total	0,9	59,6	6,5	5,0	24,8	3,2
<i>Rural</i>						
1	0,0	2,3	0,3	0,4	70,2	26,7
2	0,0	5,9	0,5	0,6	76,3	16,7
3	0,1	9,4	0,3	1,7	77,9	10,6
4	0,1	20,2	0,4	2,1	69,9	7,2
5	1,0	32,4	0,3	5,4	57,1	3,8
Total	0,2	14,0	0,4	2,0	70,3	13,0

Fuente: ENAHO (2006)

En las zonas urbanas, los sectores de menores recursos usan generalmente gas o leña para cocinar mientras que en los sectores con mayores recursos usan predominantemente gas. En las zonas rurales el acceso al gas es más limitado. Los hogares de menores recursos usan principalmente leña y otras fuentes de energía. A medida que los hogares tienen más recursos,

aumenta el uso del gas para cocinar; sin embargo, solamente una de cada 10 familias usan gas mientras que la mayoría de los hogares usan leña.

En el caso de la iluminación doméstica, (Cuadro 8.6), existe una considerable disparidad entre las zonas urbanas y rurales. Los hogares en las zonas urbanas usan por lo general electricidad, incluso en los sectores de menores recursos de la población. En las áreas rurales los hogares usan una variedad de fuentes de energía, en su mayoría electricidad, kerosén o velas. Los sectores rurales más pobres se iluminan generalmente con kerosene.

Cuadro 8.6.

Uso de energía para iluminación; participación por hogar (%)

Quintil	Electricidad	Kerosene	Petróleo/gas	Velas	Generador	Otros	Nada
<i>Urbano</i>							
1	81,0	7,3	0,0	14,2	0,0	0,2	0,1
2	92,1	3,6	0,2	6,6	0,0	0,1	0,1
3	95,2	2,6	0,1	4,0	0,0	0,1	0,1
4	98,5	1,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0
5	99,5	0,3	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0
Total	93,3	3,0	0,1	5,4	0,0	0,1	0,1
<i>Rural</i>							
1	32,0	43,6	4,1	31,3	0,0	1,0	1,4
2	38,0	43,1	5,0	28,5	0,2	1,7	0,5
3	44,1	37,7	5,1	26,0	0,6	2,6	0,3
4	54,0	29,9	4,4	25,9	1,8	2,2	0,0
5	67,2	20,8	3,6	17,2	4,2	3,6	0,0
Total	47,0	35,0	4,4	25,8	1,4	2,2	0,4

Fuente: ENAHO (2006)

8.5.2 IMPACTOS EN EL BIENESTAR FAMILIAR

Como se discutió anteriormente, los efectos sobre el bienestar ⁴⁶ se basan en un incremento del 10 por ciento del precio al productor. Por las razones discutidas en la metodología, el incremento de precios en la parte del consumidor es calculado y varía según los cultivos.

8.5.2.1 Arroz

El arroz es el primer cultivo de la seguridad alimentaria del Perú. La Figura 8.3 ilustra los impactos de un aumento del 10 por ciento en el precio al productor de arroz para todos

⁴⁶ Notar que los impactos a nivel familiar presentados son el promedio por quintil. Dentro del quintil los efectos pueden ser diversos. Cuando se llega los quintiles más altos los impactos son más homogéneos.

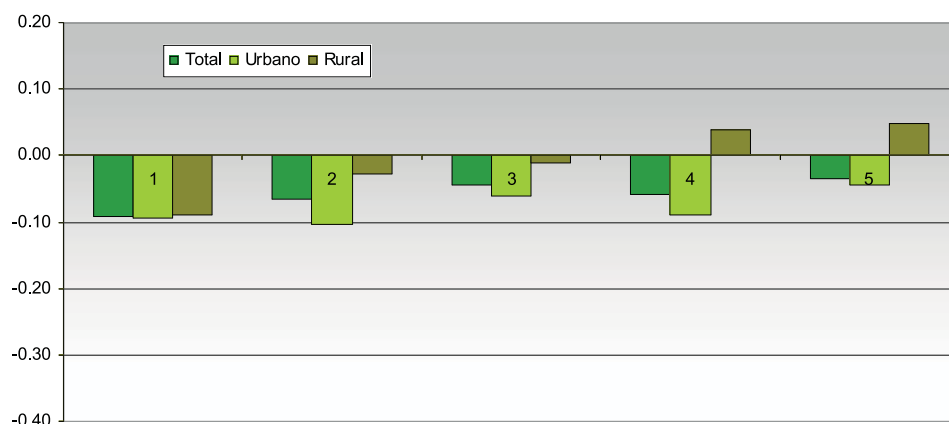
los hogares y para las familias urbanas y las familias rurales. Un aumento general del precio del arroz afecta a los hogares peruanos. El segmento más pobre de la población pierde, en promedio, cerca del 0,1 por ciento de su bienestar debido al 10 por ciento del incremento del precio al productor. Sin embargo, cuando se distingue entre población urbana y rural, los impactos varían por quintil y por ubicación.

Todos los hogares urbanos pierden debido al incremento de precios. Los hogares más afectados son el primer y segundo quintil. El último quintil de las zonas urbanas pierde aproximadamente 0,1 por ciento de su bienestar debido al incremento de precios.

Los hogares más ricos de las zonas rurales, en general se benefician del incremento de precios (cuarto y quinto quintil) mientras que los hogares más pobres de las zonas rurales pierden.

Figura 8.3

Variación del bienestar debido al cambio de precio del arroz (%)



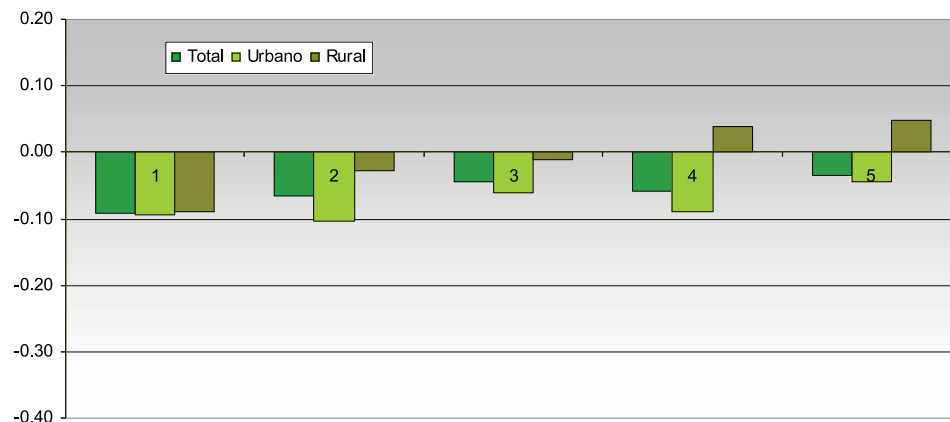
Fuente: cálculos de los autores

8.5.2.2. Maíz

El maíz es el segundo cultivo alimentario más importante del Perú. En general, el impacto a nivel del bienestar familiar es negativo (Figura 8.4). Es interesante notar que el incremento en el precio del maíz beneficia al segmento más pobre de la población en las zonas rurales. Sin embargo, en las zonas urbanas tiene una influencia negativa sobre todos los hogares y los sectores de menores recursos perdieron en promedio 0,1 por ciento de su bienestar debido al incremento de precios. Los impactos en las zonas rurales son bastante distintos en comparación con los impactos en las zonas urbanas. Todos los hogares en todos los quintiles se benefician del incremento de precios y los grupos de menores recursos son los que más se benefician. Los grupos pobres ganan aproximadamente 0,2 por ciento en su bienestar por medio del incremento de precios.

Figura 8.4

Variación del bienestar debido al cambio de precio del maíz (%)



Fuente: cálculo de los autores

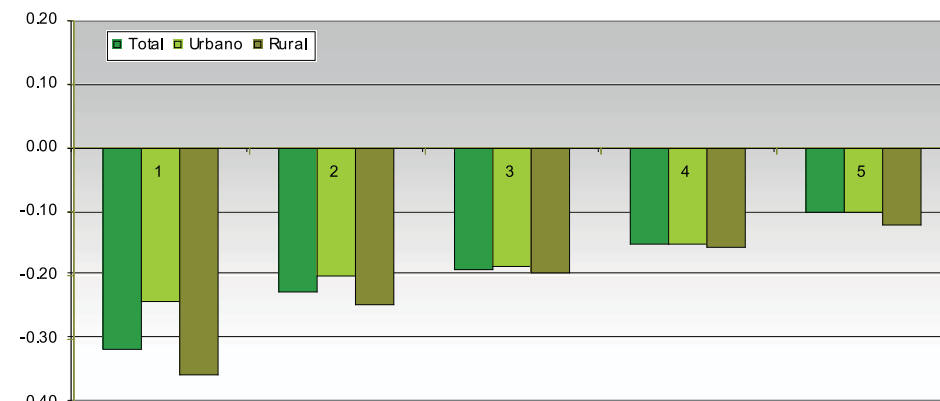
8.5.2.3 Trigo

El trigo es el tercer cultivo alimentario del país pero, como se discutió anteriormente, el Perú es un importador neto de trigo a fin de satisfacer la demanda interna. Por lo tanto, como esperado, los impactos debido a los incrementos de precio del trigo son fuertes en todos los quintiles, tanto en las poblaciones urbanas como en las rurales (Figura 8.5).

El segmento más pobre de la población es el que más sufre debido al incremento de los precios del trigo y un 10 por ciento de incremento del precio lleva a una reducción del bienestar familiar de 0,3 por ciento. La población urbana de menores recursos perdió un 0,2 por ciento de su bienestar mientras que en las zonas rurales esos grupos perdieron cerca del 0,4 por ciento.

Figura 8.5

Variación del bienestar debido al cambio de precio del trigo (%)



Fuente: cálculo de los autores

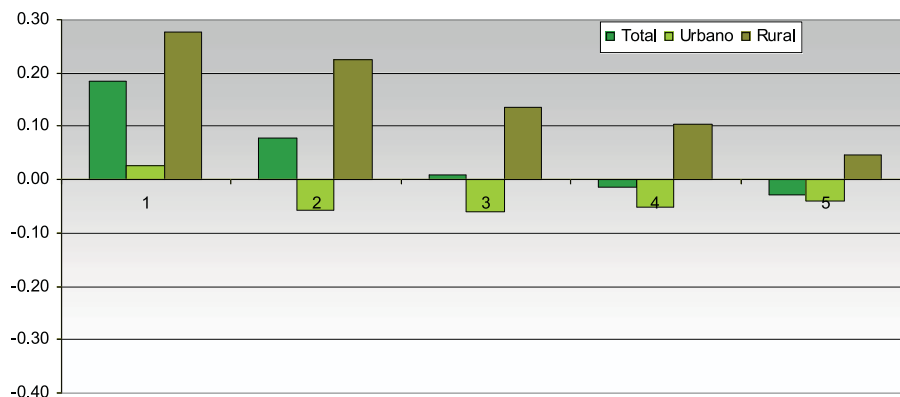
8.5.2.4 Papas

Perú es un gran productor de papas y los impactos sobre los hogares siguen los datos presentados sobre el comercio. En general, la mayoría de los hogares en los quintiles bajos se benefician del incremento del precio de las papas mientras que sólo los dos quintiles más altos son perjudicados. El segmento de menores recursos de la población incrementa su bienestar familiar en 0,2 por ciento debido al incremento del precio de las papas (Figura 8.6).

Cuando se hacen diferencias entre las poblaciones de menores recursos de los sectores urbano y rural los impactos son diferentes. Los hogares urbanos de pocos recursos ganan ligeramente debido al incremento de precio mientras que el resto de los quintiles de las zonas urbanas pierden. En las áreas rurales todos los quintiles ganan por el incremento de precio. La población rural de menores recursos gana, en promedio, aproximadamente un 0,3 por ciento.

Figura 8.6

Variación del bienestar debido al cambio de precio de las papas (%) de las papas



Fuente: cálculo de los autores

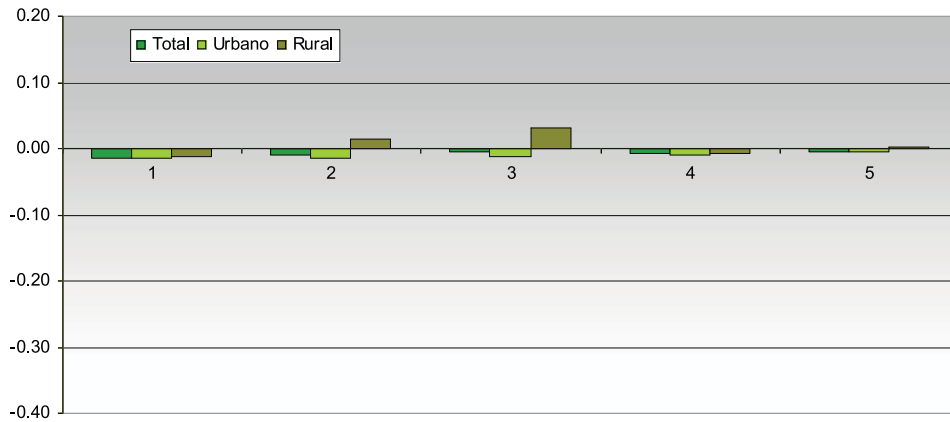
8.5.2.5 Azúcar

Los impactos a nivel hogar debido a un 10 por ciento de incremento del precio del azúcar⁴⁷ son marginales, considerando al país como una unidad. Las familias urbanas son ligeramente castigadas mientras que las familias rurales se benefician marginalmente (Figura 8.7).

47 Los registros del consumo de azúcar son sumamente complejos. El azúcar es un ingrediente importante en varios subproductos tales como bebidas endulzadas, dulces, postres, etc. No fue posible registrar con seguridad los gastos en estos subproductos, por lo tanto, los resultados presentados ignoran algunos efectos negativos sobre el consumo. Debido a ello, los impactos, en general, son subestimados y con una influencia positiva.

Figura 8.7

Variación del bienestar debido al cambio de precio del azúcar (%)



Fuente: cálculo de los autores

8.5.2.6 Impactos sobre el bienestar familiar por región

El análisis a nivel hogar del impacto puede ser replicado en base a cualquier conjunto de criterios que sean de interés para quienes elaboran las líneas políticas o para los usuarios de los análisis. Debido a la naturaleza del Perú, las autoridades nacionales podrían desear un mayor desarrollo del análisis enfocando regiones de interés específico. La distribución de las familias por quintil y por región en el Cuadro 8.7 ilustra las grandes concentraciones de hogares de escasos recursos en las regiones de Sierra Central, Sierra Sur y Selva. Desde el punto de vista del objetivo de la pobreza estas regiones podrían ser un importante punto de partida.

Cuadro 8.7.

Distribución de los hogares por región y quintil

Región	Hogares (número)					Total
	1	2	3	4	5	
Costa Norte	278	517	635	648	699	2 777
Costa Centro	117	239	312	435	382	1 485
Costa Sur	170	229	255	282	234	1 170
Sierra Norte	322	309	225	150	117	1 123
Sierra Centro	1 262	820	671	507	374	3 634
Sierra Sur	923	647	537	520	425	3 052
Selva	956	1 121	1 083	959	749	4 868
Lima	85	236	398	616	1 133	2 468
Total	4 113	4 118	4 116	4 117	4 113	20 577

Fuente: ENAHO (2006)

Dentro del objetivo general del proyecto BEFS hasta ahora se ha usado la clasificación de cultivos del país presentada anteriormente. De cualquier manera, en el contexto de un enfoque regional, la lista de cultivos podría cambiar al considerar las preferencias regionales.

A continuación se presentan los resultados para impactos a nivel hogar, por región, para los dos cultivos principales, arroz y maíz. Esto indica como el análisis puede ser hecho a nivel regional. En base a otros criterios, por ejemplo quintiles o evaluación de la propiedad, el análisis puede, por ejemplo, entrar en más detalles en una región particular (para más detalles ver Apéndice 8A).

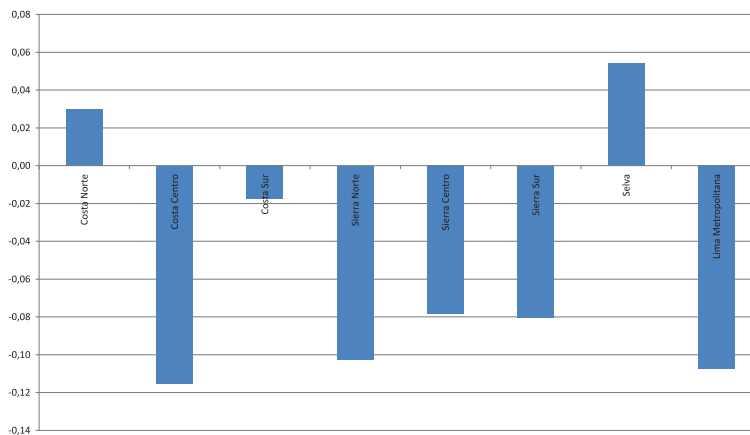
8.5.2.6.1 Arroz

Asumiendo un incremento de 10 por ciento del precio del arroz, se encuentra que los hogares se benefician del incremento de precios en las zonas de la Costa Norte y en la Selva, una de las zonas más pobres de Perú. Todas las otras regiones, incluyendo la Sierra Central y la Sierra Sur se perjudican por un aumento del precio del arroz.

Por lo tanto, desde la perspectiva de la vulnerabilidad, cinco regiones y Lima Metropolitana son susceptibles a los aumentos de los precios del arroz. Por otro lado, las dos regiones restantes, Costa Norte y Selva, se benefician de ese incremento de precio. Todas las regiones que se perjudican pierden aproximadamente 0,1 por ciento de su bienestar. Los hogares en la Costa Norte son las que más se benefician y, en promedio, su bienestar se incrementa en 0,5 por ciento.

Figura 8.8

Variación del bienestar debido al cambio de precio del arroz por región (%)

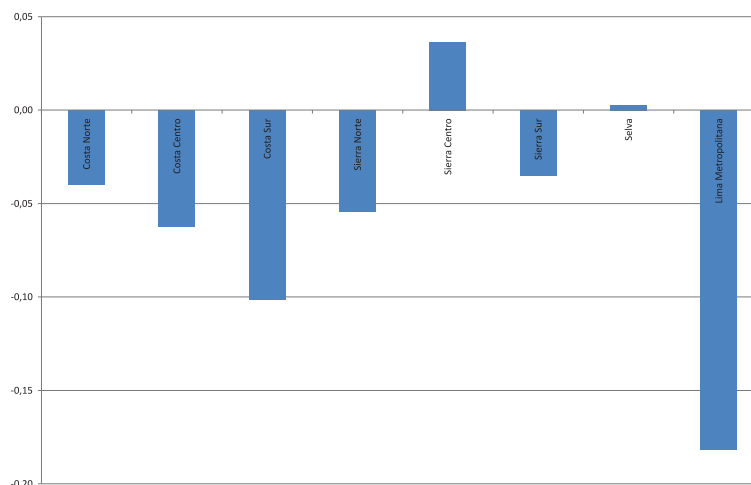


Fuente: cálculo de los autores

8.5.2.6.2 Maíz

Asumiendo un incremento del 10 por ciento en el precio del maíz, se encuentra que casi todas las regiones pierden con el incremento de precios, excepto Sierra Central y Selva. Las zonas de Costa Sur y Lima son las que sufren los impactos más fuertes y los hogares pierden, en promedio, casi 0,2 por ciento de su bienestar.

Figura 8.9

Variación del bienestar debido al cambio de precio del maíz por región (%)

Fuente: cálculo de los autores

Los resultados presentados son ilustrativos de las siguientes etapas que pueden ser ejecutadas en el análisis. En el contexto de la identificación de los hogares más vulnerables, los impactos sobre el bienestar a nivel hogar pueden ser investigados por región y por quintil y enfocando cultivos específicos de la región. El proyecto BEFS ha capacitado a los contrapartes del país en la metodología propuesta de modo que el análisis puede ser considerado al nivel de detalle necesario dentro del objetivo específico del análisis.

8.6 RECIENTES MOVIMIENTOS DE PRECIOS DE ALIMENTOS BÁSICOS EN PERÚ

Esta sección presenta una revisión de las recientes tendencias de los precios de los cultivos alimentarios más importantes. La literatura revisada en la sección 3.0 basa el cálculo de los impactos debidos a un cambio de precio del 10 por ciento. En esta sección se estudia la tendencia general de los precios de los últimos 10 años en Perú. Se revisan en detalle los casos del arroz y el maíz y en el Cuadro 8 se encuentran los cambios en el precio real entre 2006 y 2008.

Los precios para el período 1996 y 2008 están en valores de 2008 lo que permite la comparación entre los mismos.

8.6.1 MOVIMIENTOS DEL PRECIO DEL ARROZ EN PERÚ

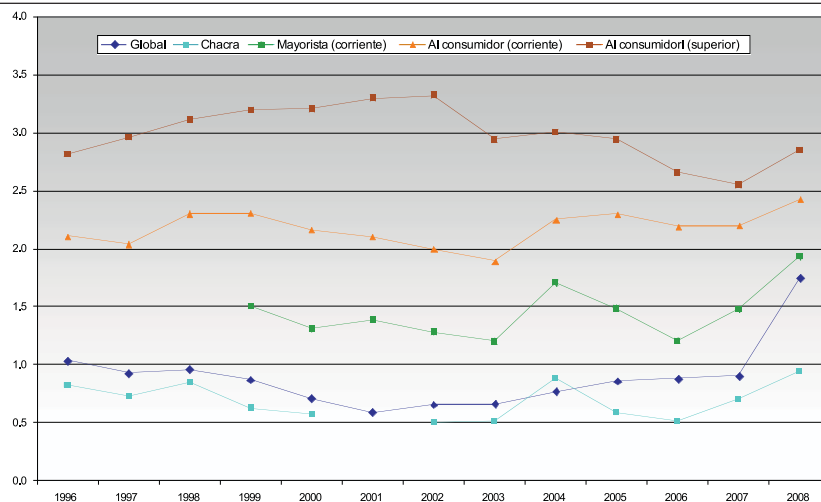
La Figura 8.10 ilustra los cambios reales de precio, incluyendo el precio mundial del arroz y el precio doméstico a tres niveles de la cadena de comercialización, o sea, los precios a nivel de finca, del mayorista y del minorista⁴⁸. Los valores están en términos anuales

⁴⁸ El precio mundial del arroz es el precio de referencia en Tailandia. Los precios domésticos son extraídos del portal *web* de INEI www.inei.gov.pe. El precio en la finca es un precio promedio para todas las variedades. El arroz de baja calidad es la calidad "corriente" que incluye una gran parte de arroz roto. El arroz de alta calidad es el "superior", una variedad muy limpia de arroz.

promedio en la moneda nacional. El precio mundial del arroz ha estado declinando desde 1996 alcanzando un mínimo en 2001 y a partir de entonces se ha incrementado lentamente pero a niveles inferiores al 1996, con la excepción del último año considerado. Entre 2007 y 2008 hubo un rápido aumento del precio internacional del arroz con un incremento de aproximadamente 100 por ciento en el lapso de un año.

Figura 8.10

Movimientos reales del precio del arroz en Perú (Soles 2008)



Fuente: datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

El precio doméstico del arroz en chacra, en general sigue el precio internacional, con la excepción de algunos años como 2004 y 2008. El aumento del precio doméstico del arroz fue menos acentuado, comparado con el precio internacional. La distribución de los precios domésticos del arroz ilustra claramente los márgenes de comercialización a través de los tres niveles. El precio de venta al mayorista del arroz de baja calidad permanece entre el precio en la finca y los precios al consumidor y, por lo general, sigue los movimientos del precio internacional.

En lo que respecta al minorista se presentan los precios del arroz de baja y de alta calidad, con el precio del arroz de alta calidad superior al precio del arroz de baja calidad.

8.6.2 MOVIMIENTOS REALES DEL PRECIO DEL MAÍZ EN PERÚ

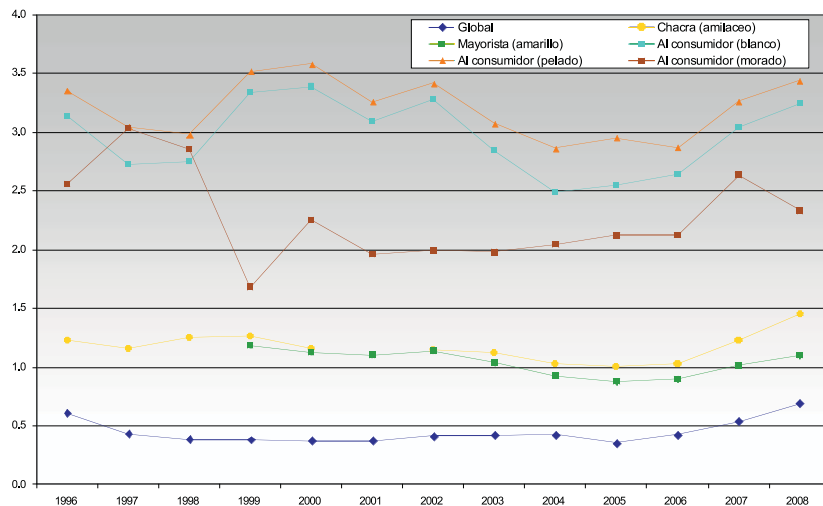
La Figura 8.11 ilustra el movimiento de los precios del maíz ⁴⁹ entre 1996 y 2008. El precio internacional del maíz pagado por las familias peruanas ha sido relativamente estable en

49 Hay dos cadenas distintas para el maíz: la cadena del maíz amarillo y la del maíz blanco. El maíz amarillo es usado para raciones animales y el maíz blanco es destinado al consumo humano. INEI colecta precios a nivel de finca y mayorista para el maíz amarillo y a nivel de finca, mayorista y minorista para el maíz blanco. La cadena del maíz blanco incluye diversas variedades a nivel del minorista, por ejemplo, *morado* y *pelado mote*. Aquí se presenta como ilustración una selección de precios pero se pueden encontrar más detalles en www.inei.gob.pe.

el período 1996-2008. El precio del maíz tuvo una ligera tendencia a rebajar entre 1996 y principios de 2000. A inicios de 2000 hubo algunas fluctuaciones e inició a aumentar en 2005 después de una depresión. Desde 2005 el precio internacional del maíz se ha incrementado. El precio al mayorista del maíz amarillo sigue muy estrechamente el precio internacional, declinando generalmente hasta 2005 y desde entonces sigue una tendencia a aumentar.

Figura 8.11

Movimientos reales del precio del maíz en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

El precio interno del maíz blanco en la finca ha sido fluctuante, pero generalmente con una tendencia a descender hasta el período 2004-2006. En este período el precio fue estable pero después comenzó a aumentar. Los precios del maíz al consumidor han sido más erráticos en comparación con el precio en la finca en el 2005. El precio al consumidor del maíz morado se incrementó en 1997, después cayó en 1999 y eventualmente se estabilizó entre 2001 y 2006; en los dos años siguientes se incrementó y decreció. Los precios al consumidor del maíz blanco y del maíz pelado se desarrollaron en forma muy cercana, con el maíz pelado ligeramente mayor. Estos dos precios inicialmente decrecieron, aumentaron y decrecieron nuevamente hasta 2004. En 2004 los precios aumentaron en forma continua hasta 2008. En conclusión, todos los precios del maíz a todos los niveles se incrementaron entre 2005 y 2008.

8.6.3 CAMBIOS EN LOS PRECIOS AL PRODUCTOR ENTRE 2006-2008 EN PERÚ

Como se discutió en la Sección 8.3, el porcentaje de cambio en que se enfoca el trabajo dentro de la evaluación del impacto a nivel del bienestar familiar es el cambio de precios en la parte del productor. Como ilustración, es posible asumir que quienes toman decisiones políticas estaban interesados en el período 2006-2008 en evaluar los impactos a nivel hogar de los cambios de precios que ocurrieron durante ese período. En este contexto, el Cuadro 8.8

indica los cambios reales de precios al productor entre 2006 y 2008 para arroz, papas, maíz, trigo y azúcar. Como ilustra el Cuadro, entre 2006 y 2008 algunos precios aumentaron y otros disminuyeron, algunos más en forma más evidente que otros. Los cambios de precios en ese período fueron debidos a varias razones que están fuera del objetivo de este análisis, incluyendo en cierta medida el desarrollo de los biocombustibles.

Cuadro 8.8

Cambios reales de precio al productor de cultivos seleccionados

Cultivo alimenticio	Porcentaje de cambio de precio en términos reales (2006-2008)
Arroz	45
Papas	-7
Maíz	30
Trigo	9
Azúcar	-40

Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

Entre 2006 y 2008 el precio del arroz aumentó 45 por ciento que es un precio 4,5 veces mayor que el precio discutido hasta aquí. En base a un 45 por ciento de incremento de precio, los impactos a nivel hogar deberían ser 4,5 veces como los que se han discutido. Las familias de menores recursos de los sectores urbano y rural serían más seriamente perjudicadas que lo que se ha descrito anteriormente. El cuarto y quinto quintiles de la población rural podrían haberse beneficiado 4,5 veces más.

El cambio de los precios al productor de maíz fue de 30 por ciento, por lo tanto, todos los impactos a nivel hogar serían el triple de los impactos discutidos. El cambio del precio del trigo fue de nueve por ciento, por lo tanto, los impactos son muy cercanos a aquellos discutidos. El cambio de precio de las papas en términos absolutos fue cercano al 10 por ciento pero los efectos son inversos ya que el precio de las papas disminuyó. Debido a esto, el bienestar de los sectores de menos recursos se redujo en vez de incrementarse. El porcentaje de cambio del azúcar fue de 40 por ciento pero los impactos mostrados en el análisis fueron mínimos.

8.7 CONCLUSIONES

El incremento de precios ocurre debido a una serie de enfrentamientos entre el abastecimiento y la demanda, incluyendo la bioenergía, a nivel nacional e internacional. Los incrementos de precios para los cultivos alimenticios básicos de un país pueden afectar la seguridad alimentaria a nivel hogar dependiendo de si el país y el hogar son, respectivamente, importadores netos o exportadores netos del cultivo alimenticio o productor o consumidor netos. Esta parte del análisis del BESF permite la identificación de los impactos de los precios de alimentos a los cuales el país es más vulnerable y también permite la identificación de los segmentos más vulnerables de la población a esos impactos.

En base a su importancia para la ingestión de calorías, los cultivos básicos en Perú son arroz, maíz, trigo, papas y azúcar. Perú es un fuerte importador de trigo, maíz y azúcar y, por lo tanto, susceptible a los incrementos de precios de estos productos.

Los hogares de escasos recursos están distribuidos en zonas urbanas y rurales, y según ENAHO 2006, dos tercios del 20 por ciento más pobre de la población residen en zonas rurales mientras que un tercio vive en áreas urbanas.

A nivel hogar, el análisis muestra que los sectores rurales de menores recursos son vulnerables a los incrementos de precios del arroz y el trigo, con un impacto consistentemente negativo en el caso del trigo. El beneficio del incremento del precio del arroz es absorbido por los hogares rurales del cuarto y quinto quintil. Por otro lado, los sectores rurales pobres pueden beneficiarse del incremento de precios de las papas y el maíz. El azúcar tiene un impacto marginal pero esto también puede ser originado por problemas en la medida del gasto del azúcar.

Cuando se enfoca el segmento urbano más pobre, los impactos son diferentes en comparación con los hogares rurales y en su mayoría negativos. Todos los incrementos de precios perjudican a los sectores de menores recursos, con la excepción del incremento del precio de las papas. Los hogares urbanos son mayormente afectados por el incremento del precio del trigo pero también sufren debido a los incrementos de precio del maíz y el arroz.

En conclusión, desde una perspectiva de seguridad alimentaria, el precio del arroz debería ser controlado cuidadosamente ya que tiene impactos en todos los grupos de menores recursos de la población. Cuando se considera una perspectiva regional, esta conclusión puede variar debido a que cambia el perfil de los agricultores en la región y las preferencias locales de consumo. Observando los recientes movimientos de precios, el análisis mostró que el precio del arroz, incluyendo el arroz de baja calidad consumido por los grupos de menores recursos, se ha incrementado fuertemente en los últimos dos años si bien esto no es, probablemente, debido a la bioenergía. En términos generales, el precio del trigo en Perú también se ha incrementado en los últimos años. El seguimiento del incremento del precio del maíz será importante para los sectores urbanos pobres pero no para esos sectores rurales. El incremento del precio de las papas tiende a beneficiar a los sectores pobres.

Cuadro 8A.1

Distribución de los hogares (número) por región y quintil.

Región	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
Costa Norte	279	516	635	648	699	2 777
Costa Centro	117	239	312	435	382	1 485
Costa Sur	170	229	255	282	234	1 170
Sierra Norte	322	309	225	150	117	1 123
Sierra Centro	1 262	820	671	507	374	3 634
Sierra Sur	923	647	537	520	425	3 052
Selva	958	1 119	1 083	959	749	4 868
Lima Metropolitana	85	236	398	616	1 133	2 468
Total	4 116	4 115	4 116	4 117	4 113	20 577

Fuente: ENAHO 2006

Cuadro 8A.2

Distribución (número) de hogares por quintil y departamento.

Departamento	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
Amazonas	182	207	186	165	87	827
Ancash	146	138	167	203	188	842
Apurímac	193	133	100	66	43	535
Arequipa	87	131	183	225	229	855
Ayacucho	284	216	159	122	64	845
Cajamarca	249	259	208	111	97	924
Callao	11	30	69	96	153	359
Cusco	211	179	142	130	136	798
Huancavelica	379	120	85	49	27	660
Huanuco	263	192	154	114	98	821
Ica	82	142	178	229	189	820
Junín	181	235	183	154	144	897
La Libertad	124	139	153	163	188	767
Lambayeque	90	163	182	172	166	773
Lima	124	283	421	612	1 056	2 496
Loreto	115	184	205	192	152	848
Madre de Dios	77	89	118	184	172	640
Moquegua	139	137	123	134	110	643
Pasco	201	139	117	84	55	596
Piura	142	227	238	187	151	945
Puno	361	191	116	102	52	822
San Martín	185	211	190	168	121	875
Tacna	134	140	151	163	104	692
Tumbes	19	76	124	162	219	600
Ucayali	137	154	164	130	112	697
Total	4 116	4 115	4 116	4 117	4 113	20 577

Fuente: ENAHO 2006

Cuadro 8A.3

Total de ingreso gastos y gastos en alimentación de las familias, por ubicación y quintil, para todo el país

Quintil	Elemento (Soles)	Ubicación		
		Todo Perú	Urbana	Rural
1	Total Ingresos	5 484	7 704	4 226
	Total Gastos	4 820	6 470	3 724
	Total Gastos Alimentos	2 377	2 391	2 135
2	Total Ingresos	10 395	13 548	7 596
	Total Gastos	9 214	11 508	7 082
	Total Gastos Alimentos	4 197	4 227	4 001
3	Total Ingresos	14 975	19 218	10 505
	Total Gastos	13 281	16 135	10 228
	Total Gastos Alimentos	5 574	5 482	5 591
4	Total Ingresos	21 891	27 084	14 770
	Total Gastos	18 918	22 538	14 218
	Total Gastos Alimentos	6 803	6 981	7 353
5	Total Ingresos	48 881	58 002	27 092
	Total Gastos	38 768	45 007	24 856
	Total Gastos Alimentos	8 978	9 526	9 010
Total	Total Ingresos	22 245	27 472	12 368
	Total Gastos	18 482	22 132	11 585
	Total Gastos Alimentos	5 841	6 040	5 466

Fuente: ENAHO 2006.

Cuadro 8A.4

Participación del gasto en alimentos por ubicación y quintil, para todo el país

Quintil	Ubicación		
	Perú	Urbana	Rural
	Participación (%)	Participación (%)	Participación (%)
1	50	38	58
2	46	37	56
3	42	36	53
4	36	33	47
5	26	25	32
Total	39	32	52

Fuente: ENAHO (2006).

Cuadro 8A.5

Variación del bienestar debido al cambio de precio por región, quintil y alimento (%)

Región	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Arroz</i>						
Costa Norte	-0.06	-0.01	0.12	0.00	0.10	0.03
Costa Centro	-0.11	-0.15	-0.13	-0.12	-0.08	-0.12
Costa Sur	-0.11	0.07	-0.08	0.02	0.01	-0.02
Sierra Norte	-0.16	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.10
Sierra Centro	-0.11	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05	-0.08
Sierra Sur	-0.11	-0.10	-0.08	-0.06	-0.05	-0.08
Selva	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.05
Lima Metropolitana	-0.10	-0.13	-0.13	-0.11	-0.06	-0.11
Total	-0.09	-0.07	-0.04	-0.06	-0.03	-0.06
<i>Azucar</i>						
Costa Norte	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Costa Centro	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
Costa Sur	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Sierra Norte	0.01	0.01	0.06	0.00	0.02	0.02
Sierra Centro	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Sierra Sur	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Selva	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
Lima Metropolitana	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Total	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
<i>Trigo</i>						
Costa Norte	-0.19	-0.19	-0.17	-0.14	-0.10	-0.16
Costa Centro	-0.25	-0.23	-0.22	-0.19	-0.13	-0.20
Costa Sur	-0.25	-0.22	-0.19	-0.16	-0.12	-0.19
Sierra Norte	-0.45	-0.33	-0.26	-0.16	-0.12	-0.26
Sierra Centro	-0.39	-0.27	-0.21	-0.19	-0.13	-0.24
Sierra Sur	-0.34	-0.25	-0.21	-0.16	-0.11	-0.21
Selva	-0.16	-0.16	-0.14	-0.12	-0.09	-0.13
Lima Metropolitana	-0.18	-0.16	-0.18	-0.14	-0.09	-0.15
Total	-0.31	-0.22	-0.19	-0.15	-0.10	-0.19
<i>Papas</i>						
Costa Norte	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.03	-0.04
Costa Centro	0.03	-0.07	-0.09	-0.07	-0.06	-0.05
Costa Sur	-0.09	-0.09	-0.07	-0.06	-0.04	-0.07
Sierra Norte	0.19	0.34	0.33	0.21	0.07	0.23
Sierra Centro	0.31	0.23	0.16	0.16	0.02	0.18
Sierra Sur	0.36	0.21	0.07	0.05	0.01	0.14
Selva	-0.07	-0.07	-0.05	-0.04	-0.03	-0.05
Lima Metropolitana	-0.07	-0.08	-0.09	-0.07	-0.04	-0.07
Total	0.19	0.08	0.01	-0.01	-0.03	0.04

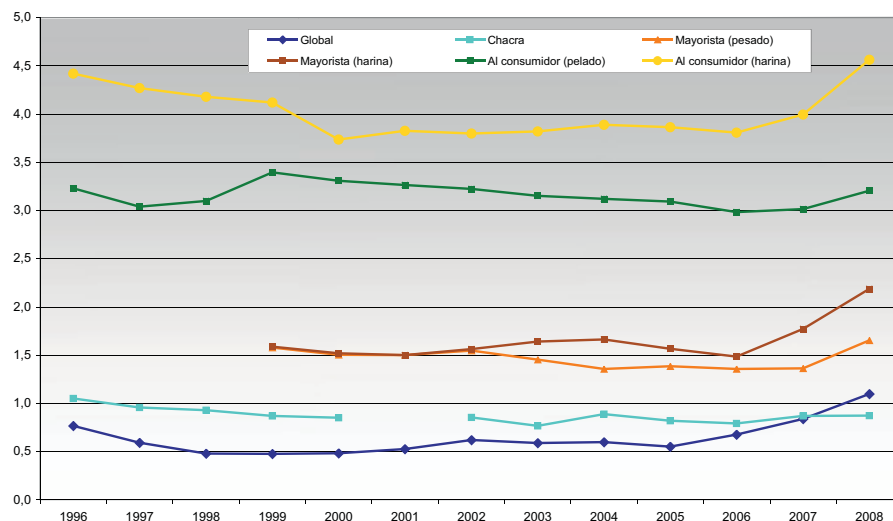
Cuadro 8A.5 continúan

Región	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Maiz</i>						
Costa Norte	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.06	-0.04
Costa Centro	0.26	-0.16	-0.15	-0.20	-0.06	-0.06
Costa Sur	-0.04	-0.08	-0.15	-0.13	-0.11	-0.10
Sierra Norte	-0.02	-0.07	-0.03	-0.07	-0.09	-0.05
Sierra Centro	0.26	0.05	-0.03	-0.04	-0.05	0.04
Sierra Sur	0.01	-0.02	-0.04	-0.04	-0.08	-0.04
Selva	0.08	0.02	0.01	-0.03	-0.07	0.00
Lima Metropolitana	-0.13	-0.20	-0.22	-0.20	-0.14	-0.18
Total	0.08	-0.05	-0.09	-0.11	-0.11	-0.06

APÉNDICE 3 **B** GRÁFICOS ADICIONALES

Figura 8B.1

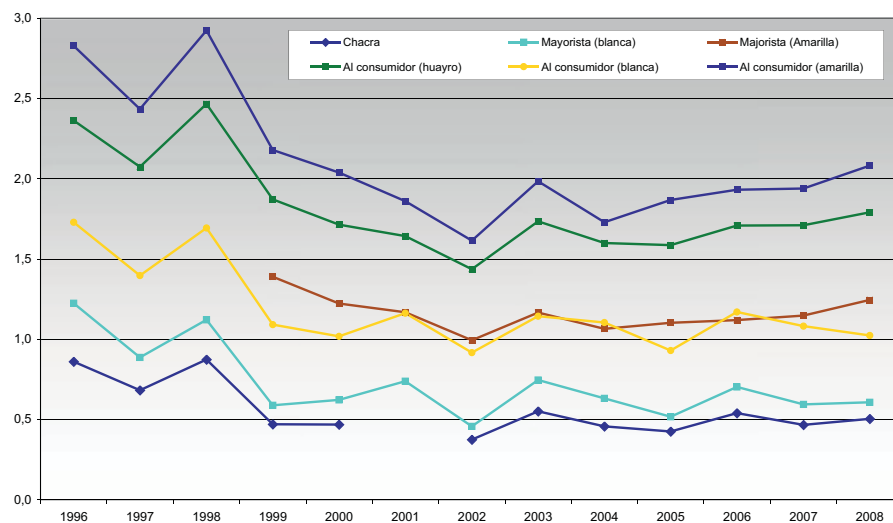
Movimientos reales del precio del trigo en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

Figura 8B.2

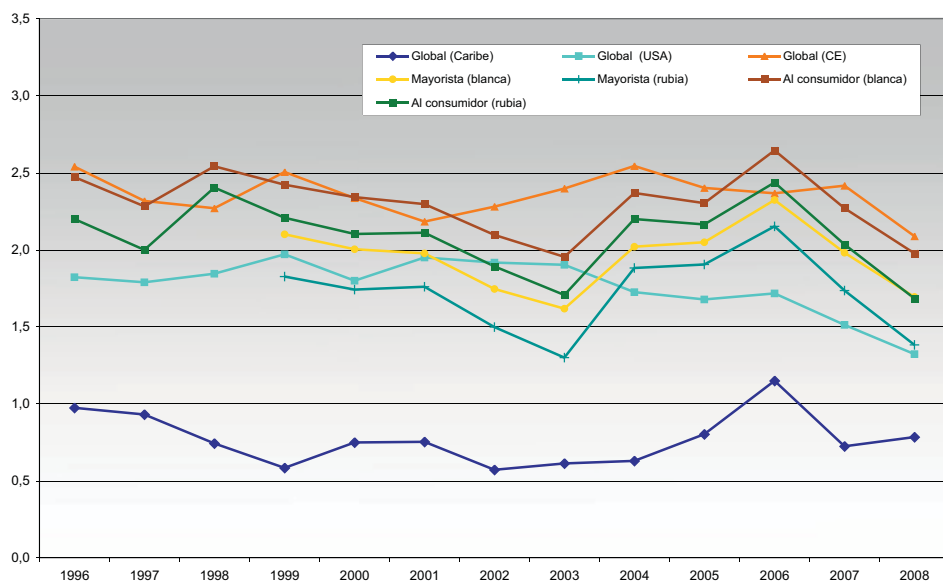
Movimientos reales del precio de las papas en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

Figura 8B.3

Movimientos reales del precio del azúcar en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

FAO SERIES DE PUBLICACIONES DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

1. **Africover: Specifications for geometry and cartography, summary report of the workshop on Africover, 2000 (E)**
2. **Terrestrial Carbon Observation: the Ottawa assessment of requirements, status and next steps, 2002 (E)**
3. **Terrestrial Carbon Observation: the Rio de Janeiro recommendations for terrestrial and atmospheric measurements, 2002 (E)**
4. **Organic agriculture: Environment and food security, 2002 (E, S)**
5. **Terrestrial Carbon Observation: the Frascati report on in situ carbon data and information, 2002 (E)**
6. **The Clean Development Mechanism: Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects, 2003 (E)*: Out of print/not available**
7. **The application of a spatial regression model to the analysis and mapping of poverty, 2003 (E)**
8. **Land Cover Classification System (LCCS) + CD-ROM, version 2, Geo-spatial Data and Information, 2005 (E)**
9. **Coastal GTOS. Strategic design and phase 1 implementation plan, 2005 (E)**
10. **Frost Protection: fundamentals, practice and economics- Volume I and II + CD, Assessment and Monitoring, 2005 (E), 2009 (S)**
11. **Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability, 2006 (E)**
12. **Rapid Agriculture Disaster Assessment Routine (RADAR), 2008 (E)**
13. **Disaster risk management systems analysis: a guide book, 2008 (E, S)**
14. **Community based adaptation in action: a case study from Bangladesh, 2008 (E)**
15. **Coping with a changing climate: considerations for adaptation and mitigation in agriculture, 2009 (E)**

Disponibilidad: August 2010

Ar Arabic	F French	Multil Multilingual
C Chinese	P Portuguese	* Out of print
E English	S Spanish	** In preparation

FAO DOCUMENTOS DE TRABAJO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Groups: 1. Environment, 2. Climate Change, 3. Bioenergy, 4. Monitoring and Assessment

1. Inventory and monitoring of shrimp farms in Sri Lanka by ERS SAR data, 1999 (E)
2. Solar photovoltaic for sustainable agriculture and rural development, 2000 (E)
3. Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles, 2000 (S)
4. The energy and agriculture nexus, 2000 (E)
5. World wide agroclimatic database, FAOCLIM CD-ROM v. 2.01, 2001 (E)
6. Preparation of a land cover database of Bulgaria through remote sensing and GIS, 2001 (E)
7. GIS and spatial analysis for poverty and food insecurity, 2002 (E)
8. Environmental monitoring and natural resources management for food security and sustainable development, CD-ROM, 2002 (E)
9. Local climate estimator, LocClim 1.0 CD-ROM, 2002 (E)
10. Toward a GIS-based analysis of mountain environments and populations, 2003 (E)
11. TERRASTAT: Global land resources GIS models and databases for poverty and food insecurity mapping, CD-ROM, 2003 (E)
12. FAO & climate change, CD-ROM, 2003 (E)
13. Groundwater search by remote sensing, a methodological approach, 2003 (E)
14. Geo-information for agriculture development. A selection of applications, 2003 (E)
15. Guidelines for establishing audits of agricultural-environmental hotspots, 2003 (E)
16. Integrated natural resources management to enhance food security. The case for community-based approaches in Ethiopia, 2003 (E)
17. Towards sustainable agriculture and rural development in the Ethiopian highlands. Proceedings of the technical workshop on improving the natural resources base of rural well-being, 2004 (E)
18. The scope of organic agriculture, sustainable forest management and ecoforestry in protected area management, 2004 (E)
19. An inventory and comparison of globally consistent geospatial databases and libraries, 2005 (E)
20. New LocClim, Local Climate Estimator CD-ROM, 2005 (E)
21. AgroMet Shell: a toolbox for agrometeorological crop monitoring and forecasting CD-ROM (E)**
22. Agriculture atlas of the Union of Myanmar (agriculture year 2001-2002), 2005 (E)
23. Better understanding livelihood strategies and poverty through the mapping of livelihood assets: a pilot study in Kenya, 2005 (E)
24. Mapping global urban and rural population distributions, 2005 (E)
25. A geospatial framework for the analysis of poverty and environment links, 2006 (E)
26. Food Insecurity, Poverty and Environment Global GIS Database (FGGD) and Digital Atlas for the Year 2000, 2006 (E)
27. Wood-energy supply/demand scenarios in the context of the poverty mapping, 2006 (E)
28. Policies, Institutions and Markets Shaping Biofuel Expansion: the case of ethanol and biodiesel in Brazil, in preparation (E)
29. Geoinformation in Socio-Economic Development Determination of Fundamental Datasets for Africa, 2009 (E, F)
30. Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol, 2009 (E)

31. **Small scale Bioenergy Initiatives: brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa, 2009 (E)**
32. **Review of Evidence on Dryland Pastoral Systems and Climate Change: Implications and opportunities for mitigation and adaptation, 2009 (E)**
33. **Algae Based Biofuels: A Review of Challenges and Opportunities for Developing Countries, 2009 (E)**
34. **Carbon finance possibilities for agriculture, forestry and other land use projects in a smallholder context, 2010 (E, F, S)**
35. **Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Tanzania, 2010 (E)**
36. **Technical Compendium: description of agricultural trade policies in Peru, Tanzania and Thailand, 2010 (E)**
37. **Household level impacts of increasing food prices in Cambodia, 2010 (E)**
38. **Agricultural based livelihood systems in drylands in the context of climate change: inventory of adaptation practices and technologies of Ethiopia. in preparation (E)**
39. **Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Peru, Technical Compendium Volume 1: Results and Conclusions; Volume 2: Methodologies, 2010 (S)**
40. **Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Peru, Supporting the policy machinery in Peru, 2010 (E, S)**
41. **Analysis of climate change and variability risks in the smallholder sector: case studies of the Laikipia and Narok districts representing major agro ecological zones in Kenya, in preparation (E)**
42. **Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Thailand, 2010 (E)**

Disponibilidad: August 2010

Ar Arabic	F French	Multil Multilingual
C Chinese	P Portuguese	* Out of print
E English	S Spanish	** In preparation



The FAO Technical Papers
are available through the authorized
FAO Sales Agents or directly from:

Sales and Marketing Group - FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome - Italy





Bioenergía y seguridad alimentaria "BEFS"

El análisis de BEFS para el Perú

Compendio técnico

Volumen I

Resultados y conclusiones

Editado por: Erika Felix y Cadmo Rosell



Proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación



Las conclusiones presentadas en este reporte son consideradas apropiadas en relación al período de preparación del mismo. Estas pueden ser modificadas o alteradas en base a nuevos conocimientos obtenidos en fases posteriores del proyecto.

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.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.

ISBN 978-92-5-306628-5

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial o total 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 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 Rome, Italy
o por correo electrónico a:
copyright@fao.org

© FAO 2010

PRÓLOGO

Bioenergía, y especialmente los biocombustibles, han sido promovidos como un medio para fortalecer la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir los efectos de las emisiones de gases de invernadero. En principio, el desarrollo de la bioenergía ofrece muchos beneficios pero estos deben ser balanceados con los impactos sobre la seguridad alimentaria y el ambiente. Por un lado ha habido urgencia por parte de muchos gobiernos para desarrollar alternativas a los combustibles fósiles, pero esto a menudo ha sido hecho con una cierta falta de comprensión del costo total y los beneficios de la bioenergía. En este contexto, la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), con la contribución del Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección al Consumidor de la República Federal de Alemania, ha ejecutado el proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) a fin de evaluar cómo el desarrollo de la bioenergía puede ser implementado sin poner en peligro la seguridad alimentaria.

El proyecto BEFS tiene características únicas y, en muchos aspectos, se adelanta en el tiempo. Por lo general los proyectos enfocan en un solo tema, pero BEFS busca el enfoque del problema de la seguridad alimentaria en una forma integrada. El proyecto entendió que la promoción de la seguridad alimentaria por medio de la bioenergía o de cualquier otro instrumento no puede ser hecho de forma unidimensional. Al contrario, es necesario equilibrar los numerosos elementos que tienen un efecto directo sobre la bioenergía y la seguridad alimentaria y considerarlos en forma conjunta para llegar a un grupo de consideraciones que reflejen en mejor forma la realidad y puedan apoyar las líneas políticas de manera significativa. El proyecto desarrolló un marco de análisis que comprende una evaluación global del desarrollo de la bioenergía y la seguridad alimentaria. Este marco analítico ha sido implementado en Perú, Tailandia y Tanzania.

El análisis presentado en este documento describe la implementación del Marco Analítico BEFS en Perú. El análisis proporciona una puerta de entrada a los temas que conciernen bioenergía y seguridad alimentaria. Los resultados que surgen del análisis no deberían ser considerados como definitivos sino que proporcionan indicaciones sólidas para identificar prioridades políticas. Como parte de las actividades del proyecto se capacitó personal nacional en el uso de las herramientas de BEFS de modo que el análisis pueda ser repetido y extendido para reflejar las políticas prevalentes y también para apoyar ajustes a esas políticas a medida que evoluciona el sector de la bioenergía.



Roberto Cuevas García
Representante de la FAO en Perú



Heiner Thofern
Coordinador del proyecto BEFS FAO en Roma

AGRADECIMIENTOS

Dado el carácter multidisciplinario de los temas sobre bioenergía y seguridad alimentaria este trabajo no hubiera sido posible sin la contribución de un gran número de personas, provenientes de diferentes instituciones, agencias y ONG. Si bien la lista de colaboradores del proyecto es larga, no es posible dejar sin mencionar el apoyo fundamental que brindaron el Dr. Heiner Thofern y el Dr. Roberto Cuevas. Asimismo, se reconoce la valiosa contribución de los expertos del equipo nacional BEFS Perú en la preparación de este documento: Víctor Barrena, Marianella Crispín, Jaime Fernández-Baca, Henry García, Jaime Gianella, Ana Cecilia Gutiérrez, Salomón Helfgott, Cayo Ramos Taipe, Alfredo Rivera, Silvana Vargas y el Laboratorio de Telemetría de la Universidad Nacional de la Molina Juan Carlos Ocaña, Roxana Guillén, Ethel Rubín de Celis..

La contribución de los varios entes peruanos, gobierno, instituciones públicas y privadas, instituciones académicas e individuos, quienes suministraron información necesaria para la realización de los estudios técnicos, retroalimentaron la elaboración de los reportes técnicos y de política y participaron activamente en el dialogo auspiciado por el proyecto. También hacemos un reconocimiento al Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de la Producción y el Instituto Nacional de Estadística e Informática por su valiosa participación durante la realización del proyecto. Asimismo, agradecemos la participación de la comunidad peruana en los seminarios técnicos realizados por el proyecto en Lima Perú durante los meses de febrero y abril 2010, así como la consulta nacional realizada en Lima en mayo de 2010.

Por último un sincero agradecimiento al personal de las Oficinas de FAO, en el Perú y en la Sede de Roma, por la asistencia técnica brindada para la realización del proyecto, a través de Manuel Villavicencio, Erika Felix, Yasmeeen Khwaja, Irini Maltsoylou, Mirella Salvatore, David Dawe, Miguel Trossero, Fernando Chanduví, Peter Wobst, Carlos Ariel Cardona Alzate, Luca Tasciotti, Noelia Flores, Mario Bloise, Michela Marinelli, Jazmine Casafranca, Alberto García, así como a David Laborde y Perrihan Al-Riffai del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). También, expresamos nuestra gratitud a Stephanie Vertecchie, Antonella Pallaoro, Paola Correa, Walter Coronado y Ursula Moscoso por su apoyo administrativo para la realización de este reporte. Fredy Salazar y Ligia Calderón por su asistencia en aspectos de comunicación y disseminación.

Los estudios de este reporte fueron realizados bajo el marco del Proyecto de Bioenergía y Seguridad Alimentaria (GCP/INT/020/GER), con la financiación del Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección del Consumidor (BMELV) de Alemania.

ÍNDICE

1	1. INTRODUCCIÓN
5	2. PERSPECTIVAS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA EL PERÚ
5	2.1 INTRODUCCIÓN
7	2.2 PERSPECTIVAS - PERÚ
10	2.3 PERÚ: PRINCIPALES RESULTADOS
15	2.4 SITUACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE LÍQUIDOS EN PERÚ
20	2.5 CONCLUSIONES
25	3. APTITUD DE TIERRAS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN PERÚ
25	3.1 RESUMEN
26	3.2 INTRODUCCIÓN
27	3.3 AGRONOMÍA DE PERÚ
31	3.4 LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE TIERRAS (EAT): LA METODOLOGÍA
33	3.5 RESULTADOS
43	3.6 PRINCIPALES PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA AGRICULTURA EN PERÚ

53	4. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS BIOENERGÉTICOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DEL SISTEMA CHIRA
53	4.1 RESUMEN
54	4.2 INTRODUCCIÓN
60	4.3 MODELAMIENTO HIDROLÓGICO
61	4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
67	4.5 ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
68	4.6 CONCLUSIONES
71	5. ANÁLISIS DE RECURSOS BIOMÁSICOS LEÑOSOS Y DE RESIDUOS PARA USO COMBUSTIBLE
71	5.1. RESUMEN
72	5.2. INTRODUCCIÓN
82	5.3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA: MAPEO DE OFERTA Y DEMANDA INTEGRADA DE DENDROCOMBUSTIBLES
84	5.4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES
97	6. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN PERÚ: UNA DIMENSIÓN SOCIAL
97	6.1 RESUMEN
98	6.2 INTRODUCCIÓN
101	6.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS
103	6.4 RESULTADOS
115	6.5 CONCLUSIONES

117	7. RESUMEN SOBRE LOS EFECTOS DEL DESARROLLO DE BIOCOMBUSTIBLES SOBRE LA ECONOMÍA NACIONAL
117	7.1 RESUMEN
119	8. ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL HOGAR EN PERÚ
119	8.1 RESUMEN
120	8.2 INTRODUCCIÓN
121	8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA
123	8.4 IMPACTO SOBRE EL BIENESTAR FAMILIAR: ANTECEDENTES METODOLÓGICOS
124	8.5 RESULTADOS
134	8.6 RECIENTES MOVIMIENTOS DE PRECIOS DE ALIMENTOS BÁSICO EN PERÚ
137	8.7 CONCLUSIONES

La principal preocupación de los países en desarrollo relacionada con la evolución de los sectores de la bioenergía es el impacto potencial que puedan tener sobre la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y el desarrollo rural. En el Perú, a pesar de que la agricultura contribuye sólo con el ocho por ciento del producto bruto interno (PBI), es un sector crítico para la reducción de la pobreza ya que una parte importante de la población depende de este sector como su medio de vida, ingresos y seguridad alimentaria. Por tal motivo, es necesario que el desarrollo actual y futuro de la bioenergía y cómo este desarrollo puede positiva o negativamente afectar a la seguridad alimentaria, se analicen en forma integrada para poder, *a priori*, identificar los potenciales beneficios y riesgos que pueda presentar para el país. Las conexiones entre la seguridad alimentaria y la producción de la bioenergía están definidas, en parte, en competencia con las demandas sobre los recursos naturales tales como la tierra productiva, el agua y el potencial de la biomasa de los residuos forestales y agrícolas para uso combustible. Esto es importante ya que las poblaciones de menores recursos son las que dependen de sus tierras, bosques y recursos hídricos para su seguridad alimentaria. Para el desarrollo del sector bioenergético también se debe considerar si y cómo los pequeños productores agrícolas pueden desempeñar un papel importante en este nuevo sector. Asimismo, los efectos socioeconómicos de este nuevo sector, a nivel macro y micro, deben ser debidamente considerados ya que tienen implicancias importantes en el desarrollo económico del país, la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza.

El Proyecto FAO *Bioenergía y Seguridad Alimentaria* (GCP/PER/020/GER) ha diseñado un marco analítico que incorpora metodologías claras y reproducibles para evaluar el potencial de la bioenergía en un marco global centrado en la seguridad alimentaria. Estas herramientas metodológicas permiten evaluar aspectos técnicos para establecer las conexiones entre la seguridad alimentaria y la bioenergía. Esto contribuye a identificar la forma en que se puede realizar un modelo que se incorpora a las estrategias de desarrollo y de reducción de la pobreza y mantiene como primordiales las necesidades alimentarias de personas vulnerables. Este marco analítico ha sido contextualizado en el Perú en base a cuestiones ecofisiográficas, técnicas y socioeconómicas relevantes para la agricultura y la bioenergía en el país (Figura 1.1). Las herramientas en su conjunto ofrecen un enfoque integral y sistémico para apoyar los procesos de creación de políticas y toma de decisiones en base a la participación de los múltiples sectores y actores peruanos involucrados.



Figura 1.1

Marco Analítico BEFS Perú

El uso de las herramientas de gestión analítica y de conocimiento del proyecto BEFS proporcionará una guía técnica necesaria para asegurar que el desarrollo rural, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria sean el elemento central para el desarrollo de políticas de bioenergía. Las herramientas de BEFS proveen también una plataforma para apoyar los procesos de diálogo que son necesarios para el desarrollo de cualquier política.

El marco del proyecto tiene como meta la institucionalización de las herramientas de análisis BEFS en los diversos sectores para garantizar que la seguridad alimentaria sea considerada en el marco del desarrollo de las políticas nacionales de bioenergía. Uno de los objetivos es el fortalecimiento de la capacidad del país en la gestión de la bioenergía y seguridad alimentaria a través del uso de las herramientas BEFS.

En primer lugar cabe enfatizar que en el caso del Perú la aplicación de las herramientas de análisis del proyecto BEFS ha sido realizada en su mayoría por especialistas peruanos. Esto ha permitido en una primera instancia iniciar el desarrollo de la capacidad nacional sobre el conocimiento y uso de las herramientas, lo cual es de suma importancia ya que de esta forma el conocimiento queda en el país para dar continuidad y apoyo en el uso de las herramientas.

El proyecto está realizando la transferencia de herramientas a través de sesiones específicas de capacitación y la entrega de materiales electrónicos y bases de datos asociadas con el uso de las herramientas. Posteriormente, dichas herramientas de análisis estarán a disposición de las instituciones peruanas para su adecuación, expansión y aplicación a otros casos pertinentes para responder a las necesidades del país.

El objetivo principal del reporte Compendio Técnico titulado *Bioenergía y Seguridad Alimentaria: Aplicación del Análisis de BEFS en Perú* es demostrar como la utilización, a través del uso de estas herramientas, puede retroalimentar y guiar la planificación de

políticas bioenergéticas para definir modelos de gestión en los cuales se base la optimización de los beneficios y la minimización de los riesgos que este desarrollo conlleve. Los análisis técnicos presentados en este reporte deben ser vistos desde una óptica de análisis de entrada o base y, sobre todo, demostrativo de las herramientas del análisis.

El Compendio Técnico incluye dos volúmenes. En el Volumen I titulado *Bioenergía y Seguridad Alimentaria: Aplicación del Análisis de BEFS en Perú: Resultados y Conclusiones* se describen los resultados técnicos obtenidos por cada estudio temático. En el Volumen II titulado *Bioenergía y Seguridad Alimentaria: Aplicación del Análisis de BEFS en Perú: Metodología* se detallan las herramientas o metodologías utilizadas en cada estudio.

El Volumen I del Compendio Técnico tiene como objetivo resumir los resultados y las conclusiones técnicas de cada uno de los análisis. Este compendio no requiere una amplia base de conocimientos técnicos y está enfocado a una audiencia general.

El Volumen II del Compendio Técnico tiene como objetivo presentar a nivel más profundo los detalles metodológicos y está diseñado para una audiencia de expertos técnicos.

Ambos reportes están organizados en ocho Capítulos de acuerdo a áreas temáticas de estudio. El Capítulo II está relacionado con una investigación sobre las perspectivas del desarrollo de la agricultura en el Perú y se basa en el estudio que realizan la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico¹ y la FAO a nivel mundial. El Capítulo III presenta el estudio sobre la identificación y la localización de áreas aptas para la producción de cultivos de bioenergía bajo diferentes sistemas de producción agrícola y niveles de utilización de insumos; para ello se utilizó una metodología basada en Zonificación Agro Ecológica. En el Capítulo IV se demuestra la aplicación de la metodología del sistema de evaluación y planificación de recursos hídricos, WEAP² para investigar los efectos que un incremento de la producción de cultivos bioenergéticos puede tener sobre la disponibilidad de recursos hídricos. El Capítulo V detalla la investigación sobre recursos de biomasa a partir de residuos para uso combustible, donde se aplicó la metodología de Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles, WISDOM³. El Capítulo VI investiga los costos de producción de biocombustibles en el Perú en base a una dimensión social y se basa en la aplicación de Ingeniería de Procesos para análisis medioambientales y tecno-económicos en biocombustibles, PENTA⁴. El Capítulo VII presenta un resumen de las características sobre los efectos del desarrollo de Biocombustibles sobre la Economía Nacional utilizando un modelo de equilibrio general computado. El Capítulo VIII presenta la evaluación del impacto a nivel de hogares que puede generar los cambios de precios de los alimentos en base a un análisis a nivel de hogar.

1 OECD Organization for Economic Co-operation and Development

2 WEAP Water Evaluation and Planning

3 WISDOM Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping

4 PENTA Process Engineering For Environment and Techno-Economical Analysis: an Application to Biofuels

PERSPECTIVAS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA EL PERÚ

Equipo de COSIMO FAO en Roma

2.1 INTRODUCCIÓN

Los mercados agrícolas reaccionan continuamente a los cambios en el abastecimiento y la demanda. Con el creciente interés mundial en el desarrollo de biocombustibles líquidos es esencial comprender en forma cabal los posibles impactos que los mismos pueden causar en los mercados de productos agrícolas. Es necesario hacer una *perspectiva* sobre las futuras condiciones del abastecimiento y la demanda que se pudieran materializar en respuesta al desarrollo de los biocombustibles líquidos para apoyar el proceso de toma de decisiones. Esto puede proporcionar importantes informaciones a quienes diseñan las líneas políticas para entender como la demanda de biocombustibles líquidos podría tener impacto con el correr del tiempo sobre la disponibilidad-abastecimiento de productos agrícolas⁵. El objetivo de este documento es presentar una *Perspectiva Agrícola y los Mercados de Biocombustible en Perú* para los próximos 10 años.

Es importante comprender como podrían evolucionar los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos bajo el conjunto de condiciones macroeconómicas y políticas gubernamentales actuales. En estos momentos, la política peruana de biocombustibles líquidos establece normas para la mezcla de etanol y biodiesel. Las autorizaciones para mezclar 7,8 por ciento de alcohol en la gasolina deberían entrar en funciones en 2010; en 2009 comenzó para el dos por ciento de mezcla en el biodiesel y será incrementada a cinco por ciento al inicio de 2011. Estas normas sobre las mezclas tendrán impactos sobre la disponibilidad-abastecimiento de algunos productos agrícolas del país. Más aun, la producción de biocombustibles líquidos y las autorizaciones para su mezcla o consumo en otros países han ya ofrecido indicaciones sobre una fuerte correlación entre los mercados energéticos, principalmente el petróleo, y los mercados agrícolas. Los precios de los alimentos de origen agrícola usados para producir biocombustibles líquidos están ahora ligados a los movimientos de los precios del petróleo. Incluso en un país en el que no existen políticas gubernamentales para intervenir en los mercados de los combustibles, la producción interna de biocombustibles líquidos podría continuar siendo vulnerable al movimiento de

5 Abastecimiento-disponibilidad de productos agrícolas se refiere a proyecciones a largo plazo para los mercados agrícolas de las existencias iniciales, producción, importaciones, consumo, exportaciones y existencias finales y las condiciones de equilibrio que regulan el mercado (p.ej., existencias iniciales + producción + importaciones = consumo + exportaciones + existencias finales).



los precios mundiales del petróleo y a las consecuencias de sus impactos en los precios mundiales de los productos agrícolas. Del mismo modo, las políticas de biocombustibles líquidos de otros países también podrían cambiar, lo cual, a su vez, podría alterar significativamente la producción mundial de biocombustibles líquidos e influenciar los precios de los productos agrícolas.

No existen muchas proyecciones a largo plazo, imparciales y disponibles para el público, de los mercados agrícolas que sean consistentes entre los distintos países⁶. Sin embargo, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) conjuntamente con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), preparan anualmente una proyección de 10 años de duración para los mercados nacionales y mundiales, llamada *Perspectivas Agrícolas* OECD-FAO. Estas *perspectivas* presentan proyecciones para producción, utilización (p. ej., consumo en la forma de alimentos, raciones, combustibles o fibras), importaciones, exportaciones, existencias y precios para los principales productos agrícolas y biocombustibles líquidos de los países que tienen influencia sobre los mercados agrícolas mundiales⁷.

Las *Perspectivas* son una herramienta genérica que puede informar sobre distintos desafíos u oportunidades en los mercados agrícolas. Proporcionan una visión de cómo podrían evolucionar en el tiempo los mercados agrícolas con respecto a un conjunto de condiciones macroeconómicas⁸, tendencias y políticas agrícolas actuales empleadas en los países que tienen influencia sobre los mercados mundiales. El modelo en las *Perspectivas* que sirve como punto de partida, es usado para realizar análisis políticos y de mercados para determinar los impactos sobre los mercados agrícolas. El modelo AGLINK-COSIMO y *Perspectivas* ofrecen una cobertura general de los mercados de productos agrícolas por países o regiones y sus respectivas políticas agrícolas. Este es una valiosa herramienta para analizar los mercados agrícolas de Perú en los próximos 10 años. La última *Perspectiva* disponible contiene proyecciones para los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos para el período 2009-2018.

OECD-FAO usan un modelo de simulación parcial de equilibrio llamado AGLINK-COSIMO para preparar las proyecciones de los mercados agrícolas nacionales y globales en las *Perspectivas*. El programa AGLINK-COSIMO está gobernado por elasticidades, parámetros técnicos y variables políticas. Todos los principales sectores agrícolas, incluyendo el sector de los biocombustibles líquidos, están conectados e integrados dentro del modelo de modo que todas las características principales de los sectores de

6 Muchos países presentan pronósticos sobre los mercados de productos agrícolas, pero esos pronósticos son preparados según sus propias perspectivas del mundo y no son necesariamente revisados por su consistencia.

7 Para mayores informaciones relacionadas con los productos agrícolas y la representación de los países dentro de la *Perspectivas Agrícolas* OECD-FAO, ver en línea: www.oecd.org/publishing/corrigenda.

8 Suposiciones macroeconómicas para tasas de crecimiento del PBI, inflación, tasas de interés, población y precios del petróleo son tomadas de estimaciones de OECD, Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial.

cultivos y ganadería influyen en el equilibrio final. El modelo AGLINK-COSIMO y las proyecciones de *Perspectivas* son revisados por los países miembros de OECD y FAO para asegurar su consistencia y precisión.

Este documento comienza con una discusión de la metodología para analizar e informar sobre mercados agrícolas específicos en Perú. La Sección 2.2 discute en detalle las suposiciones, tanto macroeconómicas como generales, usadas en las *Perspectivas*. Más adelante, la Sección 2.3 presenta las principales *Perspectivas* para los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos de Perú. La Sección siguiente 2.4, se refiere a la situación en Perú con respecto al desarrollo y producción de biocombustibles líquidos y a las normas gubernamentales sobre sus mezclas. Además, se analiza una evaluación de la rentabilidad de los biocombustibles líquidos según los precios proyectados en las *Perspectivas*. La parte final del informe, Sección 2.5, informa sobre las implicancias de los efectos del desarrollo emergente de los biocombustibles líquidos y sus políticas con respecto a los mercados agrícolas en Perú.

El análisis enfoca las proyecciones de mercado para maíz, trigo, azúcar, cultivos oleaginosos, caña de azúcar, raíces y tubérculos y biocombustibles líquidos. Esta lista incluye los principales cultivos de seguridad alimentaria y alimentos animales bioenergéticos identificados en Perú. Estos cultivos de seguridad alimentaria fueron identificados en función de su participación en el gasto de alimentación en Perú. Con respecto a los biocombustibles líquidos, la caña de azúcar y las melazas son los principales componentes de las raciones animales usados para producir etanol; el aceite de palma y de *Jathropa* son los dos productos usados para raciones que se usan para la producción de biocombustibles líquidos.

2.2 PERSPECTIVAS – PERÚ

Las suposiciones generales y específicas del país consideradas en la preparación de las *Perspectivas* para analizar los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos de Perú son las siguientes.

Asunciones generales:

- Se espera que el precio del petróleo disminuya sustancialmente de USD 99 por barril en 2008 a USD 43 en 2009. A partir de entonces, los precios se incrementarán a causa de la recuperación económica y fluctuará en un rango de USD 60-70 en el período 2011-2018.
- La crisis en los mercados financieros provocará recesiones en muchos países de la OECD; sin embargo, algunos países en desarrollo podrán mostrar un crecimiento económico significativo en lo que se refiere al crecimiento de su PBI.

Asunciones sobre macroeconomía, población y tierras agrícolas en Perú:

- Se espera un crecimiento fuerte del PBI con un promedio de 6,3 por ciento en el período de la revisión.

- La inflación para el PBI y la inflación para el índice precios al consumidor (IPC) difieren. El promedio anual de la tasa de inflación para el PBI es de 2,5 por ciento y para el IPC de 3,5 por ciento.
- La moneda nacional se apreciará frente al dolar estadounidense en 2009 y 2010 pero tendrá un promedio de depreciación de 1,6 por ciento en el período 2011-2018.
- En base a estas asunciones los gastos reales en alimentos⁹ inicialmente decrecen en 2009 y 2010 pero después se incrementan. Sin embargo, en 2018 el gasto real en alimentos es casi equivalente al nivel de 2008 y, por lo tanto, el promedio de la tasa de crecimiento es de 0,0 por ciento en el período de la revisión.
- La población aumenta a razón de 1,4 por ciento anual.
- El área cultivada se expande a una tasa anual de 1,5 por ciento.
- Los precios internos se derivan de los precios mundiales de referencia. Los niveles de precios de los precios internos en relación a los precios mundiales dependen de la situación comercial del país como importador o exportador neto. El modelo usa la elasticidad de la transmisión de los precios, con modificaciones, para la transición entre las posiciones del comercio¹⁰.

2.2.1 EVIDENCIAS DE LAS PERSPECTIVAS

El objetivo de las *Perspectivas* es mostrar como los mercados agrícolas de Perú podrían evolucionar en el tiempo y cuales son las implicancias de la producción de biocombustibles líquidos y las normas de sus mezclas. En el caso de Perú, *Perspectivas* asume que las políticas gubernamentales actuales (2008) se mantienen a través del proceso de estudio de *Perspectivas*, excepto si el gobierno anunciara una fecha específica para ejecutar una política tal como es el caso de las normas de las mezclas de biocombustibles líquidos. En cada mercado de un producto básico es importante entender si Perú es capaz de producir suficientes alimentos para satisfacer el consumo interno o si hay un aumento de la producción mayor del consumo que crea problemas de excedentes que pudieran incrementar las exportaciones. Estos cambios posibles tienen implicancias para la seguridad alimentaria y el balance comercial, con impacto sobre la balanza de pagos del Estado. El Cuadro 2.7 en el anexo muestra las diferencias relativas entre la producción, el consumo y las proyecciones comerciales netas para el período 2009-2018 y, si no se indica el contrario, los resultados discutidos más adelante se refieren a diferencias entre 2009 y 2018; las tasas de crecimiento están computadas en promedios anuales¹¹.

2.2.2 PERSPECTIVAS MUNDIALES

La mayor rigidez de los abastecimientos globales (sequías y bajas existencias) combinadas con

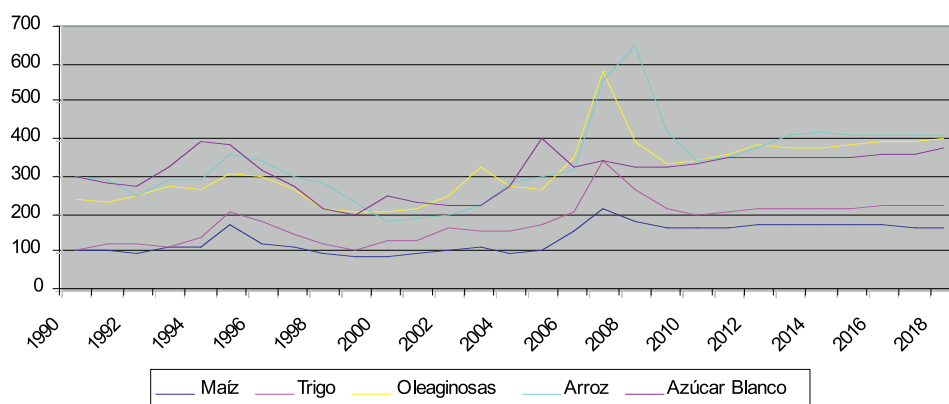
9 PC deflacionado

10 En el momento del análisis los precios internos de los productos de Perú no estaban disponibles, por lo que el modelo asume que el país es un pequeño receptor de precios en el cual los precios internos son determinados por una ecuación de vínculo de precios con los precios mundiales que toma en consideración la tasa de cambio, las tarifas, los costos de transporte y la posición comercial neta. Si el país es un exportador neto, los precios internos serán los precios mundiales menos los costos de transporte pero si el país es un importador neto los precios internos son los precios mundiales más las tarifas aplicables y los gastos de transporte.

11 En *Perspectivas* las tasas de crecimiento difieren de año a año, pero para el propósito de la discusión de los resultados se usa la tasa media anual de crecimiento.

un incremento de la demanda de productos agrícolas, parcialmente de biocombustibles líquidos, y posible especulación de los inversores¹², han creado un fuerte encarecimiento de los precios de los productos agrícolas básicos en 2008. Sin embargo, con la aparición de la crisis financiera y las recesiones en las principales economías del mundo, los precios de los principales productos se redujeron sensiblemente en 2009. A pesar de la crisis económica y la caída de los recientes precios máximos de los precios de los productos básicos, la *Perspectiva* considera que los precios, en promedio, serán mayores en los próximos 10 años. Se espera que esto se materialice a medida que es probable que la nueva demanda sobrepase a las ganancias de la productividad y también debido a un incremento de los costos de producción. Los cultivos que son usados como biocombustibles líquidos como maíz, azúcar y aceites vegetales podrían tener *perspectivas* de crecimiento relativamente mejores que otros cultivos. Del mismo modo, la sustitución y la competencia por la tierra cultivable tendrá efectos indirectos sobre otros cultivos. Si bien los precios de los productos agrícolas se han reducido después de los recientes incrementos, las *perspectivas* a largo plazo para la mayoría de los precios son proyectadas para alcanzar un nuevo máximo. Los precios para los productos lácteos han disminuido relativamente más que los precios de los cultivos a causa de la caída del crecimiento de los ingresos y la relativa elasticidad de los altos ingresos. La *Perspectiva* asume un estado de normalidad y no prevé anomalías tales como sequías o enfermedades. Además, es importante considerar las tendencias y no necesariamente los precios absolutos. Los precios en la *Perspectiva* son precios anuales y los precios agrícolas pueden fluctuar significativamente a lo largo del año. La Figura 2.1 muestra la *Perspectiva* para los precios mundiales de los cultivos pero es importante recordar que la *Perspectiva* proyecta precios en base a los conceptos fundamentales del mercado de la oferta y la demanda, por lo que los mercados alcanzan un cierto equilibrio a largo plazo.

Figura 2.1

Precios Mundiales de los Productos Básicos (\$USD/tonelada)

Fuente: OECD-FAO, 2008

12 Hasta el momento, los datos de las investigaciones no son concluyentes para determinar si la especulación de los inversores contribuyó a precios mayores durante el máximo de precios en 2008 si bien hubo un incremento de las compras de los inversores de contratos futuros de algunos productos agrícolas durante este período.

2.3 PERÚ: PRINCIPALES RESULTADOS

Si bien las principales economías del mundo están experimentando un crecimiento negativo, la economía de Perú no ha sido duramente castigada por la crisis financiera y se espera que a corto plazo tenga un crecimiento relativamente fuerte. Esto ayuda a apoyar un crecimiento estable de la demanda interna de los productos básicos en el país. El menor precio del petróleo se trasladará a menores costos de producción de los cultivos, y esto, junto con los precios de los cultivos relativamente altos, debería estimular la producción agrícola.

Los granos secundarios¹³ son los cultivos más importantes del Perú en lo que se refiere a área cosechada con una participación en el área de 38 por ciento (Cuadro 2.2). Las raíces y tubérculos¹⁴ son el segundo grupo de cultivos cubriendo en promedio el 25 por ciento del área. El arroz es el tercer cultivo más importante con una cobertura del 21 por ciento del área. Los relativamente altos precios de arroz, algodón y azúcar durante el estudio estimulan la mayor participación de estos cultivos, pero comparado con los granos gruesos estos cultivos tienen una participación en la producción relativamente baja.

Las proyecciones de *Perspectivas* sobre las tendencias de la producción y el consumo se presentan en Figura 2.2. Las tendencias de la producción indican que, en general, caña de azúcar, arroz y algodón continuarán teniendo una pequeña participación en el sector agrícola. Por otro lado, los granos gruesos, arroz y raíces y tubérculos serán los cultivos más importantes en lo que se refiere a la producción. Con respecto al comercio, los granos gruesos y el trigo comprenden las mayores cantidades de importaciones netas del Perú. Las significativas ganancias en productividad y la expansión de las tierras arables para arroz y caña de azúcar generan grandes incrementos de la producción. Eventualmente Perú pasaría de ser un importador neto de estos productos a ser un exportador neto en 2018. El mayor gasto del Perú en alimentos es en aceites vegetales (28 por ciento) seguido por arroz y trigo, con 21 y 18 por ciento respectivamente. Sin embargo, con el crecimiento de los ingresos hay una participación creciente de los gastos alimentarios en productos lácteos y aceites vegetales encontrado en toda la *Perspectiva* y una menor participación en el gasto alimenticio en arroz, trigo y granos secundarios.

El Ministerio de Agricultura recientemente publicó información estadística sobre el comportamiento del sector agrícola del Perú en 2008. Estos valores de la producción agrícola (p. ej., producción total, área cosechada, y rendimientos) fueron usados para comparar con los datos de AGLINK-COSIMO para 2008, con el resultado de que la mayoría de los datos fueron muy cercanos. La mayoría de las diferencias pueden ser atribuidas a diferencias en rendimientos dado que los datos de la producción final determinarán los rendimientos finales para 2008 y pueden haber sido finalizados o

13 AGLINK-COSIMO incluye como granos secundarios maíz, sorgo, centeno, avena y cebada.

14 Las raíces y tubérculos comprenden yuca, ñame, batata.

revisados antes del proceso de *Perspectivas* iniciado a principios de 2009. Sin embargo, la principal discrepancia fue encontrada en la producción de aceite de palma y se sugiere que el Ministerio de Agricultura discuta el problema con al FAO. Si el modelo y *Perspectivas* usaron datos del Ministerio de Agricultura de Perú para la producción de aceite de palma, estos podrían eventualmente cambiar las proyecciones para este producto y para los mercados de los aceites vegetales en Perú.

2.3.1 GRANOS SECUNDARIOS

Desde en punto vista de la producción, se asume que el área total¹⁵ de granos secundarios se incrementa anualmente en 0,8 por ciento y los rendimientos se incrementan anualmente en 1,4 por ciento, lo cual aumenta la producción de granos secundarios de 366 MTM¹⁶ entre 2009 y 2018. Esto corresponde a un incremento anual de la producción a una tasa de 2,2 por ciento. La mayor parte del incremento de la producción resulta del incremento del área cosechada de granos secundarios. En el caso de Perú, maíz y sorgo están agregados en el modelo AGLINK-COSIMO bajo granos secundarios agregados.

En Perú, el gasto en granos secundarios representa en promedio 4,5 por ciento del gasto total en alimentos. El consumo o uso total se deriva en su mayor parte del consumo para raciones para animales con una parte relativamente menor para alimentos humanos. El uso total se incrementa en 700 000 TM en el período de la proyección del estudio causado básicamente por el uso para raciones (573 000 TM).

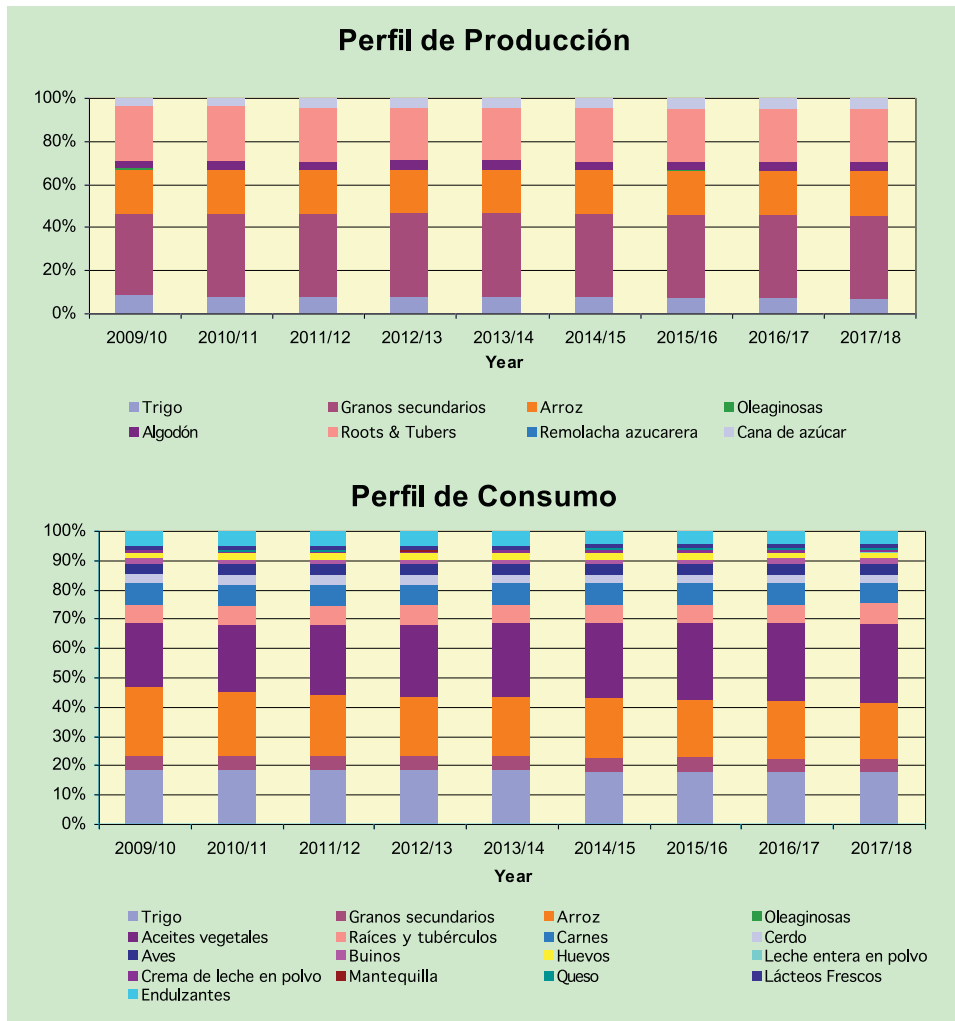
El consumo y la producción aumentan a una tasa anual de crecimiento de 2,2 por ciento pero el consumo parte de una base más alta y hay un incremento en las importaciones para satisfacer la demanda doméstica. Perú incrementará sus importaciones netas en 308 000 TM en el período 2009 a 2018.

15 Área significa área cosechada

16 MTM – mil toneladas métricas

Figura 2.2

Proyección de *Perspectivas* para Perú para los perfiles de producción y de consumo



Fuente: OECD-FAO 2008

2.3.2 RAÍCES Y TUBÉRCULOS

Las raíces y tubérculos son el segundo grupo más importante en Perú con un promedio de participación en el área cultivada del 25 por ciento. El total del área con raíces y tubérculos se incrementa en 9,5 por ciento en período de *Perspectivas*. Los rendimientos se incrementan marginalmente a una tasa de 0,4 por ciento anual. A través de todo el período de la proyección el abastecimiento doméstico es fluctuante, pero la producción general aumenta en 688 000 TM.

En el caso de Perú, raíces y tubérculos tienen la cuarta participación como alimentos con un promedio de participación en el presupuesto de 6,5 por ciento. El consumo total se incrementa en 871 000 TM causado principalmente por un mayor uso alimentario. El

consumo crece a una tasa mayor que la producción y hacia 2018 Perú deberá importar 183 000 TM más de raíces y tubérculos para satisfacer la demanda interna.

2.3.3 ARROZ

La producción de arroz tiene la tercera participación en el área de tierra cultivada en Perú. El área cosechada de arroz se incrementa a una tasa anual de 1,1 por ciento y los rendimientos crecen a razón de 1,2 por ciento. La proyección indica que la producción general se incrementará en 429 000 TM en 2018, lo que corresponde a una tasa anual de crecimiento de 2,4 por ciento.

El total del consumo de arroz es determinado solamente por el consumo alimentario ya que el arroz no es usado en las raciones para animales y el arroz roto no es considerado en las *Perspectivas*. El arroz tiene la segunda mayor participación en el presupuesto con un promedio de 21 por ciento. Se proyecta que el incremento de uso doméstico se incremente en 333 000 TM con una tasa anual de crecimiento de 1,8 por ciento. Debido a la mayor producción relacionada con el consumo, Perú actualmente pasa de ser un importador neto de arroz a ser un exportador neto. Las exportaciones netas varían de -49 500 TM en 2009 a 46 500 TM en 2018.

2.3.4 TRIGO

El área cosechada con trigo permanecerá relativamente estable o podría descender ligeramente durante el período de *Perspectivas* a una tasa anual de -0,2 por ciento. Esto es debido a que una parte del área cosechada es sustituida por arroz ya que sus precios se han incrementado en mayor grado que los del trigo. Sin embargo, se espera que los rendimientos se incrementen a una tasa de 1,2 por ciento anual durante el período de *Perspectivas* y que la producción se incremente ligeramente en 20 000 TM de 2009 a 2018.

La mayor parte del trigo es consumido como alimento humano y se proyecta su crecimiento a una tasa anual de 1,6 por ciento. Hay un ligero incremento en el uso de trigo en los piensos pero este parte de un nivel relativamente bajo. Del 2009 al 2018, el consumo de trigo se incrementa en 163 000 TM. El crecimiento del consumo sobrepasa netamente el incremento de la producción y Perú se convierte en gran importador de trigo a través de las *Perspectivas*, con un incremento neto de las importaciones de 284 000 TM en 2018. En el mismo año Perú debe importar un total de 1 884 000 TM de trigo para satisfacer la demanda interna.

2.3.5 CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y MELAZAS

A causa de los mayores precios del azúcar, se proyecta que el área cosechada se incremente a una tasa anual de 3,5 por ciento. Se espera que los rendimientos vayan de 124 t/ha en 2009 a 135 t/ha en 2018, lo que representa una tasa de crecimiento de 0,8 por ciento. La proyección indica un incremento general de la producción de 3 904 000 TM.

El uso de la caña de azúcar para obtener etanol aumenta en 305 por ciento entre 2009 y 2019 lo cual representa una tasa anual de crecimiento de 16,8 por ciento. El resto de la

producción de jugo de caña de azúcar puede ser usada para producir melazas y azúcar. Los precios relativos entonces determinan cuantas melazas y azúcar serán producidos. En el caso de Perú, la producción de azúcar representa aproximadamente el 71 por ciento y las melazas el 29 por ciento del jugo de la caña de azúcar.

El fuerte crecimiento de la producción de la caña de azúcar y los altos precios del azúcar causan directamente el incremento de la producción de 347 300 TM entre 2009 y 2018, lo que representa una tasa de crecimiento de 3,5 por ciento. La producción de melazas también se incrementa en 103 000 TM lo que significa una tasa de crecimiento de 2,6 por ciento.

Se proyecta que el consumo de azúcar en Perú se incremente anualmente en 2,1 por ciento lo cual representa un aumento de 224 000 TM. En el caso del uso de melazas para la producción de etanol comestible también se proyecta su incremento de 14 000 TM en 2009 a 103 000 TM en 2018. El consumo de melazas para uso de raciones para animales crece solamente a una tasa de 0,4 por ciento lo cual corresponde a un incremento de 110 000 TM durante el período de *Perspectivas*.

En términos generales, incluso con el fuerte incremento en el uso de la caña de azúcar para la producción de etanol, hay una suficiente expansión en la producción de caña de azúcar para superar el incremento de la demanda. Como resultado, el comercio neto de azúcar en Perú realmente varía de una posición de importador neto de 107 000 TM en 2009 a una posición de exportador neto de 7 000 TM en 2018. El comercio neto de las melazas varía de una situación exportadora ligeramente positiva a casi cero en 2018 lo que implica un equilibrio entre consumo y producción.

2.3.6 ACEITES VEGETALES

En Perú la mayoría de la producción de aceites vegetales es de palma aceitera ya que la producción de otras especies es muy limitada. Si bien la producción de aceite de palma crece a una tasa anual de 4,5 por ciento, en términos absolutos se incrementa en sólo 25 000 TM entre 2009-2018 ya que la producción es muy reducida. Sin embargo, este incremento representa un 40 por ciento de aumento en la producción de aceite vegetal y la producción interna alcanza a 89 000 TM. Existe una discrepancia entre el valor en las *Perspectivas* para la producción de aceite de palma de 24 000 TM y los datos reales de producción del Ministerio de Agricultura para 2008 que indican una producción de 246 000 TM.

El consumo total de aceites vegetales es tanto para su uso como alimento o para la producción de biodiesel. Los mayores ingresos y el aumento de la población generan un fuerte consumo de alimentos. Más aun, las normas gubernamentales sobre el biodiesel también incrementan el consumo de aceites vegetales. El consumo total se aumenta en 279 000 TM en 2018. Con relativamente menores incrementos en la producción, Perú aumenta las importaciones netas en 254 000 TM para un total de importaciones netas de 725 000 TM en 2018.

2.3.7 JATHROPA

El área de cosecha de *Jathropa* está proyectada para alcanzar 120 ha en 2018. Los rendimientos se espera que inicialmente sean de 4 t/ha para incrementarse a 4,6 t/ha en 2018. La producción total esperada es de 0,55 TM en 2018, pero considerando que es un nuevo cultivo comercial en el país las proyecciones deberían ser tomadas con precauciones. Toda la producción de *Jathropa* es usada para producción de biodiesel.

Cuadro 2.1

Información seleccionada sobre los principales productos agrícolas

Realce de Productos Agrícolas Básicos Principales 2008 vs 2018, kt 1000's toneladas													
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Growth rate	2018- 2009	% Change
Granos Secundarios													
Producción	1 655,9	1 701,9	1 776,4	1 849,8	1 908,2	1 955,4	1 997,5	2 016,5	2 016,4	2 021,6	2,2%	365,7	22,1%
Consumo	3 269,1	3 354,3	3 402,3	3 443,6	3 525,2	3 618,3	3 695,9	3 780,5	3 881,7	3 969,3	2,2%	700,2	21,4%
Balance Comercial	-1 627,9	-1 610,3	-1 645,9	-1 626,1	-1 662,1	-1 660,0	-1 704,9	-1 799,4	-1 853,6	-1 936,1	1,9%	-308,2	18,9%
Trigo													
Producción	196,0	197,5	201,3	204,9	207,3	209,0	210,4	211,9	213,9	215,9	1,1%	19,9	10,2%
Consumo	1 823,8	1 841,3	1 863,9	1 888,3	1 922,9	1 960,3	1 996,4	2 029,8	2 063,7	2 096,9	1,6%	273,1	15,0%
Balance Comercial	-1 721,0	-1 581,2	-1 644,4	-1 689,4	-1 728,0	-1 760,6	-1 785,4	-1 818,8	-1 854,6	-1 883,7	1,0%	-162,7	9,5%
Arroz													
Producción	1 811,2	1 856,1	1 889,5	1 933,4	1 989,5	2 047,8	2 092,6	2 132,3	2 181,6	2 237,1	2,4%	425,9	23,5%
Consumo	1 854,2	1 896,1	1 928,7	1 951,6	1 982,8	2 027,1	2 072,8	2 110,0	2 147,8	2 186,7	1,8%	332,5	17,9%
Balance Comercial	-49,5	-45,2	-32,7	-14,2	-4,1	6,3	17,2	27,5	30,6	46,5	-199,3%	96,0	-193,9%
Raíces y Tubérculos													
Producción	5 111,5	5 206,6	5 241,0	5 311,8	5 392,1	5 485,6	5 560,2	5 630,0	5 711,1	5 799,4	1,4%	687,9	13,5%
Consumo	5 452,7	5 573,8	5 651,9	5 738,7	5 831,1	5 935,8	6 030,7	6 123,9	6 222,4	6 323,8	1,7%	871,1	16,0%
Balance Comercial	-341,2	-367,2	-410,9	-426,9	-439,0	-450,2	-470,5	-493,9	-511,2	-524,4	4,9%	-183,2	53,7%
Azúcar													
Producción	958,7	1 002,2	1 032,4	1 075,7	1 123,2	1 148,2	1 163,9	1 199,8	1 252,9	1 306,0	3,5%	347,3	36,2%
Consumo	1 074,3	1 096,5	1 115,3	1 141,7	1 173,5	1 200,3	1 219,2	1 243,9	1 272,0	1 298,7	2,1%	224,4	20,9%
Balance Comercial	-107,4	-90,5	-82,7	-68,0	-52,9	-51,2	-52,9	-44,9	-20,7	7,4	-1 74,3%	114,8	-106,9%
Aceites Vegetales													
Producción	63,5	67,1	70,4	73,7	76,6	79,3	81,8	84,2	86,5	88,8	3,8%	25,3	39,8%
Consumo	535,3	547,1	599,1	622,8	652,7	684,3	715,5	746,4	781,2	814,1	4,8%	278,8	52,1%
Balance Comercial	-471,8	-480,0	-528,7	-549,1	-576,1	-605,1	-633,7	-662,2	-694,7	-725,4	4,9%	-253,6	53,7%

Fuente: OECD-FAO 2008

2.4 SITUACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE LÍQUIDOS EN PERÚ

Los datos usados para producir *Perspectivas* se tomaron de *LMC Internacional Starch and Fermentation 2008 Report*. Es posible que datos más precisos sobre la producción de biocombustibles líquidos en Perú puedan ser localizados en el Ministerio de Energía y Minas, Producción y Agricultura. Del mismo modo, es probable que las condiciones del mercado puedan haber cambiado a fines de 2008 y en 2009, lo cual puede haber causado diferencias substanciales en las proyecciones de *Perspectivas* y en la situación actual del

mercado. En esta sección, las proyecciones de *Perspectivas* para biocombustibles líquidos se discuten en primer lugar y posteriormente se hace referencia a las variaciones potenciales de las proyecciones según las condiciones existentes en el mercado.

Las *Perspectivas* indican una producción de etanol en Perú de 43,2 millones de litros en 2009 pero la producción se incrementa a una tasa de crecimiento promedio de 18 por ciento para alcanzar 192 millones de litros en 2018. La producción de biodiesel comienza en 124 millones de litros y aumenta a una tasa de 4,2 por ciento anual para alcanzar 180 millones de litros en 2018. Dentro de las *Perspectivas* casi toda la producción de biodiesel usa aceite vegetal tradicional (aceite de palma). Sólo una pequeña cantidad de biodiesel se produce de aceite de *Jathropa* que representa solamente el 0,2 por ciento de la producción de biodiesel en 2018; este mercado es aun considerado en desarrollo en el período de preparación de *Perspectivas*.

Cuadro 2.2

Producción de biocombustible líquidos en Perú (millones de litros)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Etanol	43,2	90,0	93,5	103,5	118,7	133,5	145,9	158,3	174,2	191,8
Biodiesel	123,6	119,6	152,9	156,7	160,2	164,1	168,0	171,9	175,8	179,6
Biocombustible (total)	166,8	209,6	246,4	260,2	279,0	297,6	313,9	330,2	350,0	371,4

Fuente: OECD-FAO 2008

Normalmente, la demanda de biocombustible es una función de los precios relativos de los combustibles fósiles (p. ej., gas y diesel) comparados con los precios del biocombustible y su energía neta respectiva. A través del período de las *Perspectivas* se espera que los precios del petróleo sean relativamente bajos. Sin embargo, el consumo de biocombustible es regido por las normas de las mezclas autorizadas por el gobierno y los bajos precios del petróleo no tendrán impacto sobre la demanda ya que el gobierno establece una norma de nivel mínimo de demanda para los biocombustibles líquidos. En el caso de Perú, las normas de las mezclas para el biodiesel establecen un dos por ciento comenzando en 2009; en 2011 se incrementa a cinco por ciento; para el etanol, iniciando en 2010, se establece en 7,8 por ciento en la gasolina. El consumo total de combustible, diesel y gasolina se espera que alcance a 4 716 millones de litros en 2018. Las participaciones respectivas de consumo de combustible son de 79 por ciento de diesel y 21 por ciento de gasolina. Esto implica que en 2018 Perú estará consumiendo aproximadamente 185 millones de litros de biodiesel y 89 millones de litros de etanol.

Las *Perspectivas* proyectan que la mayoría de la producción nacional de etanol es suficiente para satisfacer la demanda interna. Más aun, hay un exceso de producción de etanol que es exportado durante el período de las *Perspectivas*. La excepción es 2010 cuando las normas sobre las mezclas entran en vigencia y es posible que sea necesaria una pequeña importación para satisfacer el crecimiento de la demanda. Sin embargo, a largo plazo, las exportaciones netas de etanol alcanzan a 103 millones de litros en 2018. En el

caso del biodiesel, las *Perspectivas* proyectan una producción suficiente para satisfacer la norma del dos por ciento; además se prevén algunas exportaciones iniciales pero dado que la norma se incrementa a cinco por ciento en 2011, la producción de biodiesel no es capaz de satisfacer la demanda interna y Perú deberá importar el mismo. Las importaciones netas de biodiesel alcanzarán a 5,6 millones de litros en 2018.

Si bien las proyecciones de *Perspectivas* confiaron en la mejor información disponible en el momento de la preparación del trabajo, las informaciones recientes sobre el comercio del biodiesel en Perú indicaron que en 2009 el país estaba importando biodiesel. Esto no debería sorprender considerando que la producción de materia prima considerada en este modelo podría no haberse materializado como para satisfacer las normas de la mezcla en 2009. La producción de biodiesel en el Perú está ligada al mercado de los aceites vegetales por lo que puede ser difícil tener márgenes provechosos de producción ya el aceite vegetal es una materia prima costosa. Más aun, si bien puede haber problemas internos de producción de biodiesel a partir del aceite vegetal, este debe competir con las importaciones, especialmente con el biodiesel de los Estados Unidos de América donde los productores reciben un crédito impositivo de USD 1 por galón. Este puede ser un desafío para los productores peruanos para competir en el mercado nacional del biodiesel. En general, las proyecciones muestran que para satisfacer las normas de las mezclas, el país deberá importar biodiesel.

Cuadro 2.3

Abastecimiento y Proyección de Biocombustibles líquidos en Perú (millones de litros)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Etol										
Producción	43,2	90,0	93,5	103,5	118,7	133,5	145,9	158,3	174,2	191,8
Consumo	10,1	92,3	91,9	91,6	91,2	90,8	90,4	90,0	89,6	89,1
Balance comercial	33,1	-2,3	1,5	11,9	27,5	42,6	55,5	68,3	84,6	102,7
Biodiesel										
Producción	123,6	119,6	152,9	156,7	160,2	164,1	168,0	171,9	175,8	179,6
Consumo	59,1	60,7	155,7	159,7	163,8	168,0	172,2	176,5	180,8	185,2
Balance comercial	64,5	58,9	-2,8	-3,0	-3,6	-3,9	-4,2	-4,6	-5,1	-5,6

Fuente: OECD-FAO 2008

El consumo de biocombustibles líquidos puede ser regido tanto por las fuerzas normales del mercado tales como los precios relativos de los biocombustibles líquidos comparados con los combustibles fósiles tradicionales o por las políticas gubernamentales tales como las normas para las mezclas o el consumo. La producción de biocombustibles líquidos será determinada por la competitividad de la industria, que puede ser influenciada por los precios del biocombustible, los costos de los insumos y los potenciales subsidios del gobierno. Hay muchos factores que pueden influenciar la rentabilidad del biocombustible tales como precios de los combustibles, tasas, costos de la materia prima, costos de

procesamiento e ingresos de los subproductos. El modelo usa el precio de exportación de etanol de Brasil como referencia mundial del precio, ajustado para los costos de transporte. El precio del biodiesel en la Comunidad Europea es usado como precio de referencia mundial para el biodiesel. Una característica importante que es necesario recordar acerca de los precios de los biocombustibles líquidos es que en la ausencia de mandatos de consumo, los precios de los biocombustibles líquidos son determinados por su equivalente neto de energía en relación al gas y al diesel y el precio relativo del petróleo de los combustibles. En el caso del etanol, tiene aproximadamente el 67 por ciento de energía en comparación con la gasolina y el biodiesel y aproximadamente 89 por ciento de energía en comparación con el diesel. La rentabilidad de los biocombustibles líquidos se determina considerando el precio al mayorista del mismo y sustrayendo los costos netos de procesamiento y los costos de capital para la producción de biocombustible líquidos¹⁷. Es necesario notar que los márgenes de rentabilidad que se discuten más adelante usan esos precios y parámetros, lo cual podría no reflejar los precios de mercado actuales de los biocombustibles líquidos o de las materias primas o la tecnología actualmente empleada en el país; por lo tanto, el objetivo es presentar una revisión cualitativa y no cuantitativa.

2.4.1 COMPETITIVIDAD DEL ETANOL

Con los bajos precios del petróleo y los biocombustibles líquidos, asociados a precios relativamente altos del azúcar, la rentabilidad del etanol obtenido de la caña de azúcar podría ser afectada negativamente. La proyección de *Perspectivas* considera esta situación en 2009 para el Perú, la cual lleva a una rentabilidad negativa para la producción de etanol de caña de azúcar. Sin embargo, la rentabilidad del etanol también es un reflejo de la determinación del precio del etanol usado en el modelo. En 2010, cuando se proyecta que haya una ligera importación de etanol, cambia el vínculo de precio de la base de exportación a la base de importación y los precios del etanol se incrementan suficientemente como para hacer subir los márgenes de ganancias a cifras casi positivas. Esto indica que si bien inicialmente hay un margen estimado negativo de ganancia, incluso un cambio en la determinación del precio base de exportación¹⁸ o el techo del precio de importación capturado en el modelo, puede cambiar la rentabilidad en *Perspectivas*. Incluso una ligera proyección negativa en los márgenes de ganancias de la producción de etanol en las *Perspectivas* de la caña de azúcar podrían potencialmente indicar suficientes ganancias para justificar la inversión. Además, la información incorporada en

17 Los costos netos de procesamiento reflejan el costo real y de procesamiento de las materias primas del biocombustible (caña de azúcar o aceites vegetales) y su transformación en biocombustible, pero también toma en consideración los ingresos de los subproductos del proceso de producción. En el momento de desarrollar el modelo AGLINK-COSIMO los costos reales de producción de biocombustibles no existían en Perú y el acceso a esta información presentó dificultades. El modelo basa el costo de producción del etanol en el *LMC Internacional Starch and Fermentation Report* global y usó promedios industriales estándar para el biodiesel en lo que hace a los costos de procesamiento y los parámetros de conversión. Los precios de los biocombustibles en Perú son determinados, al igual que para otros productos, en el modelo y están ligados a los precios mundiales de los biocombustibles por medio de una ecuación de transmisión de precios.

18 El precio base exportación y el techo del precio de importación son términos para explicar que el impacto comprador de un pequeño país, si el país es exportador neto, el precio interno es determinado por el precio mundial menos los costos de transacción y transporte (precio base de exportación). Si el país es un importador neto, el precio doméstico es el precio mundial más los costos de transacción y transporte (techo del precio de importación).

Perspectivas, a partir de discusiones con expertos nacionales indicaron que la producción de etanol a partir de caña de azúcar generalmente se incrementaría. Esta asunción de la expansión de la caña de azúcar fue usada para empujar el modelo a producir etanol de caña de azúcar.

Otra consideración que debería ser tomada en consideración es que si Perú pudiera acceder al mercado de etanol de los Estados Unidos de América, entonces la rentabilidad de *Perspectivas* podría incrementarse en virtud de los altos precios del etanol en aquel país. Estados Unidos de América y Perú firmaron un acuerdo comercial (TLC – Tratado de Libre Comercio) que asegura un acceso preferencial al mercado estadounidense del etanol. Sin embargo, existe el riesgo de que otros países vecinos de América del Sur puedan también ganar un acceso preferencial a aquel mercado y que Perú tenga que incurrir en importantes costos de transporte para llegar a ese mercado.

2.4.2 COMPETITIVIDAD DEL BIODIESEL

El uso de aceites vegetales como materia prima para la producción de biodiesel en el modelo refleja el precio de los aceites vegetales que es usado en el caso de los aceites para consumo humano. Este precio sería análogo al de cualquier aceite vegetal que se produce a partir de palma aceitera, maíz o especies oleaginosas como soya, canola o girasol. El alto precio del aceite vegetal para uso alimentario como materia prima para biodiesel tiene un impacto directo sobre el costo de producción de biodiesel. En ese caso, *Perspectivas* indica que los márgenes de rentabilidad de la producción de biodiesel en Perú podrían ser negativos en todo el período de estudio de *Perspectivas*. El alto costo de los aceites vegetales para consumo humano ha llevado a que las refinerías busquen materias primas, incluyendo *Jathropa*, más económicas para la producción de biodiesel. Las proyecciones para la producción de *Jathropa* en Perú indican que es una especie que ofrece una materia prima de menor costo que los aceites vegetales tradicionales por lo que la rentabilidad del biodiesel obtenido de esta especie es positiva en los años considerados por *Perspectivas*. A largo plazo, la producción de biodiesel a partir de *Jathropa* es promisoría considerando que es una fuente de materia prima más económica que los aceites vegetales tradicionales; sin embargo, su capacidad para competir en gran escala industrial es aun dudosa.

Cuadro 2.4

Rentabilidad del Biocombustible Líquidos –Perú (Nuevos Soles/litro)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Etanol										
Caña de azúcar	-30,8	13,7	-13,2	-19,8	-14,4	-11,1	-11,9	-13,2	-8,8	-2,7
Melazas	-33,6	-18,3	-72,5	-83,8	-82,4	-81,0	-97,0	-105,5	-117,9	-118,8
Biodiesel										
Aceites vegetales	-152,1	-179,1	-84,9	-79,1	-70,8	-61,1	-51,6	-41,4	-29,8	-17,2
<i>Jathropa</i>	32,2	32,4	42,8	45,7	46,9	48,0	49,9	52,3	54,3	56,5

Fuente: OECD-FAO 2008

2.5 CONCLUSIONES

En cualquier país el desarrollo de los biocombustibles líquidos presenta desafíos y oportunidades. Es importante comprender la relación entre los biocombustibles líquidos y los mercados agrícolas y como estos podrían evolucionar bajo diferentes condiciones. Los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos están continuamente cambiando debido a problemas como las condiciones climáticas, enfermedades, volatilidad del precio del petróleo, en algunos casos, aun a causa de políticas gubernamentales. En el caso de Perú, este ejercicio demuestra que la demanda potencial de productos será dada por el ingreso proyectado y el crecimiento de la población y también que el abastecimiento potencial puede ser dado por la productividad de los rendimientos y el relativo retorno del cultivo. Los interesados pueden entonces analizar estas proyecciones y contemplar las indicaciones de los biocombustibles líquidos en sus mercados agrícolas.

Los puntos más importantes de las *Perspectivas* OECD-FAO indican que se espera que los precios de los productos agrícolas alcancen un nuevo techo en comparación con los resultados históricos. Los precios relativamente altos para el azúcar y el arroz favorece un fuerte crecimiento de la producción de estos cultivos en Perú.

- En el caso del arroz, el crecimiento de la producción sobrepasa a la demanda en 2014 y el país pasa a ser un exportador neto mientras anteriormente era un importador neto.
- En el caso del azúcar, donde la producción se incrementa más rápidamente que la demanda, Perú pasa a ser un exportador neto de azúcar en 2018.
- Para otros cultivos tales como los granos secundarios y trigo, las ganancias de la producción no se incrementan suficientemente como para satisfacer las futuras proyecciones de la demanda y el país incrementa sus importaciones netas. En lo que se refiere a los granos secundarios, la demanda de piensos es el principal contribuyente para el incremento del consumo y en 2018 Perú estará importando 308 000 TM más de granos secundarios. Con respecto a los mercados del trigo, la producción limitada junto con un moderado aumento de la demanda causa un aumento de las importaciones de aproximadamente 163 000 TM entre 2009 y 2018. Un fuerte crecimiento del ingreso en Perú se transmite en fuertes incrementos de la demanda de alimentos, especialmente de aceites vegetales, y al mismo tiempo un fuerte incremento en el uso de esos aceites para biodiesel. Esto causa, en último grado, un incremento considerable del consumo total de aceites vegetales. Hay un crecimiento limitado de la producción y, por lo tanto, Perú importará 254 000 TM más de aceites vegetales en 2018.

En general, las proyecciones muestran que los gastos en alimentos de dos o tres cultivos importantes (trigo y aceites vegetales), para satisfacer la demanda interna tendrán que depender más de las importaciones. Si bien hay un incremento de los volúmenes de exportación de azúcar y arroz, (partiendo de una situación de importación neta), las importaciones netas de cultivos por parte de Perú estarán aumentando.

- La implementación de las normas de mezclas de biocombustibles líquidos para el etanol y el biodiesel requieren que la producción de biocombustibles líquidos aumente significativamente a fin de satisfacer la demanda interna.
- A largo plazo, la producción de etanol a partir de la caña de azúcar se incrementa a una tasa anual de 17 por ciento. La producción de etanol de Perú sobrepasa la demanda interna y el país exporta etanol al mercado mundial.
- Los márgenes de rentabilidad del etanol obtenido de la caña de azúcar son ligeramente negativos pero esto podría ser el resultado de la sensibilidad de los precios de la relación específica entre los precios del mercado interno y los precios del mercado mundial expresados en el modelo.
- Para las normas de mezcla del biodiesel se prevé que la producción no satisfaga la demanda y, por lo tanto, Perú deberá importar biodiesel. El incremento de dos a cinco por ciento en las normas de mezclas en 2011 representa un incremento importante de la demanda de aproximadamente 95 millones de litros de biodiesel.
- No se espera que la rentabilidad del biodiesel sea alta ya que el uso de los aceites vegetales como materia prima representa un costo significativo y causa que los márgenes de las ganancias se reduzcan. Sin embargo, el aceite de *Jathropa* como materia prima parece ser promisorio ya que sus márgenes de producción son positivos pero la industria es inmadura y la producción es muy limitada.

En términos generales, el desarrollo de biocombustibles líquidos ha cambiado la relación entre energía y los mercados agrícolas. Existe actualmente una nueva relación de precios entre los cultivos, especialmente para aquellos que son materias primas para la producción de biocombustibles líquidos. Estas relaciones de precios continuarán cambiando a medida que evolucionan las políticas y se implementan las normas. *Perspectivas* ha tratado de capturar las políticas actuales sobre biocombustibles líquidos y ofrecer un cuadro de los mercados agrícolas y de biocombustibles líquidos. Si bien las recientes condiciones económicas han puesto cierta presión a rebajar en los precios de los productos agrícolas, es de esperar que éstos permanezcan a niveles más altos que los promedios históricos.

Se espera que la economía de Perú tenga un crecimiento moderado, lo cual puede contribuir a fortalecer la demanda interna. Sin embargo, con la excepción de azúcar y arroz, un fuerte incremento de la demanda asociado a un sólo moderado incremento de la producción, implica que *en los próximos años Perú podría, potencialmente, depender más de las importaciones*. En lo que se refiere a los biocombustibles líquidos, *Perspectivas* indica que *Perú tiene la oportunidad de ser un exportador de etanol* ya que es de esperar que la producción de caña de azúcar aumente significativamente. Sin embargo, *la introducción de las normas de biodiesel podrían representar un desafío ya que la producción de biodiesel usa aceites vegetales como materia prima que podrían tener márgenes de producción significativamente negativos*.

APÉNDICE 2

A

PROYECCIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN PERÚ

Cuadro 2A.1

Proyección de los principales cultivos en Perú

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Granos secundarios (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	1 655,95	1 701,90	1 776,41	1 849,82	1 908,15	1 955,38	1 997,53	2 016,49	2 016,39	2 021,65
Consumo	3 269,08	3 354,34	3 402,31	3 443,64	3 525,21	3 618,34	3 695,90	3 780,53	3 881,72	3 969,31
Balance Comercial	-1 627,89	-1 610,35	-1 645,86	-1 626,14	-1 662,08	-1 660,03	-1 704,88	-1 799,38	-1 853,63	-1 936,12
Precio	1 025,25	1 041,06	1 093,07	1 142,62	1 141,61	1 156,62	1 176,07	1 144,77	1 132,95	1 140,89
Trigo (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	196,00	197,49	201,27	204,95	207,31	2 08,96	210,38	211,91	213,90	215,91
Consumo	1 823,80	1 841,33	1 863,87	1 888,26	1 922,90	1 960,30	1 996,42	2 029,77	2 063,67	2 096,93
Balance Comercial	-1 721,00	-1 581,23	-1 644,37	-1 689,42	-1 727,96	-1 760,57	-1 785,44	-1 818,83	-1 854,63	-1 883,66
Precio	1 291,05	1 257,93	1 327,31	1 396,79	1 427,51	1 427,95	1 440,84	1 459,98	1 470,89	1 483,75
Arroz (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	1 811,22	1 856,09	1 889,48	1 933,37	1 989,52	2 047,82	2 092,58	2 132,30	2 181,61	2 237,10
Consumo	1 854,19	1 896,10	1 928,66	1 951,55	1 982,76	2 027,14	2 072,84	2 109,96	2 147,83	2 186,73
Balance Comercial	-49,51	-45,22	-32,70	-14,15	-4,08	6,27	17,21	27,52	30,55	46,51
Precio	1 608,23	1 345,31	1 274,53	1 252,36	1 290,31	1 266,43	1 243,82	1 249,53	1 254,20	1 258,13
Oleaginosas (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	3,10	3,06	3,15	3,32	3,51	3,67	3,84	4,04	4,26	4,48
Consumo	74,17	74,92	75,50	75,80	76,49	77,23	77,91	78,60	79,40	80,20
Balance Comercial	-71,07	-71,86	-72,35	-72,49	-72,98	-73,56	-74,07	-74,56	-75,14	-75,73
Precio	1 978,89	2 114,67	2 222,74	2 412,85	2 374,35	2 370,94	2 453,31	2 523,47	2 530,04	2 591,59
Raíces y tuberculos (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	5 111,51	5 206,63	5 240,97	5 311,75	5 392,09	5 485,58	5 560,22	5 630,02	5 711,13	5 799,38
Consumo	5 452,73	5 573,84	5 651,87	5 738,66	5 831,11	5 935,79	6 030,68	6 123,93	6 222,36	6 323,80
Balance Comercial	-341,21	-367,21	-410,90	-426,91	-439,02	-450,21	-470,46	-493,92	-511,24	-524,42
Precio	261,76	254,29	262,73	268,09	273,04	275,91	281,03	286,43	289,43	292,60

Aceite Vegetal (miles de toneladas, \$/t)										
Producción	5 111,51	5 206,63	5 240,97	5 311,75	5 392,09	5 485,58	5 560,22	5 630,02	5 711,13	5 799,38
Consumo	5 452,73	5 573,84	5 651,87	5 738,66	5 831,11	5 935,79	6 030,68	6 123,93	6 222,36	6 323,80
Balance Comercial	-341,21	-367,21	-410,90	-426,91	-439,02	-450,21	-470,46	-493,92	-511,24	-524,42
Precio	261,76	254,29	262,73	268,09	273,04	275,91	281,03	286,43	289,43	292,60
Azucar (thousand tonnes, \$/t)										
Producción	958,74	1 002,22	1 032,36	1 075,70	1 123,16	1 148,23	1 163,87	1 199,78	1 252,91	1 306,05
Consumo	1 074,26	1 096,52	1 115,32	1 141,75	1 173,49	1 200,31	1 219,22	1 243,87	1 271,96	1 298,67
Balance Comercial	-107,42	-90,48	-82,69	-68,01	-52,93	-51,22	-52,93	-44,89	-20,74	7,40
Precio	1 174,14	1 197,75	1 233,79	1 223,63	1 184,37	1 177,32	1 202,37	1 195,56	1 171,18	1 156,32
Etanol (millones de litros, \$/hl)										
Producción	43,23	89,98	93,50	103,50	118,74	133,48	145,94	158,30	174,20	191,82
Consumo	10,12	92,29	91,95	91,58	91,22	90,83	90,42	90,00	89,56	89,09
Balance Comercial	33,11	-2,31	1,55	11,92	27,52	42,64	55,52	68,30	84,64	102,72
Precio	101,43	153,26	127,95	120,34	121,59	123,29	126,02	124,18	126,78	131,72
Biodiesel (millones de litros, \$/hl)										
Producción	123,59	119,60	152,93	156,68	160,23	164,09	167,96	171,86	175,76	179,63
Consumo	59,10	60,73	155,73	159,73	163,83	168,00	172,21	176,49	180,83	185,23
Balance Comercial	64,50	58,87	-2,80	-3,05	-3,60	-3,91	-4,25	-4,64	-5,07	-5,61
Precio	354,32	361,04	467,87	497,83	510,72	521,72	541,39	565,98	586,90	609,77

*Precios en nuevos soles

APÉNDICE 2

B

ESPECIES CITADAS
EN PERSPECTIVAS

Nombre común	Nombre científico
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Algodón	<i>Gossypium spp.</i>
Avena	<i>Avena sativa</i>
Batata	<i>Ipomoea batatas</i>
Canola	<i>Brassica napus</i>
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>
Centeno	<i>Secale cereale</i>
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Ñame	<i>Dioscorea spp.</i>
Palma aceitera	<i>Elaeis oleifera</i>
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Piñón blanco	<i>Jathropa curcas</i>
Sorgo azucarado	<i>Sorghum saccharatum</i>
Soya	<i>Glycine max</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>

APTITUD DE TIERRAS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN PERÚ

Salomón Helfgott, Silvana Vargas, Ana Cecilia Gutiérrez
y Mirella Salvatore

3.1 RESUMEN

El objetivo de este análisis es evaluar la aptitud de tierras para la producción de cultivos para biocombustibles líquidos en Perú con énfasis en la identificación de oportunidades para cada uno de los ecosistemas: Costa, los Andes o Sierra y Cuenca del Amazonas o Selva. La evaluación tiene tres objetivos específicos: (I) describir los perfiles ecológicos y productivos de las áreas naturales en Perú con énfasis en su potencial para biocombustibles líquidos, (II) evaluar la aptitud de tierras para la producción de cultivos relacionados a los biocombustibles líquidos (caña de azúcar, sorgo, palma aceitera y *Jatropha*) y, (III) identificar los puntos más importantes del desarrollo rural relacionados con el desarrollo de los biocombustibles líquidos con particular énfasis en la agricultura en pequeñas explotaciones.

Los datos estadísticos de la agronomía de Perú indican que hay alrededor de 3,5 millones de hectáreas (casi más de un 3 por ciento del total del territorio) de cultivos anuales y perennes: 0,8 millones en la Costa, 2,2 en la Sierra y el resto en la Selva. Aproximadamente el 85 por ciento de las unidades agrícolas tienen menos de 10 hectáreas y 55 por ciento tienen de tres a cinco hectáreas. Los principales cultivos son: maíz, arroz, papa, café, frutas y cultivos hortícolas, cereales menores, leguminosas de grano y caña de azúcar. Los cultivos se realizan en tres áreas bien definidas: Costa, Sierra y Selva. Hay muchos climas y suelos en el gran número de áreas agroecológicas.

Los resultados del estudio indican que bajo condiciones de secano, en la Costa prácticamente no hay tierras disponibles para el desarrollo de cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Sin embargo, en base a la disponibilidad de infraestructura de agua para riego existente permite afirmar que existe un potencial de tierras eriazas, cercano a 200 000 hectáreas, ubicadas en zonas áridas situadas entre las regiones de Piura y Lima, que podrían destinarse a la implementación de cultivos de caña de azúcar y eventualmente piñon blanco para producir biocombustibles líquidos. Sin embargo, es necesario un análisis profundo del impacto de la disponibilidad de agua para verificar que este recurso existe.

Los resultados también indicaron que hay áreas muy adecuadas para la producción de caña de azúcar en la cuenca del Amazonas donde, sin embargo, en varias zonas el exceso de lluvias es una limitación para su cultivo. En el caso de la palma aceitera, los resultados indican que hay



zonas muy adecuadas para su cultivo en la cuenca amazónica (11 millones de hectáreas) y en la región andina (450 000 hectáreas). Del mismo modo, en el caso de *Jatropha*, los resultados indican que hay zonas muy adecuadas en la Selva (14 millones de hectáreas) y en la Sierra (740 000 hectáreas).

3.2 INTRODUCCIÓN

La población actual de Perú es de aproximadamente 28 millones de habitantes. Se estima que aumentará hasta 34 millones en 2020 y 40 millones en 2030. El aumento ocurrirá básicamente en los sectores urbanos. El número de personas en el sector rural será el mismo o disminuirá debido a las migraciones. Por lo tanto, los productores rurales tendrán que ser más eficientes para aumentar la producción de alimentos para ellos y para satisfacer la demanda urbana.

Alrededor del 65 por ciento de la población rural relacionada con la agricultura está viviendo bajo condiciones de pobreza y 25 por ciento bajo pobreza extrema. Gastan hasta el 60 por ciento de sus ingresos en alimentación.

La reducción real de la pobreza en el sector rural no ha sido significativa, especialmente en la Sierra, debido a la falta de acción gubernamental y debido a que no hay inversiones privadas. Esta situación ha creado frustración, especialmente entre la población más joven, la cual está migrando a las grandes ciudades. Sin embargo, si no hubiera habido migración, los índices de pobreza podrían haber sido aun más altos.

Una meta importante del desarrollo rural es el incremento del ingreso de los productores y el de las personas indirectamente vinculadas a la agricultura ya que representan aproximadamente el 40 por ciento de la población total del país. A largo plazo, la meta debe ser reducir la pobreza en el sector rural.

Las políticas nacionales deben ayudar a alcanzar la seguridad alimentaria debido a que la población nacional y mundial está aumentando muy rápido y ejercerá presión con relación al acceso a la alimentación y a la energía.

Se estima que en los próximos 20 años, el desarrollo rural puede contribuir a duplicar el ingreso *per capita* promedio de la población rural. El producto bruto interno y la agricultura y los productos agroindustriales pueden triplicarse y la producción forestal puede mostrar un aumento de 20 veces en el mismo período. Por lo tanto, es imperativo tener proyectos económicos y de políticas sociales bien diseñados.

Eventos inminentes relacionados al cambio climático urgen la identificación de estrategias de mitigación. En este contexto, la bioenergía es una alternativa prevista para reducir las emisiones de carbono. En particular, la biomasa podría ser usada para generación de calor y de electricidad y los biocombustibles líquidos para transporte. Por lo tanto, el papel de la bioenergía es crítico para incrementar la independencia energética y promover el desarrollo

rural sostenible. Como parte de esos esfuerzos, el Proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BSA) examina como el desarrollo de la bioenergía puede llegar a ser un instrumento para incrementar la productividad del sector agropecuario sin afectar la seguridad alimentaria. Este informe presenta los resultados de un análisis de aptitud de tierras y explora las oportunidades para el desarrollo rural.

El objetivo general de este análisis fue evaluar la aptitud de tierras para biocombustibles líquidos en Perú con énfasis en la identificación de oportunidades de cada ecosistema –Costa, Sierra y Selva.

3.3 AGRONOMÍA DE PERÚ

El área total de Perú puede ser dividida en tres áreas bien definidas: la Costa, la Sierra y la Selva. Hay muchos climas y suelos en el gran número de áreas agroecológicas. Por lo tanto, es posible encontrar una diversidad biológica muy importante. También permite el desarrollo de un gran número de especies agrícolas, forestales y animales nativas e introducidas.

Costa

La Costa de Perú es una faja angosta (30-200 km) de tierra, sin lluvia y con aproximadamente 3 000 km de longitud. Hay 56 ríos que nacen en los Andes y corren hacia el Océano Pacífico. Sin embargo, pocos de ellos tienen agua todo el año. Los volúmenes de agua más altos ocurren durante diciembre-marzo cuando gran parte del agua se pierde en el océano.

Se han sido construido grandes embalses (Poechos, San Lorenzo, Gallito Ciego, Tinajones), el agua de algunos ríos ha sido usada para regar áreas áridas, el agua subterránea ha sido bombeada y en algunos lugares han sido introducidas (Ica, La Libertad) nuevas técnicas de riego (riego por goteo) para desarrollar importantes cultivos de exportación (espárrago, palta, uva, etc.). La existencia de una gran red de riego permite el desarrollo de cultivos con altos rendimientos.

Un gran número de productores son concientes que la agricultura es una actividad económica que obedece a reglas y leyes económicas. El precio de un producto depende de la **relación oferta/demanda** y los costos de producción determinan si van a haber **ganancias**.

Un gran número de productores individuales y empresas agrícolas exportadoras usan tecnología avanzada, están altamente capitalizadas, tienen acceso al crédito y una productividad muy alta. En muchos casos, el dinero que es invertido en la agricultura es generado en otros sectores económicos. Hay más de 50 000 ha plantadas con cultivos de exportación tales como espárragos y frutales (mango, palta, uvas, citrus) y cultivos hortícolas. Los mercados para estos productos que encuentran ventanas de oportunidad pueden encontrar competidores de otros países. Por lo tanto, tienen que mejorar su eficiencia productiva para mantener e incrementar sus posiciones en los mercados externos.

También hay mejoramientos importantes en el sector de la caña de azúcar desde 1996 cuando las empresas cambiaron de cooperativas a sociedades anónimas. Es posible encontrar ejemplos de agricultura avanzada en áreas sembradas con maíz amarillo y arroz, que usan nuevos híbridos y variedades y que, por lo tanto, tienen incrementos significativos en sus rendimientos.

También hay pequeños productores con menos de cinco hectáreas que fueron asignadas por la reforma agraria. Sin embargo, las ganancias no son satisfactorias en maíz, algodón, porotos y varios cultivos hortícolas, debido a la falta de capital y de adecuados conocimientos técnicos y económicos. Generalmente, arriendan o venden su tierra.

Sierra

Es una zona montañosa con algunos picos muy altos (más de 6 000 msnm) y valles interandinos (2 000 - 3 800 msnm). La agricultura tiene lugar bajo condiciones de riego y de secano en los valles, incluyendo las pendientes orientales de los Andes («*ceja de selva*») que descienden sobre las planicies amazónicas. Las áreas que se cultivan solo bajo condiciones de secano están localizadas en pendientes montañosas con altos gradientes y en planicies con pasturas naturales (3 500 msnm) que dan apoyo a una gran población de ovinos y camélidos. En algunas regiones (Puno, Apurímac, Huancavelica), las pasturas naturales pueden abarcar más del 50 por ciento de sus territorios.

Vásquez (1997) indicó que las cuencas andinas están siendo deforestadas y sobrepastoreadas y que los recursos naturales no están siendo cuidados adecuadamente. Estas áreas han sido olvidadas y marginadas durante siglos, desde la llegada de los conquistadores españoles. Por lo tanto, el sector público y privado debe participar activamente para revertir esta situación.

Las condiciones climáticas (heladas y precipitación irregular), la topografía dificultosa que no permite la existencia de suficiente tierra agrícola, la división de la propiedad y otros factores socioeconómicos, determinan la práctica de una agricultura tradicional de baja productividad.

En muchas áreas, los rendimientos económicos son tan bajos que los productores no son competitivos y por lo tanto producen para su propio consumo y llevan algunos de sus productos al mercado local para intercambiar. También buscan empleos que les proporcionen un ingreso adicional. Los productores son usualmente personas de más de 50 años, la mayoría son analfabetos o tienen solo hasta sexto grado de educación. Las condiciones de trabajo y de vida son generalmente muy pobres.

Selva

Abarca casi el 60 por ciento de la tierra del país. Los ríos que fluyen hacia la cuenca del Amazonas tienen grandes cantidades de agua, profundidad variable, pueden admitir navegación de barcos y recorrer largas distancias con bajo gradiente en las planicies amazónicas. En las planicies cuando desciende el nivel del agua se producen cultivos anuales. En las partes altas (por ejemplo, Tarapoto), el potencial de la agricultura y la ganadería bovina es muy importante.

Por otro lado, la explotación forestal es muy pobre a pesar de ser considerada una de las áreas del mundo con más bosques.

3.3.1 AGRICULTURA

Los datos estadísticos (Ministerio de Agricultura 2008), indican que Perú tiene solo alrededor de 3,5 millones de hectáreas (casi más del tres por ciento del total del territorio) con cultivos anuales y permanentes: 0,8 millones en la Costa, 2,2 en la Sierra y el resto en la Selva. Aproximadamente el 85 por ciento de las unidades agrícolas tienen menos de 10 hectáreas y 55 por ciento tienen de tras a cinco hectáreas. Los principales cultivos se muestran en el Cuadro 3.1.

Costa

Los principales cultivos en los valles son: maíz amarillo, arroz, caña de azúcar, frutales y cultivos hortícolas, leguminosas de grano, algodón y yuca. Todos los cultivos, excepto caña de azúcar, son cultivados por productores pequeños (1-5 ha) o medianos (6-100 ha). Helfgott (1997) informó que aproximadamente un 70 por ciento del área de caña de azúcar se cultiva en 11 grandes plantaciones que producen azúcar principalmente para el mercado local. El resto del área del caña de azúcar pertenece a pequeños (1-20 ha) y medianos (21-100 ha) productores, aunque hay unos pocos productores grandes (101-1 000 ha).

Además, en las zonas áridas, el riego por goteo permite el desarrollo de cultivos de exportación como espárrago (25 000 ha), palta (8 000 ha), uvas (5 000 ha) y pimienta (3 000 ha). Estas áreas pertenecen a empresas medianas y grandes.

El mal manejo del agua y errores en el diseño de los proyectos de riego han creado serios problemas de drenaje y salinización en casi el 30 por ciento de la tierra agrícola en las partes bajas de los valles. La sedimentación en los embalses es cada vez más importante y en algunas áreas, como en Poecho, el volumen actual de agua es cerca de la mitad del volumen inicial.

Cuadro 3.1

Principales cultivos en Perú

Cultivo	Área (ha)	Región
Maíz amarillo	300 000	Costa, Sierra, Selva
Maíz amiláceo	250 000	Costa, Sierra
Arroz	350 000	Costa, Selva
Papa	250 000	Sierra
Cultivos hortícolas	250 000	Costa, Sierra
Frutales (alrededor de 20 especies, principalmente banano con más de 100 000 ha)	240 000	Costa, Sierra, Selva
Café	300 000	Selva
Trigo y cebada	200 000	Sierra
Leguminosas de grano (porotos, habas, arvejas)	170 000	Costa, Sierra

Cuadro 3.1 continúa

Cultivo	Área (ha)	Región
Caña de azúcar	100 000	Costa
Mandioca	70 000	Costa, Selva
Cacao	60 000	Selva
Algodón	50 000	Costa
Palma aceitera	50 000	Selva

Sierra

Los principales cultivos son papas, maíz amiláceo, trigo y cebada, leguminosas de grano, frutales y hortalizas. La mayoría de los productores tienen áreas pequeñas y medianas (hasta 1 ha) y medianas (2-50 ha). Se estima que hay más de medio millón de productores de papa en aproximadamente 240 000 hectáreas que son plantadas con este cultivo.

La topografía difícil limita la tierra agrícola. Otras limitaciones son la incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de agua y las bajas temperaturas y condiciones de heladas así como la excesiva división de la tierra. La interacción de estos factores a los que se agregan diferentes factores socioeconómicos no permiten inversiones adecuadas en la agricultura, la cual tiene lugar con bajos niveles de insumos y que a su vez resulta en baja productividad y rentabilidad.

Selva

Los principales cultivos son café, cacao, banano y yuca. Estos cultivos son producidos principalmente por pequeños y medianos productores. Por ejemplo, el 90 por ciento de las 300 000 ha de café (Junín, Cuzco, San Martín, Amazonas) pertenece a pequeños productores (0,5-10 ha). Aproximadamente 150 000 familias cultivan café y un tercio de ellas están asociadas. Aproximadamente, dos millones de personas dependen, directa o indirectamente, de este cultivo que produce granos de muy buena calidad. Recientemente, hay un auge del café orgánico que tiene excelente aceptación en los mercados mundiales.

Alrededor del 70 por ciento de las 60 000 ha de cacao (Cusco, Junín, Ayacucho) pertenecen a pequeños productores (menos de 10 ha), 19 por ciento tienen 11-20 ha y 11 por ciento tienen más de 20 ha. Hay una sola empresa que está localizada en San Martín que cultiva 1 000 ha con alto nivel de insumos, bajo un sistema agrícola conservacionista.

La palma aceitera es muy importante. Hay cerca de 20 000 ha (San Martín, Ucayali, Loreto). La mayor parte del área está localizada en Tocache (San Martín) y pertenece a una empresa (Palmas del Espino) que usa altos niveles de insumos bajo un sistema agrícola conservacionista.

Hay tres aspectos negativos que son evidentes en esta región: altos costos de transporte debido a la falta de rutas adecuadas, deforestación, agricultura itinerante y producción de cultivos ilícitos. Además, actividades narcoterroristas están aún presentes en algunas áreas.

3.4 LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE TIERRAS (EAT): LA METODOLOGÍA

En la Figura 3.1 se puede apreciar que el marco metodológico EAT tiene dos dimensiones fundamentales: (1) la evaluación de aptitud, basada principalmente en la Zonificación Agro-Ecológica (ZAE), desarrollada por la FAO desde 1978 y (2) la identificación de la disponibilidad de tierra para la producción de bioenergía y las áreas en que puede haber competencia entre los alimentos y las materias primas. Los detalles sobre la metodología y su aplicación en Perú se presentan en el Capítulo III del Compendio Técnico Volumen II.

Dentro de la primera dimensión, la metodología es usada para evaluar la aptitud de la tierra, definida como la capacidad de un lugar específico para producir un cultivo determinado, en base a las condiciones agro-climáticas y de suelos. El análisis requiere:

- Definición de los Tipos de Uso de Tierras (TUT)
- Inventario de Recursos de Tierras
- Formulación de los Criterios de Evaluación de la Aptitud.

La segunda dimensión se enfoca en la determinación de áreas aptas que están actualmente disponibles para el uso y, por lo tanto, para la producción de cultivos para bioenergía. De hecho, no todas las tierras aptas para producción de cultivos para bioenergía pueden estar disponibles para su uso. Algunas de las tierras disponibles podrían ser usadas por poblaciones humanas o cubiertas por bosques protegidos o para la producción de alimentos. A través de esta segunda parte del análisis se identifican las áreas con potencial ambiental, producción de alimentos u otros conflictos. Es necesario notar que pueden ser agregadas zonas donde se niega el acceso, según los objetivos de quienes diseñan las líneas políticas. Aquí se presenta un conjunto de elementos específicos pero en un análisis posterior podrían ser incorporadas más consideraciones particulares, por ejemplo, considerar áreas de pastoreo como áreas de exclusión. Quienes diseñan las políticas necesitan examinar los objetivos políticos que deben ser priorizados.

En el caso de Perú, el análisis de EAT se realizó para tres cultivos: Caña de Azúcar, Palma Aceitera y Piñón Blanco (*Jatropha*). En el primero caso el análisis se realizó bajo riego y los últimos dos a condiciones de secano.

Los TUT se definen como la combinación de cultivos, el sistema de gestión agrícola y los insumos utilizados para la producción de cada cultivo. Para el caso de Perú, los tipos de producción evaluados para cada cultivo se presentan en la Cuadro 3.2.

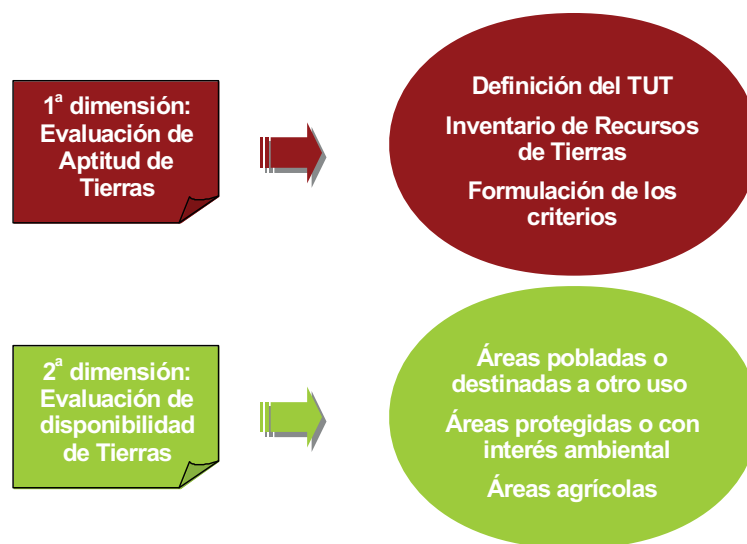
Cuadro 3.2

Configuraciones de Producción Agrícola

Cultivo	TUT	Rendimientos Máximos Alcanzables
Cana de Azúcar	Labranza, altos insumos	140 ton/ha-cosecha
Palma Aceitera	Conservación de agricultura, altos insumos	25 ton/ha-cosecha
Piñón Blanco	Conservación de agricultura, altos insumos	8-12 ton/ha-cosecha

Después de la definición de TUT, los próximos pasos implican el inventario de sus necesidades con respecto al clima, el suelo y a las condiciones de forma del terreno necesarios como componentes de los requerimientos de los cultivos para el sistema de gestión. Estos inventarios son la base de una evaluación secuencial de aptitud climática, edáfica y adecuación de cálculo del rendimiento potencial. En la metodología EAT, estos requerimientos se indican como Criterios de Evaluación de Aptitud y son especificaciones del TUT. Para más detalles, ver Capítulo 3 del Compendio Técnico Volumen II.

Figura 3.1

Marco metodológico

3.5 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de aptitud de tierras y se discuten los resultados principales en términos de implicancias sobre desarrollo rural y agricultura en el Perú. Los resultados de la EAT se presentan en formato mapas los cuales ilustran la aptitud de tierras para cada cultivo, en base al índice de aptitud (Cuadro 3.3). El índice clasifica, en términos porcentuales, la capacidad de un lugar específico para llegar a los rendimientos máximos alcanzables (presentados en el Cuadro 3.2). Asimismo, los resultados también se resumen en base a la disponibilidad de tierras tanto en mapas como en cuadros donde los resultados están agregados por región geográfica (costa, sierra y selva)¹⁸ para cada uno de los índices de idoneidad.

Cuadro 3.3.

Índice de Aptitud

Índice de Idoneidad	Rendimientos alcanzables (rango %)
Muy apto	80 - 100
Apto	60 - 80
Moderadamente apto	40 - 60
Marginalmente apto	20 - 40
Muy marginalmente apto	> 0 - 20
No apto	0

3.5.1 CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es un monocultivo sembrado en su totalidad bajo riego por surcos en la costa de Perú para obtener azúcar. Es un sistema basado en el laboreo con alto nivel de insumos: prácticas de manejo intensivas en capital; uso de cultivares modernos muy productivos y adaptados; mecanización completa con laboreo intensivo basado en arado y altos niveles de agroquímicos. El ciclo de cultivo oscila entre 390-420 días y es posible tener una planta de caña y 3-6 renuevos, antes de que se haga un nuevo laboreo, luego de aproximadamente 7-10 años de la preparación inicial de la tierra y la plantación.

Cerca del 70-75 por ciento del área de caña de azúcar está concentrada en 11 plantaciones muy grandes que contratan a más de 30 000 personas. La mayor parte del área adicional es cultivada por numerosos pequeños productores (1-10 ha) y algunos medianos productores (21-100 ha) que procesan su caña en las fábricas de las plantaciones grandes. Además, un gran número de personas en muchos pueblos y ciudades están involucradas en negocios con esta agroindustria.

18 Bajo la región costa se consideraron las siguientes regiones: Ancash, Arequipa, Ica, Lambayeque, La Libertad, Lima, Moquegua, Piura, Tacna y Tumbes. Bajo la región sierra se consideraron las siguientes regiones: Cajamarca, Cusco, Huanuco, Junín, Pasco y Puno. Bajo la región selva se consideraron las siguientes regiones: Amazonas, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali.

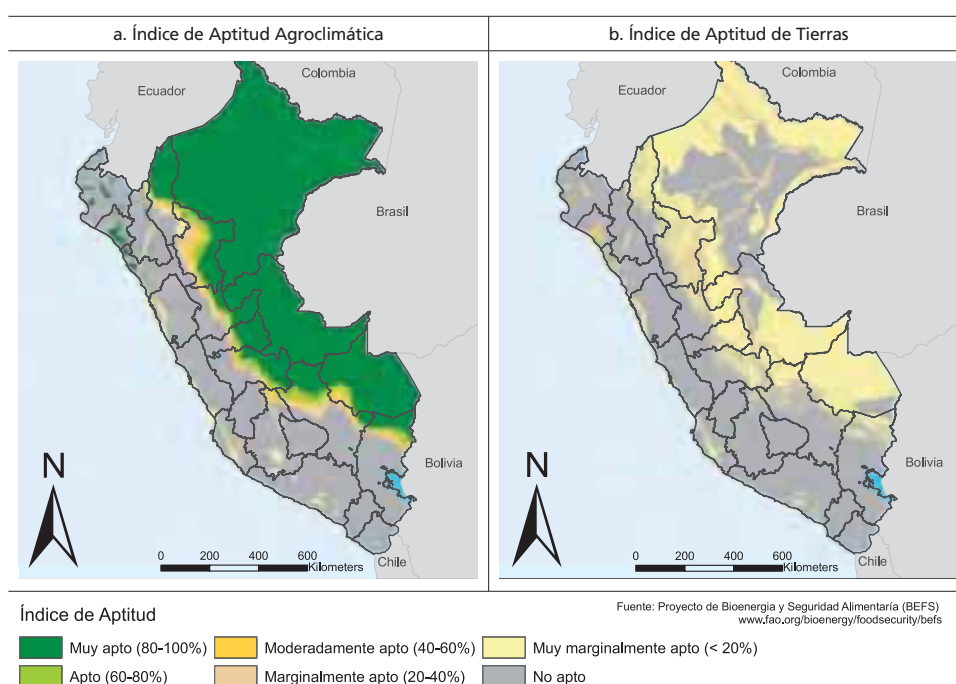
Hay un gran potencial para expandir la frontera agrícola en las tierras áridas de la Costa, con riego por goteo y en los valles tradicionales. La caña de azúcar puede ser cultivada en grandes plantaciones o por pequeños y medianos productores para obtener alcohol anhidro para satisfacer la demanda interna y para exportar.

Se estima que alrededor de 10 000 ha son cultivadas bajo condiciones de secano por pequeños productores en algunos valles interandinos (1 800-2 300 msnm) y en algunas áreas de la cuenca del Amazonas. Usan cultivares muy antiguos y baja tecnología y por lo tanto los rendimientos son muy bajos (menos de 50 t/ha/año). La caña es cosechada a mano a lo largo de todo el año. El jugo es extraído con implementos muy rústicos para obtener alcohol (para bebidas), melazas líquidas y sólidas y miel. Hay buenas oportunidades para expandir la frontera agrícola en la cuenca del Amazonas (tierra deforestada) para obtener alcohol anhidro. El cultivo podría ser llevado a cabo en grandes plantaciones o por pequeños y medianos productores.

En las Figuras 3.2a y 3.2b se presentan los resultados sobre área total correspondiente a caña de azúcar con labranza y altos insumos.

Figura 3.2

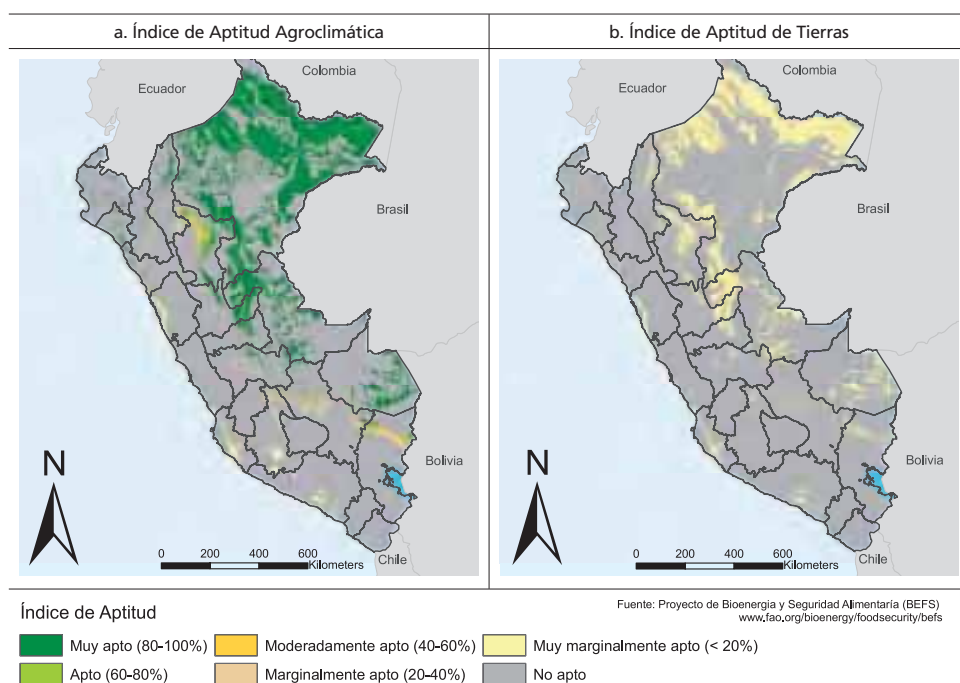
Caña de azúcar: labranza con altos insumos. Área total



En las Figuras 3.3a y 3.3b se presentan los resultados sobre área disponible correspondiente a caña de azúcar con labranza y altos insumos y en el Cuadro 3.4 los valores correspondientes a las áreas disponibles en cada una de las tres regiones geográficas.

Figura 3.3

Caña de azúcar: labranza con altos insumos considerando infraestructura de irrigación existente. Área disponible



En la Tabla 3.4 se puede observar que, de acuerdo al análisis, en la selva habrían alrededor de 4,7 millones de hectáreas muy aptas para el cultivo de caña de azúcar, 400,000 ha aptas, unas 190 000 ha serían moderadamente aptas, algo más de 80 000 ha marginalmente aptas, 160,000 ha muy marginalmente aptas y el resto (más de 51 millones de ha) se consideran como no aptas. Sin embargo, se debe considerar que en varias zonas, el exceso de lluvias puede limitar el desarrollo de este cultivo. En la sierra, solamente cerca de 446 000 ha serían muy aptas, 250,000 ha aptas, unas 104 000 ha aptas, 70,000 ha moderadamente aptas, casi 130,000 ha marginalmente y el resto (más de 34 millones de ha) no son aptas. En la costa, bajo condiciones de secano, no existen áreas disponibles, pero cuando se consideró la infraestructura de riego existente, se estimó que algo más de 200,000 ha serían muy aptas, 70,000 ha aptas, unas 59 000 moderadamente aptas y aproximadamente 41 000 ha serían marginalmente aptas. El resto (más de 25 millones de ha) se consideran como no aptas.

Cuadro 3.4

Área disponible (ha) para caña de azúcar por región geográfica e índice de aptitud considerando infraestructura de riego existente

Región	Muy adecuada	Adecuada	Moderadamente apta	Marginalmente apta	Muy marginalmente apta	No apta
Selva	4 731 646	387 250	190 430	83 152	158 257	51 410 751
Sierra	446 158	252 476	104 270	70 224	128 995	34 840 981
Costa	219 897	69 584	59 173	41 539	39 808	25 566 330

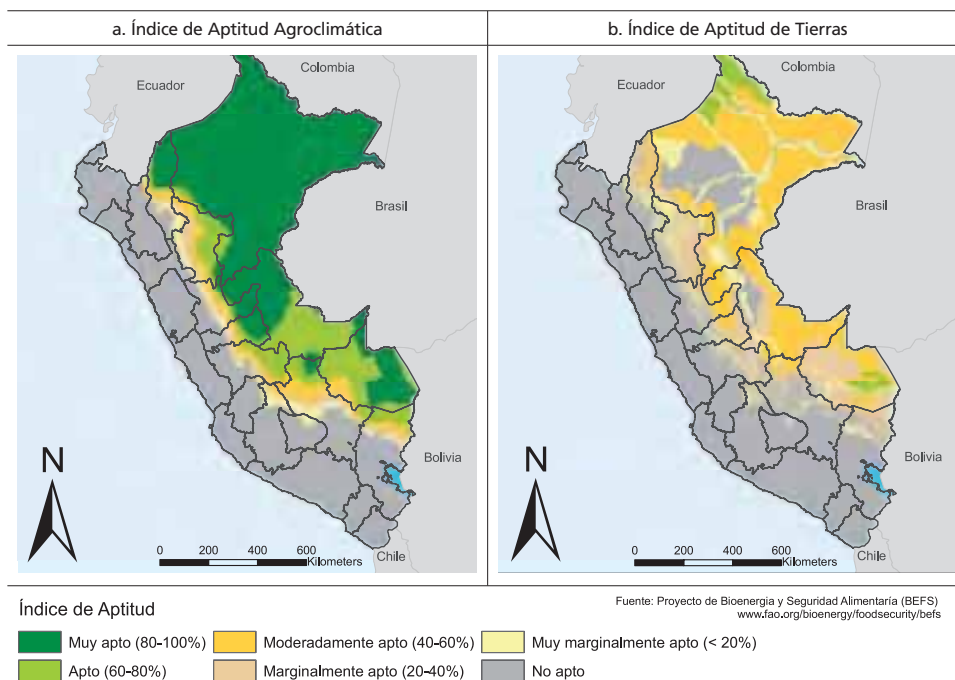
3.5.2 PALMA ACEITERA

Este cultivo se realiza exitosamente en aproximadamente 20 000 ha en la cuenca del Amazonas en solo dos grandes plantaciones, bajo un sistema agrícola conservacionista con alto nivel de insumos pero protegiendo el ecosistema. Utilizan los cultivares modernos más productivos y adaptados y una mecanización completa. Sin embargo, no hay laboreo y una cobertura permanente del suelo con materia orgánica está siempre presente. Esta es la principal razón por la cual el análisis fue hecho bajo la asunción de la agricultura de conservación como sistema de producción. Se utilizan niveles óptimos de agroquímicos. Los rendimientos son buenos, el precio del producto es competitivamente bajo y las ganancias son altas.

En las Figuras 3.4a y 3.4b se presentan los resultados sobre área total correspondiente a palma aceitera con agricultura de conservación y altos insumos.

Cuadro 3.4

Palma aceitera: agricultura de conservación con altos insumos. Área total



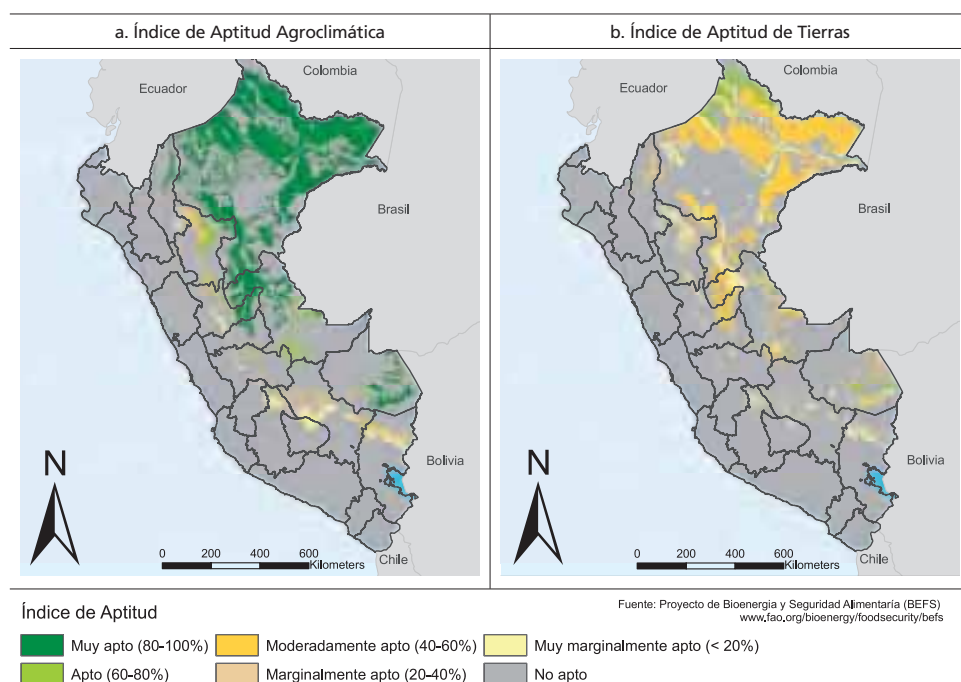
En las Figuras 3.5a y 3.5b se presentan los resultados sobre área disponible correspondiente a palma aceitera con agricultura de conservación y altos insumos y en el Cuadro 3.5 los valores correspondientes a las áreas disponibles en cada una de las tres regiones geográficas.

En el Cuadro 3.5 se puede observar que, de acuerdo al análisis, la Selva presenta más de 10 millones de hectáreas muy aptas para el cultivo de palma aceitera, un millón de hectáreas

serían aptas, 210 000 hectáreas moderadamente aptas, 350 000 hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 14 millones de hectáreas) se consideran como no aptas. En la Sierra, solamente 450 000 hectáreas serían muy aptas, unas 220 000 hectáreas aptas o moderadamente aptas, casi 1 millón de hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 19 millones de hectáreas) no son aptas. En la Costa, bajo condiciones de secano, prácticamente no existen áreas disponibles.

Figura 3.5

Palma aceitera: agricultura de conservación con altos insumos. Área disponible



Cuadro 3.5

Área disponible (ha) para palma aceitera por región geográfica e índice de aptitud

Región	Muy adecuada	Adecuada	Moderadamente apta	Marginalmente apta	Muy marginalmente apta	No apta
Selva	10 231 546	1 011 420	210 104	173 821	170 340	13 819 074
Sierra	448 120	112 760	111 307	163 887	803 213	19 084 537
Costa	-	-	-	-	1 859	20 144 746

3.5.3 PIÑÓN BLANCO

Tradicionalmente, este cultivo se siembra en pequeñas parcelas y como cerco vivo. Recientemente, se han instalado algunos ensayos en diversas localidades del país, principalmente en la Costa Norte y Central y en el Nororiente (San Martín). Los primeros resultados indican rendimientos de 3-4/ton/año. Se requiere mucha mano de obra para la

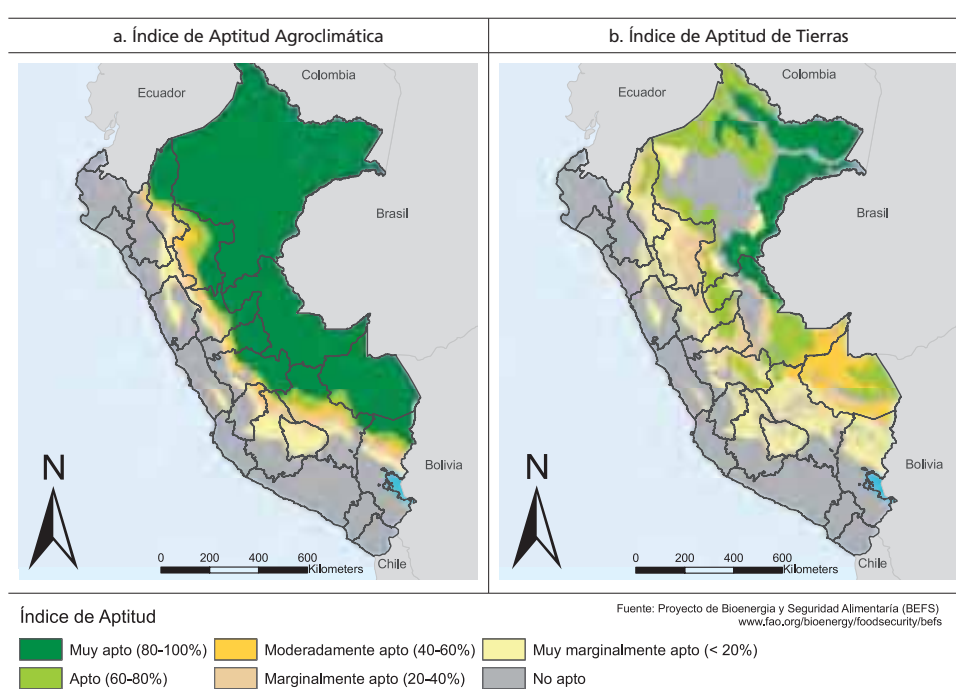
cosecha ya que los frutos son altamente dehiscentes y caen al madurar. Por lo tanto, es necesario considerar la mecanización de esta labor.

Siendo un cultivo bastante rústico, las áreas marginales de la Costa (áridas y salinas) podrían ser sembradas con este cultivo. En la Selva podría ocupar áreas degradadas. Las posibilidades en la Sierra son menores.

En las Figuras 3.6a y 3.6b se presentan los resultados sobre área total correspondiente a piñón blanco con agricultura de conservación y bajos insumos.

Figura 3.6

Piñón blanco: agricultura de conservación con bajos insumos. Área total



En las Figuras 3.7a y 3.7b se presentan los resultados sobre área disponible correspondiente a piñón blanco con agricultura de conservación y bajos insumos y en el Cuadro 6 los valores correspondientes a las áreas disponibles en cada una de las tres regiones geográficas.

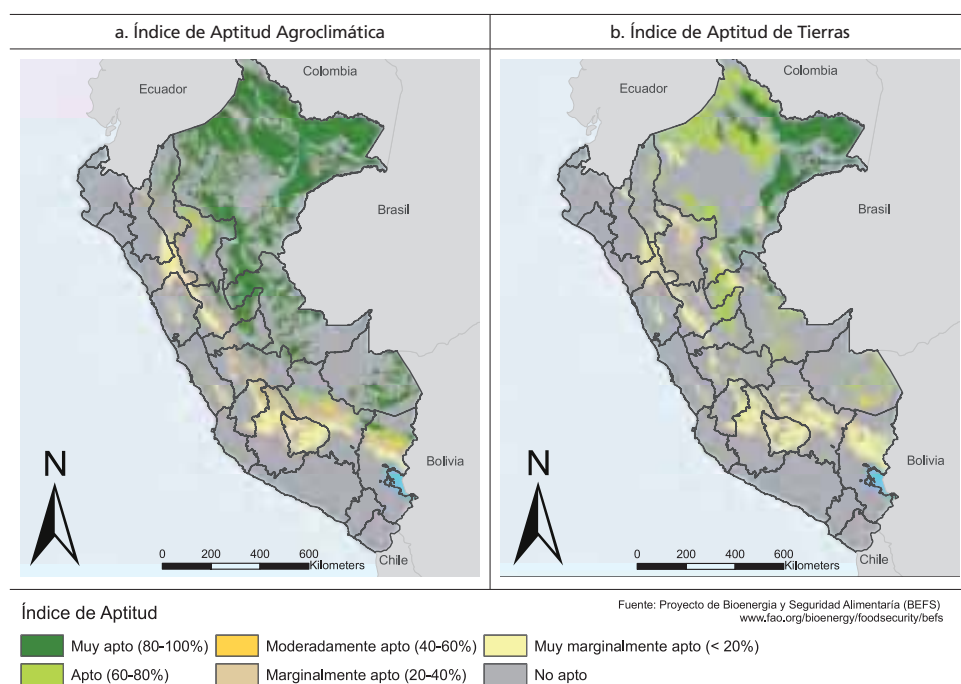
En la Cuadro 3.6 se puede observar que, de acuerdo al análisis, la Selva es una región muy apta para el cultivo de piñón blanco ya que presenta casi 15 millones de hectáreas muy aptas, 500 000 hectáreas serían aptas, 60 000 hectáreas moderadamente aptas,

120 000 hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 10 millones de hectáreas) se consideran como no aptas. En la Sierra, unas 850 000 hectáreas serían muy aptas o aptas, 100 000 hectáreas moderadamente aptas, 800 000 hectáreas marginalmente o muy marginalmente aptas y el resto (cerca de 19 millones de hectáreas)

no son aptas. En la Costa, bajo condiciones de secano, muy pocas áreas serían disponibles: algo más de 200 000 hectáreas pero marginalmente o muy marginalmente aptas.

Figura 3.7

Piñón blanco: agricultura de conservación con bajos insumos. Área disponible



Cuadro 3.6

Área disponible (ha) para cultivo de piñón blanco por región e índice de aptitud

Región	Muy adecuada	Adecuada	Moderadamente apta	Marginalmente apta	Muy marginalmente apta	No apta
Selva	14 992 409	538 997	59 544	51 170	70 385	9 903 800
Sierra	742 569	102 222	96 497	209 569	598 153	18 974 811
Costa	0	0	625	15 821	201 482	19 928 657

3.5.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El proyecto BEFS ha permitido la generación de una base armonizada de datos cartográficos a partir de la recolección y validación de información de distintos sectores. Esta base de datos será de gran ayuda para la planificación/ejecución/supervisión de los distintos proyectos sociales que se vienen realizando en los programas de la FAO. La valiosa información obtenida ayudará a determinar la ubicación adecuada de las zonas de intervención (cuencas, valles, microcuencas, sectores, regiones, etc.) de los distintos proyectos a formular y ejecutar, evitando el mal uso de recursos (tiempo y dinero) para generar una información ya existente.

Se ha logrado determinar la disponibilidad actual de tierras aptas que se pueden utilizar para cultivos bioenergéticos, habiéndose diseñado la herramienta *Land Suitability Assessment*, elaborada bajo el sistema de información geográfica. Esta herramienta no sólo ayuda a efectuar un análisis de identificación de áreas potenciales para los cultivos de biocombustibles líquidos, sino, que nos permite hacer un análisis para todo tipo de cultivos ya que la herramienta nace a partir de premisas agroecológicas.

El correcto uso de la base de datos y de la herramienta permitirá efectuar un análisis para estudios de ordenamiento territorial (zonificación agroecológica, zonificación de unidades de suelos, zonificación ecológica y económica, planes de ordenamiento territorial, etc.), cambio climático, análisis de riesgo en zonas agropecuarias, reducción de vulnerabilidad, manejo de cuencas, entre otros.

La demanda de energía en el Perú se cubre a partir de diversas fuentes: agua, petróleo y gas natural. Los proyectos de biocombustibles líquidos, considerados como energía limpia, pueden contribuir a satisfacer la demanda del país pero siempre es importante evaluar los impactos ambientales positivos y negativos.

En el caso de etanol anhidro, a partir del 2010, será obligatorio mezclarlo con gasolina hasta en un 7,8 por ciento. La demanda en dicho año podrá ser cubierta con la producción que se obtiene en unas 10 000 hectáreas de caña de azúcar. Una vez cubierta la demanda, los excedentes podrán ser exportados.

Costa

Los resultados del estudio indican que bajo condiciones de secano, en la Costa prácticamente no hay tierras disponibles para el desarrollo de cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Sin embargo, en base a la disponibilidad de infraestructura de agua para riego existente permite afirmar que existe un potencial de tierras eriazas, cercano a 200 000 hectáreas, ubicadas en zonas áridas situadas entre las regiones de Piura y Lima, que podrían destinarse a la implementación de cultivos de caña de azúcar y eventualmente piñon blanco para producir biocombustibles líquidos. Sin embargo, es necesario un análisis profundo del impacto de la disponibilidad de agua para verificar que este recurso existe.

Los resultados del estudio indican que bajo condiciones de secano, en la Costa prácticamente no hay tierras disponibles para el desarrollo de cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Sin embargo, la disponibilidad de agua para riego permite afirmar que existe un potencial de tierras eriazas, cercano a 200 000 hectáreas, ubicadas en zonas áridas situadas entre las regiones de Piura y Lima, que podrían destinarse a la implementación de cultivos de caña de azúcar y eventualmente piñon blanco para producir biocombustibles líquidos. Sin embargo, es necesario un análisis profundo del impacto de la disponibilidad de agua para verificar que este recurso existe.

Considerando que en la Costa la precipitación es casi nula, el agua se obtiene ya sea de los ríos o de la napa freática. Actualmente, un gran volumen de agua se pierde en el Océano Pacífico por lo que es necesario construir más reservorios y dar un adecuado mantenimiento a los que actualmente existen y que presentan serios problemas de colmatación.

Otra alternativa es la construcción de canales similares al que conduce agua para la irrigación Chavimochic (Región La Libertad). La transferencia de agua desde la cuenca Amazónica permitirá obtener grandes volúmenes de agua para el desarrollo de las tierras áridas de la costa. Ya se tienen dos ejemplos importantes en la región Arequipa (Proyecto Majes-Siguas) y en Lambayeque (Olmos). En ambos casos, se beneficiará a un gran número de pequeños y medianos agricultores. Sin embargo, es necesario considerar que estos proyectos requieren grandes inversiones y son a mediano y largo plazo.

El desarrollo de las plantaciones azucareras para obtener etanol anhidro, ya sea para el mercado interno o para exportación, requiere grandes inversiones y el uso de técnicas modernas de cultivo, especialmente la implementación del riego tecnificado, la labranza intensiva y un alto nivel de insumos para asegurar buenos niveles de productividad. Por ello, se estima que serán grandes inversionistas los que comprarán las tierras aptas. Las nuevas empresas se convertirán en polos de desarrollo y contribuirán a reducir la pobreza rural, gracias a la creación de un gran número de puestos de trabajo para los pobladores ubicados cerca de las plantaciones. Asimismo, la demanda local respecto a varios servicios, se incrementará sustancialmente. Además, las nuevas plantaciones incentivarán el desarrollo de unidades agrícolas pequeñas y medianas que abastecerán con caña de azúcar a las fábricas que producirán etanol anhidro. Finalmente, es preciso destacar que se trata del uso de tierras en las que el cultivo de caña de azúcar no compite con cultivos alimenticios.

Andes (sierra)

En el presente estudio se ha evidenciado que la mayor parte del territorio de la Sierra no es apta para cultivos de caña de azúcar, palma aceitera y piñon blanco. Este último aparece como el más promisorio con unas 800 000 hectáreas muy aptas o aptas. En general, la ampliación de la frontera agrícola presenta una serie de problemas entre los que se pueden citar: topografía accidentada, factores climáticos negativos (heladas, sequías), excesivo fraccionamiento de la propiedad agrícola, falta de ordenamiento de la propiedad de los predios (titulación) y difíciles condiciones socioeconómicas de los pobladores.

La topografía que resulta de la presencia de la cordillera de los Andes, favorece la erosión causada por las lluvias y por las malas prácticas agrícolas. Se han desarrollado una serie de proyectos para contrarrestar la erosión evitando la desertificación pero el efecto multiplicador es muy lento. El mejor ejemplo se refiere a los trabajos de PRONAMACHCS, creado en 1981 y que desde el 2008 está incorporado dentro de AGRO RURAL.

Se han propuesto varios proyectos en relación a la implementación de cultivos (canola, girasol e higuera) para obtener biocombustibles líquidos pero ninguno ha prosperado.

En el futuro, es probable que la mayoría de los agricultores siga con sistemas de producción de subsistencia. Continuarán sembrando cultivos tradicionales para autoconsumo, para intercambio y para mercados locales. Se trata de agricultura con cultivos asociados, intensa rotación de cultivos, agroforestería, uso de pesticidas casi nulo, poco capital, uso intensivo de mano de obra y prácticas para la conservación del suelo y la biodiversidad.

Hay algunos ejemplos de investigación y extensión participativa de cultivos nativos, destacando la papa amarilla y la quinua cuyos rendimientos y calidad han mejorado notoriamente lo que permite obtener buenos precios y por ende permite reducir la pobreza rural.

Selva

El territorio que ocupa la Selva representa más de la mitad del área del país. Las lluvias son abundantes y gran parte de la llanura amazónica tiene poca pendiente por lo que está cubierta por agua o la napa freática es muy superficial lo que constituye una seria restricción para el desarrollo de proyectos agrícolas. Además, sería necesario talar los árboles y la deforestación generaría desertificación. Algunos reportes indican que ya existen más de 3 millones de hectáreas deforestadas, principalmente en las regiones San Martín, Loreto y Ucayali. Otras versiones señalan que habría algo más de 1 millón de hectáreas deforestadas, el 10 por ciento de las cuales sería altamente apropiada para expansión de la frontera agrícola y un 40 por ciento sería moderadamente apropiada, de acuerdo a consideraciones agroclimáticas.

En esta región geográfica, la palma aceitera es el cultivo por excelencia, utilizando agricultura de conservación y usando altos insumos. El presente estudio indica que existirían más de 10 millones de hectáreas disponibles. Actualmente, hay cerca de 20 000 hectáreas con dicho cultivo y varios estudios anteriores indican que el área deforestada, inmediatamente disponible para este cultivo sería de alrededor de 120 000 hectáreas. El uso de mano de obra es intensivo lo que constituye un aspecto fundamental para el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores.

En cuanto al cultivo de caña de azúcar, los resultados obtenidos indican que habrían alrededor de 2 millones de hectáreas aptas. Sin embargo, hay que tener presente que en diversas oportunidades se ha analizado la posibilidad de instalar plantaciones azucareras pero los estudios no han tenido en cuenta que las condiciones agroclimáticas de la cuenca amazónica son muy diferentes a las existentes en la Costa en cuanto a variedades, manejo del cultivo, duración del ciclo vegetativo y rendimientos. En varias zonas, las lluvias son excesivas, la topografía dificulta la mecanización y la infraestructura existente no es apropiada lo que restringe las áreas disponibles para desarrollar plantaciones de caña de azúcar y que eventualmente el porcentaje de sacarosa es bastante menor en comparación con los valores obtenidos en la Costa.

El potencial para piñon blanco también es importante ya que, de acuerdo al presente estudio, habrían unas 15 millones de hectáreas muy aptas para dicho cultivo. Sin embargo, no hay antecedentes respecto a su comportamiento en esta zona geográfica. Se requerirá hacer muchos estudios para determinar la factibilidad de implementarlo.

3.6 PRINCIPALES PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA AGRICULTURA EN PERÚ.

A. Identificación de los principales problemas para el desarrollo rural: población, diversidad cultural y niveles de pobreza.

Perú está localizado en la parte central y occidental de Sudamérica, tiene un territorio de 1 285 215 km² y una población aproximada de 29 millones de habitantes. En términos de su distribución espacial y demográfica, Perú está forjado por modelos desafiantes. Los Andes dividen al territorio en tres principales ecosistemas: Costa, Sierra y Selva. La Costa representa alrededor del 11 por ciento del territorio y concentra aproximadamente el 54 por ciento de la población del país. La Sierra, localizada entre la Costa y la Selva, representa aproximadamente 32 por ciento del total del territorio y 35 por ciento de la población nacional. Finalmente, la Selva representa el 57 por ciento del total del área del país y concentra solo el 11 de la población. Esta distribución plantea varias potencialidades y limitaciones en términos del manejo de los recursos del país y del logro de las metas de equidad social.

Además de su diversidad y riqueza ecológica, la complejidad del Perú está asociada a sus características multiculturales y multilingüísticas. Aunque la vasta mayoría de la población del país habla español, alrededor de cuatro millones de personas – especialmente en la región andina- habla quechua, una de las lenguas indígenas más importantes del país. Además de estas dos lenguas, en otras partes del país, la población habla aymará y diferentes lenguas amazónicas como el aguaruna, ashaninka, shipibo-conibo, chayahuita y otros.

En un país signado por altos niveles de pobreza, con un escenario cultural complejo que está a menudo asociado a severas limitaciones socioeconómicas. En términos de pobreza, 39,3 por ciento de la población peruana es pobre –aproximadamente, 11 millones de personas. De estas, 13,7 por ciento viven bajo condiciones de extrema pobreza (INEI, 2007). El último informe nacional sobre pobreza indica que la pobreza está predominantemente concentrada en los Andes (60,1 por ciento seguida por la Selva (48,4 por ciento y finalmente por la Costa (22,6 por ciento). La clasificación del Índice de Desarrollo Humano, preparado anualmente por el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) indica que, para el año 2007, Perú ocupó la 78ª posición dentro de los 182 países incluidos en el análisis; esto lo clasifica entre los países de ingresos medios (UNDP, 2009). Los indicadores demográficos adicionales son una creciente tasa de desempleo (8,4 por ciento), una sistemáticamente alta tasa de analfabetismo (8,5 por ciento general) y una aún preocupante tasa de mortalidad infantil de 20/1 000 (UNICEF, 2009).

Aunque estos indicadores son de por sí alarmantes, es importante subrayar las diferencias existentes entre los ambientes urbano y rural. Del total de la población peruana, alrededor de 24,1 por ciento vive en áreas rurales (INEI, 2007) y son altamente dependientes de la agricultura en pequeñas explotaciones. Por lo tanto, en términos de

tasa de pobreza, la población rural del campo es predominantemente pobre (64,6 por ciento) comparada con la urbana (25,7 por ciento). La ruralidad, como es ampliamente conocida, está a menudo asociada a falta o insuficiente acceso a infraestructura productiva y social y servicios básicos (por ejemplo, agua potable, electricidad y saneamiento). Las áreas rurales están caracterizadas por las tasas más bajas en términos de indicadores de calidad de vida, especialmente aquellos asociados a la educación y la salud.

B. Agricultura en pequeñas explotaciones: *el desafío*

Aunque pueda parecer paradójico, la diversidad tanto geográfica como ecológica conlleva limitaciones a la producción agrícola en Perú. De acuerdo con la investigación conducida sobre las principales capacidades de uso del suelo, 42 por ciento del territorio peruano es considerado como protector (por ejemplo, tiene serias limitaciones para la producción), 38 por ciento tiene aptitud para la forestación, y menos del cinco por ciento es apropiado para la producción agrícola. Además, en términos de la distribución de la tierra agrícola por tamaño, esta está predominantemente concentrada en pequeñas unidades de producción: 70,4 por ciento son unidades con menos de cinco hectáreas, 21,9 por ciento son unidades agrícolas medianas, 6,6 por ciento son grandes unidades (más de 20 a 100 hectáreas) y solamente 1,4 por ciento son consideradas unidades muy grandes (más de 100 hectáreas). CENAGRO (1994) informó que el tamaño promedio de una parcela de tierra agrícola es de 3,1 hectáreas y cada una de ellas tiene, aproximadamente, 3,3 parcelas (Apéndice 5). La explicación a esta distribución está relacionada, entre otros factores, a los cambios estructurales asociados a la reforma agraria que tuvo lugar en el país durante la década de 1970.

Globalmente, la Sierra representa una de las áreas más importantes de diversidad de cultivos nativos (Tapia, 1998). Entre ellos, cereales, granos, y tubérculos (por ejemplo, papa, kañiwa, kiwicha, oca, olluco, nashua, quinua, tarwi) pueden contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Sin embargo, a pesar de la diversidad de cultivos, las comunidades andinas enfrentan extrema pobreza. Esto está asociado con bajos niveles de productividad, falta de capacidad para agregar valor a la transformación de productos, limitado acceso a la tecnología y fuentes renovables de energía y débil integración a los mercados nacionales e internacionales. Más importante, muchas comunidades andinas continúan perdiendo conocimiento local tradicional asociado con prácticas agrícolas locales. En su lugar, enfatizan el uso de ajustes tecnológicos incluyendo la aplicación de pesticidas, todos los cuales han contribuido a la severa erosión de las bases naturales locales y de recursos humanos.

C. Principales problemas relacionados con las pequeñas explotaciones en Perú

- **Disponibilidad de información agropecuaria.** La información es un insumo clave para tomar decisiones de políticas oportunas y adecuadas, ya sea a los niveles nacional, regional o local. A nivel nacional, el último censo agropecuario conducido en Perú por el Ministerio de Agricultura fue en 1994. Por lo tanto, en gran medida, la

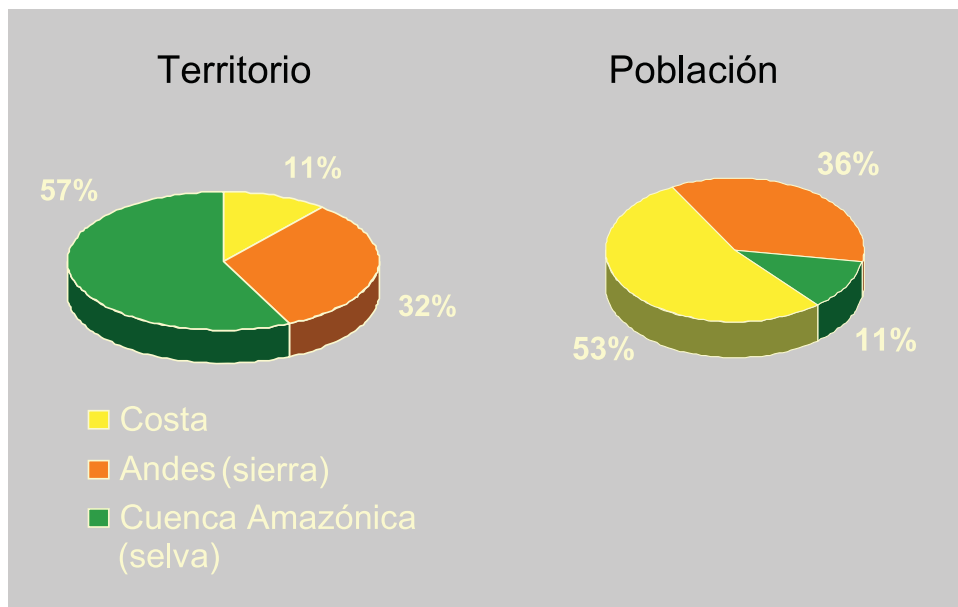
política actualmente está siendo formulada sobre la base del perfil de un país que existió hace 15 años (Fort, 2009). A los niveles regional y local se llevan a cabo intentos para llenar ese vacío pero usualmente les falta de rigor técnico para garantizar la calidad de los datos. Más es aún, estos están usualmente enfocados en la agricultura de gran escala más que en las pequeñas explotaciones.

- **Acceso limitado a tecnología adecuada.** Diferentes instituciones –desde el Ministerio de Agricultura hasta las ONG– proponen, implementan y diseminan diferentes mecanismos tecnológicos. Sin embargo, estos deberían estar adaptados a los actuales procesos productivos de las comunidades rurales y no esperar que ocurran otras dinámicas. La introducción de insumos agropecuarios, herramientas, maquinaria y equipos, usualmente están dirigidos a mejorar la productividad pero no están considerando los parámetros adecuados para el desarrollo de capacidades o las características del contexto donde intervienen (Paniagua, 1993).
- **Movimientos del mercado y eficiencia.** Anteriormente, la agricultura en pequeñas explotaciones era principalmente para subsistencia. Hoy día, de una manera u otra, estas economías están ligadas a los mercados local y regional. Sin embargo, los términos y condiciones bajo los cuales estos intercambios tienen lugar no son necesariamente adecuados en términos de oportunidades, precios y beneficios. A pesar de los intentos bien intencionados como la promoción de las cadenas de valor, los pequeños productores no están aún satisfactoriamente «integrados» al mercado. Hay todavía una importante demanda de necesidades que necesita ser llenada en términos de servicios básicos como transporte, sistemas de almacenamiento, suministro de insumos *in situ*, crédito, etc.
- **Oportunidades de crédito rural.** La falta de oportunidades de crédito es una limitación para el desarrollo rural, especialmente para la agricultura en pequeñas explotaciones (Trivelli, 1997). La ausencia de crédito en las áreas rurales es usualmente explicada debido a la insuficiencia de recursos y/o porque la provisión de préstamos no es atractiva para los beneficiarios debido a los riesgos productivos o a las dificultades para seleccionar y dar seguimiento a los prestatarios. Sin embargo, esto también es un problema de demanda.

A pesar de esas limitaciones, sin embargo, la agricultura en pequeñas explotaciones tiene también importantes ventajas que necesitan ser consideradas. Entre ellas está la generación de sistemas de conocimiento local agropecuario enfocados a la revalorización de la sabiduría y prácticas tradicionales, los procesos de innovación agraria asociados a la capacidad de adaptación y adopción y a la consolidación de las organizaciones y redes agropecuarias que permiten por experiencia intercambiar e incrementar las oportunidades. Todo esto ha conducido a los investigadores agrarios a darse cuenta que podrían estar frente a un nuevo escenario que consiste no en una sino en muchas «agriculturas en pequeñas explotaciones» (Trivelli *et al.*, 2006).

DISTRIBUCIÓN DEL TERRITORIO Y POBLACIÓN

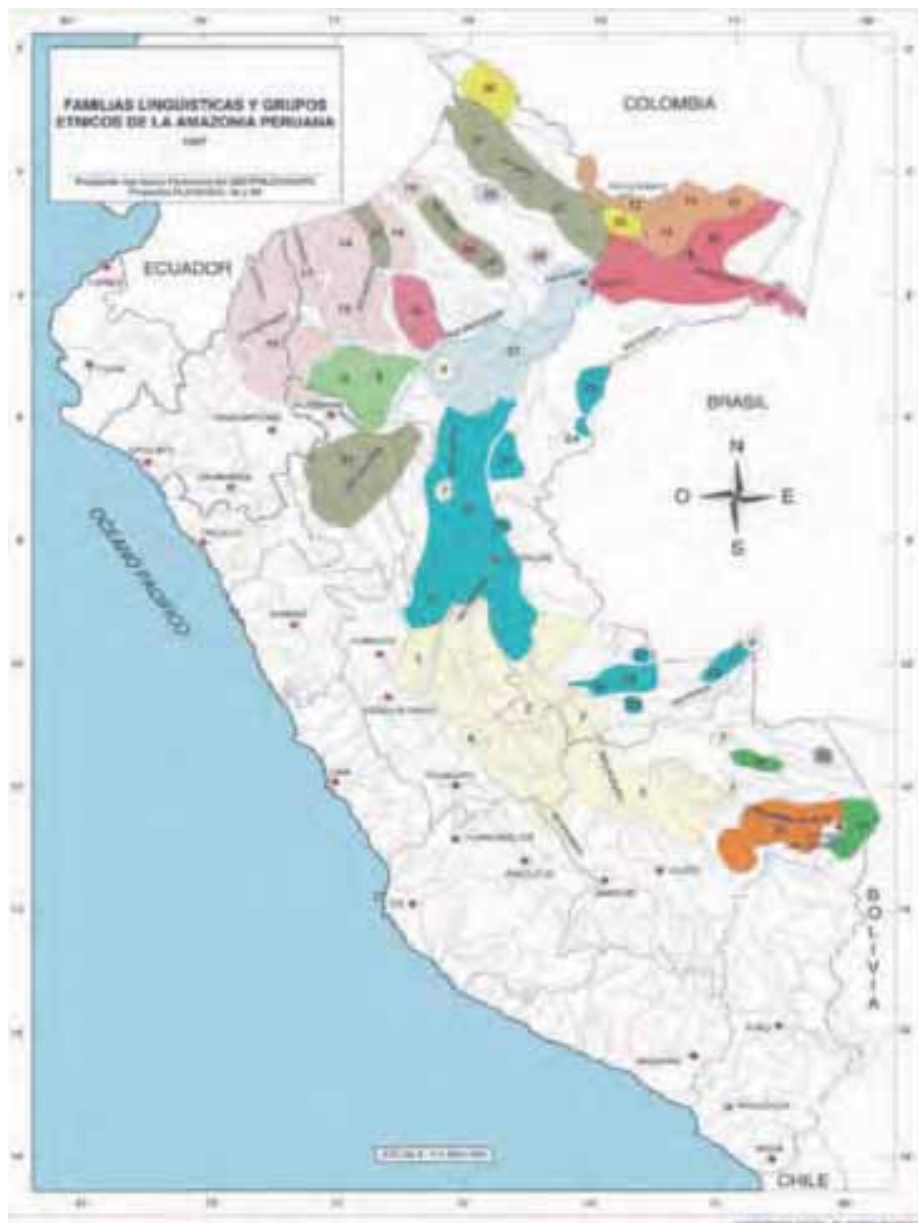
Figura 3A.1



Fuente: INEI, 2007

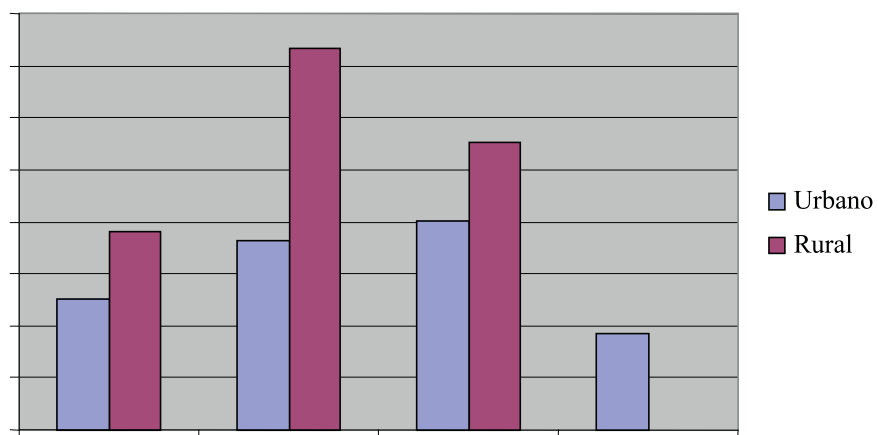
APÉNDICE 3 **B** MAPA ETNO-LINGÜÍSTICO

Figura 3B.1



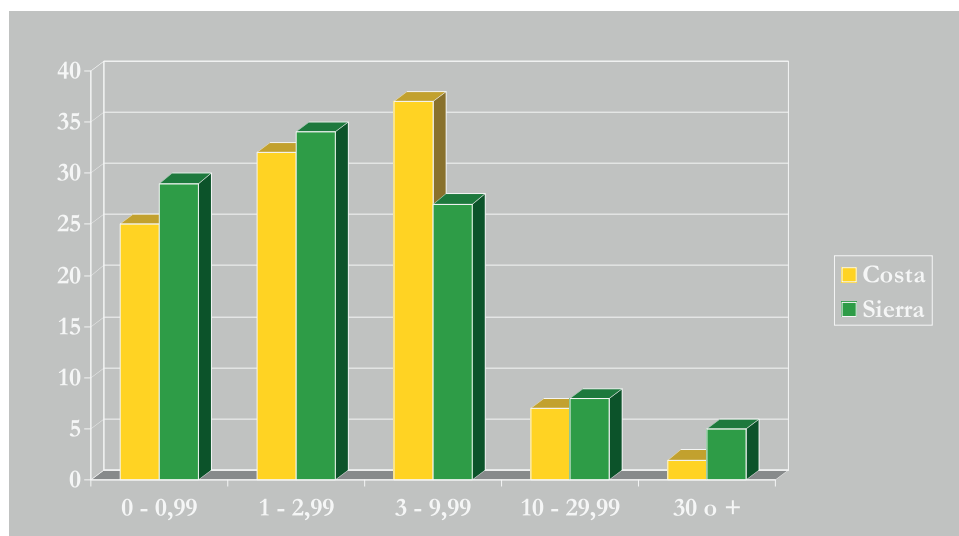
D NIVELES DE POBREZA POR REGIÓN

Figura 3D.1



Fuente: INEI, 2007

Figura 3D.2



Fuente: INEI, 2007

EMBALSES EN LA COSTA DE PERÚ

A. POECHOS

Ubicación: 45 km al este de la ciudad de Sullana (Piura)

Año: 1976

Capacidad de almacenamiento: 1 000 millones de m³ de agua desde el río Chira

Área de influencia: 82 000 ha

Principales cultivos: arroz, algodón

Situación actual: la colmatación representa el 50 por ciento de la capacidad inicial de almacenamiento

B. SAN LORENZO

Ubicación: 60 km al este de la ciudad de Piura (Piura)

Año: 1942

Capacidad de almacenamiento: 250 millones de m³ de agua desde el río Quiroz

Área de influencia: 60 000 ha

Número de familias: 8 000

Principales cultivos: lima (10 000 ha), mango (7 000 ha)

Situación actual: canales y otras estructuras bien mantenidas

C. TINAJONES

Ubicación: 40 km al este de la ciudad de Chiclayo (Lambayeque)

Año: 1973

Capacidad de almacenamiento: 300 millones de m³ de agua desde el río Chancay

Área de influencia: 40 000 ha

Principales cultivos: caña de azúcar (tres grandes plantaciones) y cultivos alimenticios (pequeños productores)

D. GALLITO CIEGO

Ubicación: 30 km de la carretera Panamericana, entre las ciudades de Chiclayo y Trujillo

Año: 1988

Capacidad de almacenamiento: 400 millones de m³ de agua desde el río Jequetepeque

Área de influencia: 50 000 ha

Principales cultivos: caña de azúcar (pequeños y medianos productores) y cultivos alimenticios (pequeños productores)

PROYECTOS DE ETANOL ANHIDRO DE CAÑA DE AZÚCAR EN PERÚ

PROYECTO MAPLE ETANOL

Ubicación: Piura, 1 200 km al norte de Lima, entre las ciudades de Sullana y Paita

Área de caña de azúcar: 7 800 ha de tierra árida

Riego: riego por goteo. Agua desde el río Chira, 160 millones de m³/año

Rendimientos esperados: 150 t/ha cosechada (14 meses)

Planta de procesado: 5 000 t de caña/día

Producción de etanol: 35 millones de galones/año

Electricidad: 37 megavatios (100 por ciento de la demanda del proyecto)

Empleos: 1 000 durante la fase de construcción (2009-2010) y 500 durante la fase de explotación

Inversión: 250 millones de Euros

PROYECTO AGROINDUSTRIAL CAÑA BRAVA

Ubicación: Piura, 1 200 km al norte de Lima, cerca de la ciudad de Sullana

Área de caña de azúcar: 7 000 ha en valles

Riego: riego por goteo. Agua del río Chira, 160 millones de m³/año.

Rendimientos esperados: 150 t/ha cosechada (14 meses)

Planta de procesado: 4 000 t de caña/día

Producción de etanol: 30 millones de galones/año

Electricidad: 12 megavatios (100 por ciento de la demanda del proyecto)

Empleos: 2 000 durante la fase de explotación

Inversión: 360 millones de dólares estadounidenses

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS BIOENERGÉTICOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DEL SISTEMA CHIRA

Cayo L. Ramos Taipe

4.1 RESUMEN

La gestión de los recursos de agua y de suelo son especialmente importantes en las regiones semiáridas donde el conflicto por el agua es una realidad. En el norte del Perú, en el departamento de Piura, hogar de 956 000 habitantes, la baja disponibilidad de agua a causa de la insuficiente capacidad reguladora del embalse Poechos y la demanda creciente en los valles de Chira y Piura, requieren un enfoque integral del manejo de los recursos para asegurar la sostenibilidad del valle y la seguridad del abastecimiento de productos agrícolas a la población.

En las últimas décadas se han ejecutado sistemáticamente obras hidráulicas de regulación, aprovechamiento y control de los recursos hídricos con inversiones del Estado; sin embargo, estas obras constituyen una solución parcial ya que la eficiencia en el uso del agua es baja. Por otro lado, la obra principal del Sistema, la presa Poechos, viene progresivamente perdiendo volumen de almacenamiento útil a causa de las altas tasas de transporte de sedimentos del río Chira que hasta ahora han causado la pérdida del 50 por ciento del volumen diseñado (840 Hm^3) del embalse. Como consecuencia, en estos valles, el problema de la escasez de agua es latente

El estudio evalúa la sostenibilidad del recurso hídrico ante el crecimiento de la actividad agrícola (demanda hídrica agrícola), a causa de la incorporación de cultivos bioenergéticos para producción de biocombustibles (etanol) en el Valle de Chira.

La evaluación se basa en cuatro Escenarios, donde varían fundamentalmente la demanda y la disponibilidad de agua en el valle del río Chira. Estos cuatro Escenarios describen y evalúan sus impactos desde el punto de vista de la confiabilidad del sistema, la cobertura de la demanda y la vulnerabilidad del sistema. Los escenarios son: Escenario 1 -Escenario de Referencia; Escenario 2 -Escenario con incremento de áreas con caña de azúcar; Escenario 3 -Escenario con incremento de áreas con sorgo, y Escenario 4 -Escenario con aumento de áreas con caña de azúcar y aumento de áreas de cultivo de los agricultores.

La simulación del Sistema y la evaluación de la confiabilidad se realizaron con el modelo WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) (Yates *et al.* 2005). Los resultados para los escenarios 2, 3 y 4 indican una reducción de la confiabilidad, lo cual conlleva una disminución de la demanda atendida. Esta última disminuye del 90 por ciento (referencia)



a 84, 89 y 85 por ciento para los agricultores y de 80 por ciento a 60, 74 y 52 por ciento para los cultivos bioenergéticos.

Los resultados muestran que urge una planificación del aprovechamiento de los recursos agua y suelo de los valles Chira y Piura. Asimismo mejorar la productividad del agua (0,7 kg de arroz/m³ de agua usada y 1,34 kg/ m³ del valle en su conjunto), lo que permitiría una mayor producción de alimentos con el mismo volumen de agua y la misma superficie de suelo.

4.2 INTRODUCCIÓN

El trabajo propone estudiar el componente agua y su sostenibilidad en los valles de Chira y Piura donde serán incorporadas progresivamente 22 280 ha de cultivos bioenergéticos para producción de etanol por parte de cuatro empresas nacionales y transnacionales. Los objetivos principales de este estudio son:

- Aplicar el modelo WEAP en la cuenca del Río Chira para la implantación de cultivos bioenergéticos teniendo en cuenta la demanda y la oferta de agua. Esto incluye: (I) aguas subterráneas, (II) uso de aguas de retorno, (III) uso de aguas servidas, (IV) uso poblacional, (V) uso industrial y (VI) generación de energía.
- Aplicar el modelo WEAP a los siguientes escenarios:
 - (I) Escenario 1 de Referencia, situación actual que incluye los caudales que se derivan hacia el valle de Piura.
 - (II) Escenario 2, situación en el 2030 con incremento de áreas cultivadas con caña de azúcar.
 - (III) Escenario 3, situación en el 2030 con incremento de las áreas cultivadas con sorgo.
 - (IV) Escenario 4, situación en el 2030, considerando un incremento de las áreas de cultivo de caña y un aumento de las áreas de cultivo de los agricultores.

Lógicamente, la simulación deberá tener en cuenta la disminución de la capacidad del embalse Poechos.

- Relacionar los resultados de la aplicación del modelo con los beneficios/consecuencias respecto a la seguridad alimentaria.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS CHIRA Y PIURA Y EL SISTEMA HÍDRICO CHIRA-PIURA

Las cuencas de los ríos Chira y Piura son las cuencas que contribuyen con escorrentía al Sistema Chira-Piura del cual se abastece de agua a los usuarios agrícolas, para el consumo humano y para la producción energética e industrial.

4.2.1.1 CUENCA DEL RÍO CHIRA

La cuenca geográfica de este río está situada entre los paralelos 03°40'28" y 05°07'06" de Latitud Sur y los meridianos 80°46'11" y 79°07'52" de Longitud Oeste.

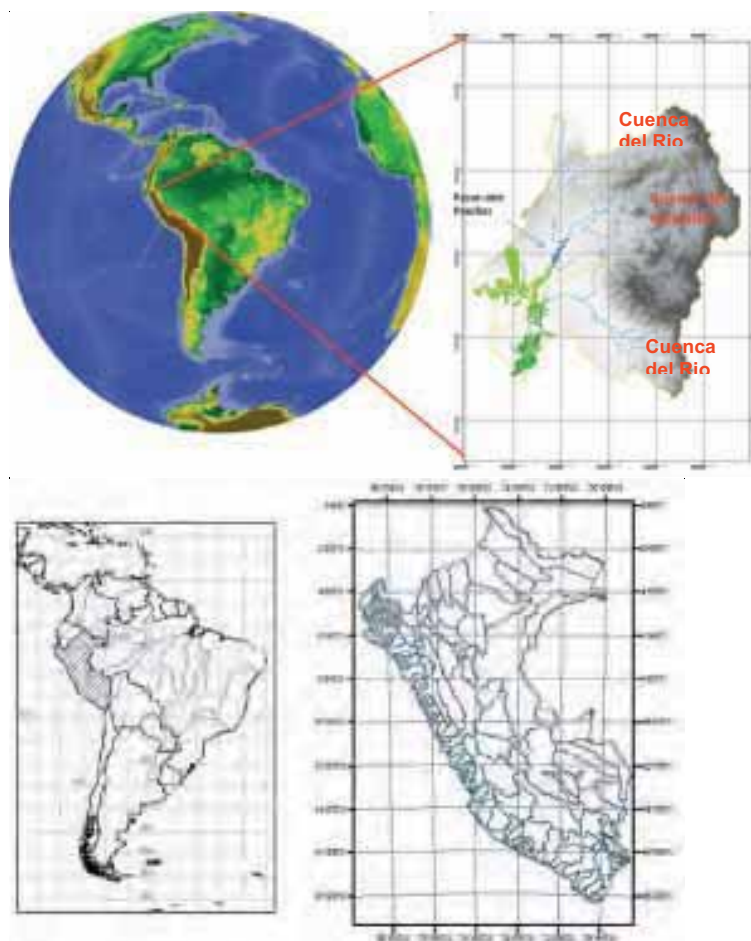
Limita por el Norte con la cuenca del río Puyango, por el Sur con las cuencas de los ríos Piura y Huancabamba, por el Este con las cuencas de Zamora y Chinchipe (Ecuador) y por el Oeste con el Océano Pacífico.

La cuenca del río Chira (Figura 4.1) es una cuenca binacional (Perú y Ecuador) y tiene una superficie de drenaje de 19 095 km² hasta su desembocadura en el mar; la cuenca tiene una superficie de 7 162 km² dentro de territorio ecuatoriano y 11 933 km² dentro de territorio peruano en el departamento de Piura. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9 500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3 000 msnm con el nombre de Catamayo (Ecuador); después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km. sirviendo de límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor: continúa en dirección Suroeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar después de haber recorrido aproximadamente 300 km.

Figura 4.1

Ubicación de la cuenca de los ríos Chira y Piura



Fuente: elaboración propia

Sus principales afluentes son: por la margen izquierda los ríos Macará, Quiroz y Chipillico y por la margen derecha el río Alamor, Samán y otros (Cuadro 4.1 y Figura 4.2).

Cuadro 4.1

Subcuencas de la cuenca Chira

Cuenca	Area km ²	Longitud Cauce km	Altua media msnm	Forma cuenca (Gravelius)
Catamayo	4 241,20	189,00	1 732,00	1,74
Macara	2 750,80	141,00	1 672,00	1,71
Quiroz	3 160,00	165,00	1 776,00	1,50
Alamor	1 190,40	120,70	701,00	1,61
Aportes directos	2 240,00	56,00	300,00	-
Presa Poechos-mar	3 117,60	120,00	35,00	-

Figura 4.2

Subcuencas y estaciones hidrométricas del río Chira



4.2.1.2 CUENCA DEL RÍO PIURA

La cuenca del río Piura (Figura1) está situada geográficamente entre los paralelos 4°42' y 5°45' de Latitud Sur y los meridianos 79°29' y 81° de Longitud Oeste. Tiene un área de total de 12 216 km² hasta la desembocadura al mar por el estuario de Virrilá y nace a 3 600 msnm, en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, en la Cordillera de los Andes. Limita por el Norte con la cuenca del río Chira, por el Sur con la cuenca del río Cascajal, por el Este con la cuenca del río Huancabamba y por el Oeste con el Océano Pacífico.

Los cauces de los afluentes son torrentosos y bien definidos, mientras que el cauce del río Piura en las zonas bajas es variable por la escasa pendiente y se caracteriza por la formación de meandros, con propensión a las inundaciones en algunas zonas.

El río Piura, así como el Chira pertenecen al Sistema Hidrográfico del Pacífico y sus cursos son alimentados principalmente con las precipitaciones estacionales que ocurren en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes.

4.2.1.3 SISTEMA HÍDRICO CHIRA-PIURA

El aprovechamiento de los recursos hídricos y los suelos en los valles del río Chira y Piura (Figura 4.3), reviste cada vez mayor importancia. A partir de 1971 se comenzó la construcción del Sistema Chira-Piura con el objetivo de optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos y de suelos en ambos valles para la producción agrícola.

Las principales obras hidráulicas de control, conducción y distribución de aguas de este sistema son:

- a) la represa Poechos con el embalse del mismo nombre, ubicada en el cauce del río Chira. Su capacidad diseñada de almacenamiento fue de 840 Hm³, para regulación anual y eventualmente dos años de las aportaciones del río Chira controlada por la represa (1976); las características del reservorio actualmente son:
 - Nivel normal de operación: 103,0 msnm
 - Nivel mínimo de captación: 78,5 msnm
 - Volumen de almacenamiento¹⁹ a nivel 103: 441,04 Hm³
 - Volumen total de sedimentos sobre la cota 78,5²⁰: 443,96 Hm³.
 - Área de espejo a nivel 103 msnm 75 km².
 - Longitud de embalse: 24,0 km.
- b) Canal de Derivación Chira-Piura (canal Daniel Escobar), deriva las aguas de la presa Poechos al río Piura (para el valle de Piura), tiene una longitud de 54 km y una capacidad de conducción máxima de 70 m³/s.
- c) Presa derivadora de los Ejidos, aguas arriba de la ciudad de Piura en el cauce del río Piura, que capta las aguas provenientes de Poechos y las del río Piura, derivándolas por el canal Biaggio Arbulú para irrigar el valle del Bajo Piura.
- d) Presa derivadora de Sullana, ubicada en el cauce del río Chira, a 0,5 km aguas abajo de la ciudad de Sullana. En el cuerpo de la presa también están alojadas dos bocatomas: Margen Izquierda - canal Jibito, Margen Derecha - Canal Norte y Sur con una minicentral hidroeléctrica. Con la puesta en funcionamiento de la Presa Sullana, se forma un embalse con una capacidad de almacenamiento de 6 Hm³ a un nivel de fondo de 36,5 msnm, para compensación diaria de aguas soltadas del embalse Poechos.

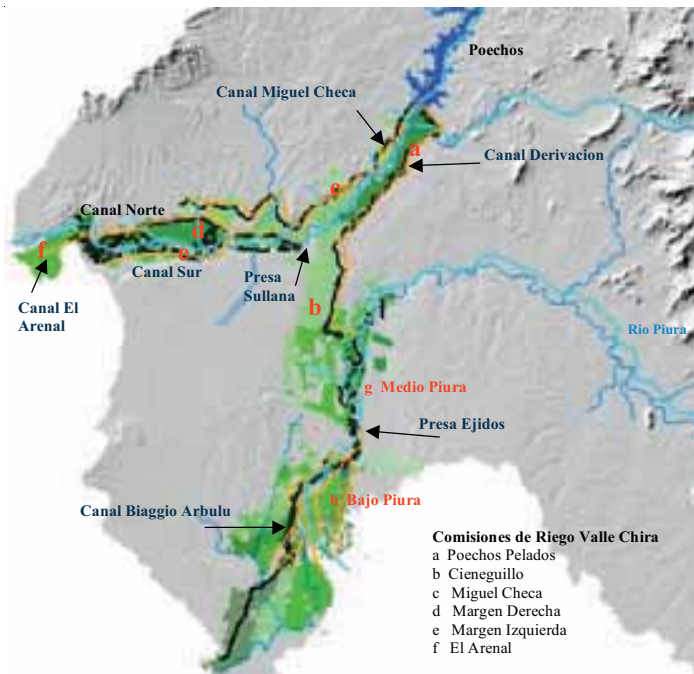
19 Diciembre 2008

20 Diciembre 2008

- e) Canales de riego principales:
- Canal "Miguel Checa", capta las aguas de la salida del embalse Poechos y atiende la parte alta del valle de Chira; tiene una longitud de 78,5 km y una capacidad de 19 m³/s.
 - Canal "Norte", capta las aguas reguladas por el embalse Sullana y entrega parte de sus aguas a los canales "Sur" y "El Arenal" a través de dos sifones; en conjunto atienden la parte baja del valle de Chira.

Figura 4.3

Infraestructura hidráulica del Sistema Chira-Piura y Comisiones de Riego



Fuente: elaboración propia

4.2.1.4 ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica del Sistema Chira-Piura, está representada por los aportes de los ríos Chira y Piura. Los registros históricos datan del año 1925 en el caso del río Piura y desde 1938 para el río Chira. Para estos análisis se emplearon los datos históricos de los caudales de ambos ríos. El establecimiento de la oferta hídrica a efectos del análisis se explica con mayor detalle en el Capítulo IV del Compendio Técnico Volumen II.

4.2.1.5 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

La demanda hídrica incluye los requerimientos del recurso por parte del sector agrícola, uso poblacional, necesidades ambientales, usos energéticos e industriales y las pérdidas en los canales de conducción. El establecimiento de la demanda hídrica para efectos del análisis se explica con mayor detalle en el Capítulo IV del Compendio Técnico Volumen II.

4.2.1.6 PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA DEL VALLE CHIRA Y PIURA

La agricultura es la actividad que usa el mayor volumen de agua en los valles estudiados, llegando al 90 por ciento; el resto es usado por la industria (uno por ciento) y el consumo poblacional (nueve por ciento). La productividad del agua en el valle de Chira y Piura, permite analizar la relación entre la cantidad (kg) de alimento que es posible producir por cada metro cúbico de agua empleado; en el presente caso el valor obtenido es de 1,28 kg de alimento por cada mil metros cúbicos de agua, (Cuadro 4.2). Según el Banco Mundial este valor está dentro del promedio que se encuentra en los países en desarrollo, por ejemplo, en la provincia de Hai del Norte de China se usan 1 m³ de agua para producir un kg de granos pero los países desarrollados usan entre 30 y 40 por ciento menos agua.

Lo anterior indica que existe la posibilidad de producir más alimentos con la misma cantidad de agua, elevando la eficiencia del uso, y mejorando la tecnología de producción de alimentos.

Cuadro 4.2

Productividad del agua en el Valle Chira

AÑO	SISTEMA CHIRA PIURA		VALLES CHIRA Y PIURA	
	MASA BRUTA (toma de la fuente) (m ³)*	MASA NETA (entrega en parcela) (m ³)**	Producción de principales productos agrícolas (TM)***	Productividad del agua (TM/1000m ³)****
2006	1 415 008 485,40	837 337 139,10	1 141 113,40	1,36
2007	1 577 155 064,20	1 017 134 540,10	1 177 545,00	1,16
2008	1 504 517 424,00	940 522 921,60	1 237 867,20	1,32
Promedio				1,28

* Información del Proyecto Especial Chira Piura, Dirección de Operación y Mantenimiento (registros hidrométricos de tomas laterales).

** Información de la Junta de Usuarios del Valle del Chira (según registros de los sectoristas, consolidado por la Junta de Usuarios). Información proporcionada por la Junta de Usuarios del Medio y Bajo Piura, conforme el PDA (Plan de Distribución de Agua) y volumen facturado.

*** Los Principales Productos Agrícolas son: arroz cáscara, plátano, tomate, arveja grano seco, frijol grano seco, camote, papa, yuca, coco, limón, mango, espárrago, maíz duro y alfalfa

**** Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática- Oficinas Sectoriales de Estadística, INEI-OTED-ODEI Piura

Un análisis del cultivo del arroz, que representa cerca del 50 por ciento del área cultivada en el valle de Chira y alrededor del 30 por ciento del área cultivada del valle de Piura, refleja una productividad ligeramente creciente en los últimos seis años, excepto en 2004, donde se presenta una sequía. El promedio de la productividad es de 0,55 kg de arroz por cada 1000 m³ de agua usada, (Cuadro 4.3 y Figura 4.4). Esto muestra que existe un potencial para mejorar el uso del agua y la tierra en los valles de Chira y Piura.

Sin embargo, este resultado es sensiblemente mayor a la productividad de otros países en vías de desarrollo como Pakistán donde la productividad del agua en el cultivo de arroz es de 0,27 kg/m³.

Cuadro 4.3

Descriptores de la productividad del agua y el suelo en el Valle de Chira para el cultivo de arroz

	Unidad de Medida	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.	Ene.-Dic.
Arroz Cáscara *	Tonelada	368 598	255 417	426 374	359 173	400 341	520 367
Área cultivada **	ha	23 623,3	23 606,1	30 265,0	29 487,0	30 007,0	31 821,4
Agua Usada***	Hm ³	590,6	590,2	756,6	737,2	750,2	795,5
Productividad Tierra ****	TM/ha/año	15,6	10,8	14,1	12,2	13,3	16,4
Productividad Agua	kg/m ³	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7

* Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática- Oficinas Sectoriales de Estadística, INEI-OTED-ODEI Piura

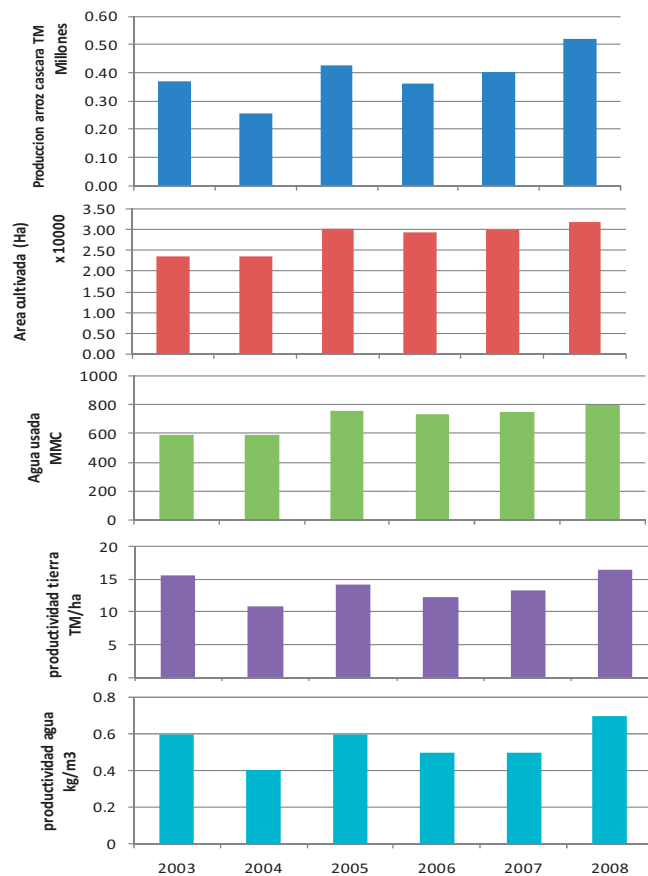
** El área cultivada incluye el Valle de Chira y el valle de Piura

*** Valor estimado a partir de los módulos de uso, reportados por las Juntas de Usuarios

**** Rendimiento incluye campaña Chica

Figura 4.4

Niveles de productividad del agua y el suelo en el Valle de Chira para el cultivo de arroz



4.3 MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

El proceso de modelamiento hidrológico del Sistema Chira-Piura, fue realizado con la ayuda de un programa de cómputo WEAP21. WEAP es una herramienta de computación para la planificación integrada de los recursos hídricos y provee un marco conceptual completo, flexible y amigable para analizar políticas y directrices en el manejo del agua.

Actualmente muchas regiones enfrentan grandes retos en el manejo de recursos hídricos, incluyendo la asignación de los limitados recursos de agua, el mantenimiento de la calidad del agua y la definición de políticas de manejo del recurso. Para enfrentar estos retos, los modelos convencionales orientados al suministro de agua no siempre son adecuados.

El modelo WEAP se basa en el principio de contabilidad del balance de agua y es aplicable a sistemas de agua potable y sistemas agrícolas, cuencas individuales o sistemas más complejos. El análisis de Escenarios es fundamental en WEAP. Los Escenarios se usan para explorar la respuesta del modelo a una amplia gama de preguntas, como por ejemplo, qué sucede si, a) los patrones económicos o demográficos cambian; b) los requerimientos del ecosistema son más estrictos; c) la combinación de cultivos cambia; d) la eficiencia de la irrigación mejora; e) se usa mayor cantidad de agua subterránea; f) las reglas de operación de reservorios cambian; g) el cambio climático altera la demanda y las fuentes de agua; h) la contaminación afecta la calidad del agua y otros.

La formulación y calibración del modelo se presentan en detalle en el capítulo Capítulo IV del Compendio Técnico Volumen II.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del modelo están organizados en cuatro escenarios: Escenario 1 de Referencia, Escenario 2 con incremento de áreas con caña de azúcar, Escenario 3 con incremento de áreas con sorgo y Escenario 4 con incremento de áreas con caña de azúcar y ampliación de cultivos por parte de los agricultores. Los Escenarios se detallan a continuación:

- El Escenario 1 de *Referencia*, mantiene las tendencias del valle en la oferta y la demanda sin la inclusión de cultivos bioenergéticos excepto los que ya están instalados.
- El Escenario 2, contempla un incremento de la demanda de 23 976 ha de caña de azúcar, con el resto de los componentes del modelo constantes.
- El Escenario 3, contempla el incremento de las 23 976 ha pero con el cultivo del sorgo.
- El Escenario 4, contempla el incremento en áreas de caña de azúcar, ocupación de mayor área por los agricultores e incremento del nivel de operación del embalse.

4.4.1 ESCENARIO 1: REFERENCIA

El Escenario 1 de *Referencia*, intenta representar el sistema tal cual se encuentra actualmente, manteniendo las tendencias del valle en la oferta y la demanda, sin la inclusión de cultivos bioenergéticos, excepto los que ya están instalados hasta el 2009 que representan el tres por ciento del área prevista. La fuente principal de abastecimiento de agua de los usuarios proviene de los ríos Chira y Piura y su regulación en la presa Poechos.

El análisis de los escenarios, incluido el Escenario 1, enfatiza el análisis de la satisfacción de las demandas agrícolas ya que esta actividad es la que demanda el mayor volumen de agua, cuidando en cada Escenario y simulación que el abastecimiento de las poblaciones tenga la primera prioridad. Los principales parámetros que caracterizan este Escenario se encuentran en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4

Parámetros principales del Escenario de Referencia

Periodo	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	0
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz)	
17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz)	
17 026,04 (arroz)		
Consumo Industrial Hm ³	1,23	1,23

Nivel de cobertura de la demanda

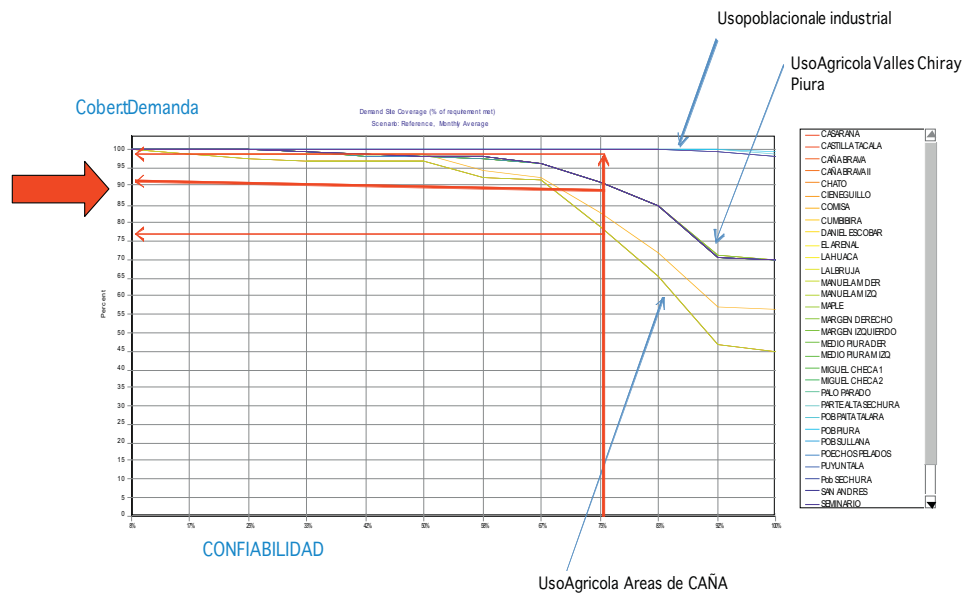
Bajo este Escenario, el nivel de cobertura de la demanda en el valle es satisfactorio; en promedio se cubre el 90 por ciento del total de las demandas agrícolas del valle, el 100 por ciento de las demandas poblacionales e industriales y el 76 por ciento en los cultivos nuevos en instalación (Figura 4.5).

Confiabilidad del sistema

La confiabilidad del sistema representa el número de veces que la demanda fue cubierta con la oferta de agua, es decir, la garantía que ofrece el sistema para satisfacer las demandas. Para este escenario la confiabilidad, en promedio, es del 75 por ciento (Cuadro 4.8).

Figura 4.5

Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 1



4.4.2 ESCENARIO 2: CON ÁREAS NUEVAS DE CAÑA DE AZÚCAR

En este Escenario se incorporan 23 976 ha nuevas con cultivo de caña de azúcar, en su totalidad en el valle de Chira (Figura 4.6). *En este Escenario y en los Escenarios 3 y 4 se incorpora agua subterránea en el modelo* para mejorar el abastecimiento de la demanda de las áreas nuevas propuestas para cultivos bioenergéticos.

Características del acuífero

El acuífero del valle de Chira no cuenta con estudios hidrogeológicos que permitan describir las características del mismo; se ha recurrido a la opinión de expertos de la Universidad Nacional Agraria, para estimar la capacidad de almacenamiento aprovechable del acuífero estimada en 30 Hm³. Los principales parámetros de la simulación del escenario 2 se muestran en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5

Parámetros principales del Escenario 2

Período	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	50 - Valle de Chira 0 - Valle de Piura
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz) 15 610,58 (caña)
Consumo industrial Hm ³	1,23	1,23
Incremento del volumen útil del embalse por cambio de cota máxima de regulación (Hm ³)	0	50
Uso de agua subterránea (Hm ³)	0	30

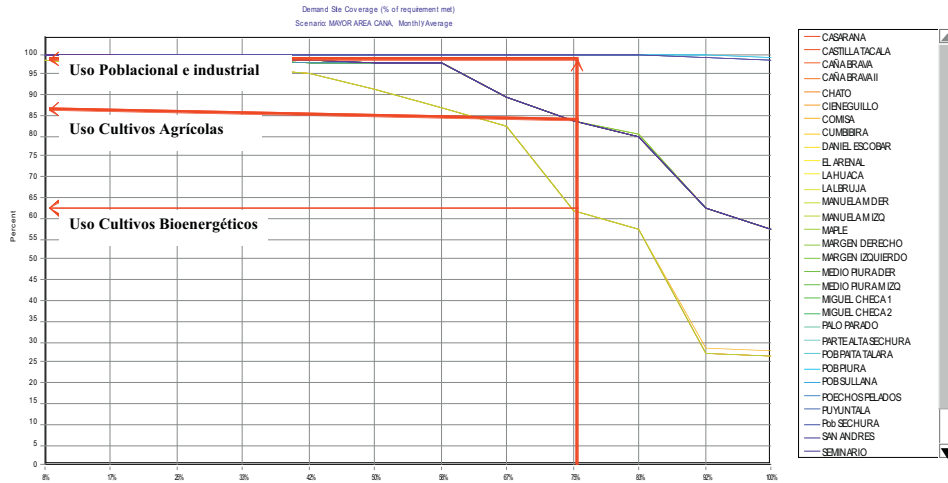
Nivel de cobertura de la demanda

Los resultados obtenidos en este Escenario, garantizan la dotación al 98 por ciento de agua para consumo poblacional: sin embargo, para la cobertura de las otras demandas, esta disminuye notablemente en el uso agrícola, tomando valores de 86 por ciento para los agricultores del valle y 62 por ciento para las áreas nuevas con cultivos bioenergéticos (Figura 4.6).

Confiabilidad del sistema

La confiabilidad del sistema en conjunto disminuye a 65 por ciento, en promedio, como se puede observar en el Cuadro 4.8.

Figura 4.6
Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 2



4.4.3 ESCENARIO 3: CON ÁREAS NUEVAS DE SORGO

Es uno de los Escenarios que presenta mejores valores en los indicadores de sustentabilidad en comparación a los escenarios 2 y 4, en razón del menor volumen de agua necesario para el cultivo del sorgo. Los principales parámetros de la simulación del Escenario 3 se encuentran en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6

Parámetros principales del Escenario 3

Periodo	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	50 – Valle de Chira 0 – Valle de Piura
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz) 7 985,7 (sorgo)
Consumo industrial Hm ³	1,23	1,23
Incremento del volumen útil del embalse por cambio de cota máxima de regulación (Hm ³)	0	50
Uso de agua subterránea (Hm ³)	0	30

Demanda atendida

Los resultados de la simulación del modelo para el Escenario 3, muestran un nivel de cobertura de la demanda del 98 por ciento para la demanda poblacional, 80 por ciento para los cultivos agrícolas del valle y 73 por ciento para el cultivo del sorgo.

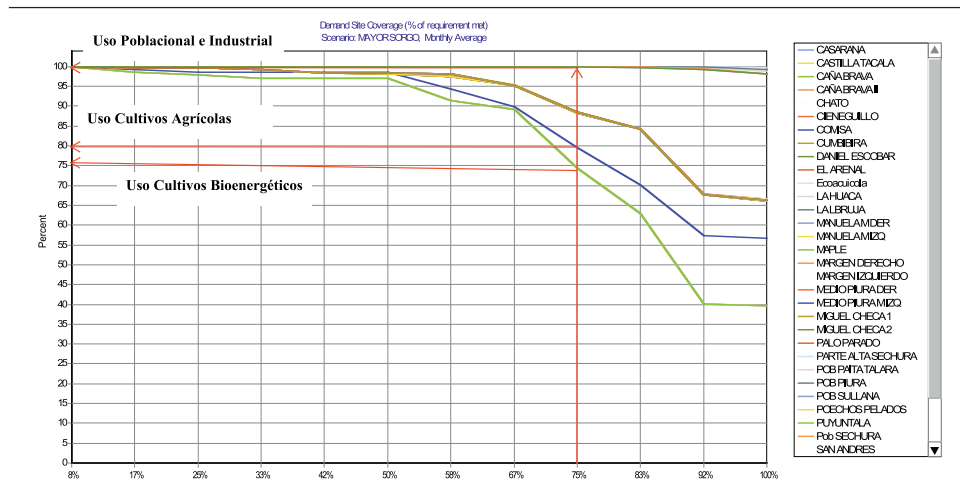
Los resultados obtenidos, aunque no son satisfactorios, muestran otras posibilidades de uso de cultivos con el mismo propósito (etanol) pero con menores volúmenes de uso de agua.

Confiabilidad del sistema

En este Escenario la confiabilidad del sistema mejora con un promedio de 70 por ciento, lo que indica que el abastecimiento de agua a las demandas sería superior con respecto al Escenario anterior (Figura 4.7).

Figura 4.7

Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 3



4.4.4 ESCENARIO 4: CON ÁREAS DE CAÑA DE AZÚCAR Y AMPLIACIÓN DE ÁREAS DE CULTIVO Y MAYOR VOLUMEN DEL EMBALSE

Este modelo incorpora el crecimiento de las áreas potenciales de los agricultores, además de las áreas instaladas con cultivos de caña de azúcar. Los principales parámetros que caracterizan este escenario se encuentran en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7

Parámetros principales del Escenario 4

Período	Histórico (1939-2008)	Futuro cercano (2010-2030)
Crecimiento poblacional (%)	1,17	1,17
Demanda <i>per capita</i> de agua l/hab/día, urbano y rural	120	120
Incorporación de tierras al cultivo (%)	0	50 (cultivo de caña - valle Chira) 9,6 (otros cultivos - ambos valles)
Cantidad de agua de riego por unidad de área m ³ /ha	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz)	7 319,75 (maíz) 17 026,04 (arroz) 15 610,58 (caña)
Consumo industrial Hm ³	1,23	1,23
Incremento del volumen útil del embalse por cambio de cota máxima de regulación (Hm ³)	0	50
Uso de agua subterránea (Hm ³)	0	30

Demanda atendida

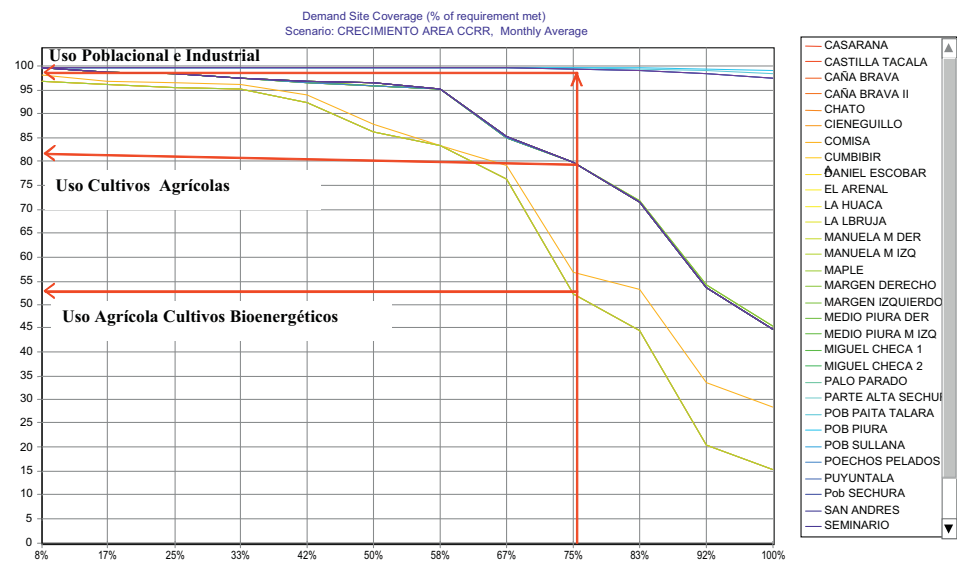
Los resultados de la simulación del modelo para el este escenario, muestran un nivel de cobertura de la demanda del 98 por ciento para la demanda poblacional, 80 por ciento para los cultivos agrícolas del valle y 52 por ciento para los cultivos de caña.

Los resultados obtenidos, aunque no son satisfactorios, muestran posibilidades de uso del valle en cultivos bioenergéticos (etanol) pero en menores volúmenes de uso de agua (50 por ciento).

Confiabilidad del sistema

La confiabilidad del sistema en este Escenario disminuye y tiene un promedio de 59 por ciento, lo que indica que la satisfacción del abastecimiento de agua a las demandas se vería muy afectado y el sistema no sería confiable (Figura 4.8).

Figura 4.8
Cobertura de la demanda del Sistema evaluada al 75 por ciento de confiabilidad - Escenario 4



4.5 ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En base a los resultados obtenidos a través de los diferentes Escenarios simulados con el propósito de evaluar el impacto que cada Escenario tiene sobre la confiabilidad del sistema y como se puede apreciar en el Cuadro 4.8 y la Figura 4.9, el Sistema Chira-Piura, en general es un sistema con limitada confiabilidad en los Escenarios de Referencia y arroja valores no satisfactorios en los otros Escenarios.

Cuadro 4.8

Parámetros de evaluación de sostenibilidad del sistema en conjunto

Elementos	Escenarios			
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Número de déficits	279	381	337	453
Confiabilidad (%)	74,9	65,7	69,7	59,3
Vulnerabilidad media Hm ³ /mes	99,64	99,40	95,38	117,54
Vulnerabilidad máx. Hm ³ /mes	180,7	204,8	206,6	241,0
Resiliencia media (mes)	3,9	4,4	3,8	4,3
Resiliencia máx. (mes)	12,0	17,0	11,0	17,0

Se observa que:

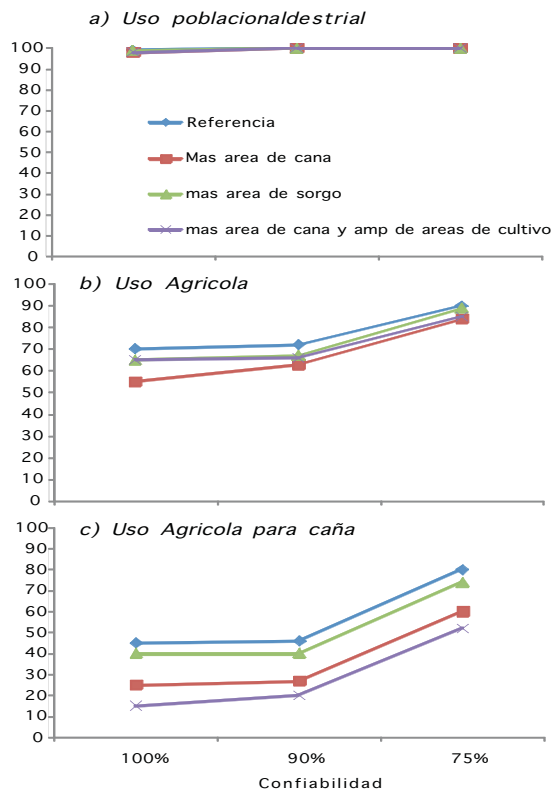
- I. **Escenario 1 de Referencia (situación actual):** este Escenario presenta 279 meses de déficit en los 1 112 meses analizados en 98 años: el tamaño medio de los déficits mensuales es 99,64 Hm³. Es un valor alto considerando que la demanda mensual varía de 100 Hm³ a 270 Hm³. La confiabilidad de 75 por ciento es un valor límite, lo que indica que se requiere trabajar en la gestión de la demanda para obtener una confiabilidad mayor a 75 por ciento. Otro indicador importante es su capacidad de resiliencia: 3,9 meses en promedio, pero que puede presentar un valor de hasta 12 meses. Estos indicadores presentan un Escenario apenas Satisfactorio.
- II. **Escenario 2:** Este escenario muestra una confiabilidad del 65 por ciento, presenta un elevado número de déficit (381 veces), su vulnerabilidad es similar al Escenario anterior y su resiliencia se ve incrementada 4,4 meses en promedio a 17 meses como valor máximo. En función de los indicadores, este Escenario se califica como No Satisfactorio.
- III. **Escenario 3:** Este escenario se vislumbra como la alternativa de mejor uso de agua en cultivos bioenergéticos ya que los indicadores mejoran y la confiabilidad se eleva a 70 por ciento. La vulnerabilidad continúa siendo alta (95,3 Hm³) y la capacidad de sobreponerse a un estado de déficit es de 3,8 meses en promedio y un máximo de 11 meses. Esto significa que tomaría solamente 3,8 meses para salir de un estado deficitario. Sin embargo, a pesar de esa mejora, el sistema resulta No Satisfactorio.
- IV. **Escenario 4:** Este Escenario es el que muestra la más baja confiabilidad (59 por ciento); como se puede apreciar en el Cuadro 4.8, el número de déficit es alto (453). El nivel de

cobertura de la demanda es también bajo y la resiliencia y la vulnerabilidad son altas y similares a las del Escenario 2. Por ello, es un Escenario No Satisfactorio.

En conclusión, según el presente estudio, sólo el Escenario I es Satisfactorio, pero con limitaciones y los otros tres Escenarios son No Satisfactorios.

Figura 4.9

Variación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda



4.6 CONCLUSIONES

La evaluación de los cuatro Escenarios donde varían la demanda y la disponibilidad de agua en el valle del río Chira describe y evalúa sus impactos desde el punto de vista de la confiabilidad del sistema, la cobertura de la demanda y la vulnerabilidad del sistema. Dichos escenarios son: Escenario 1 de Referencia, Escenario 2 con incremento de áreas con caña de azúcar, Escenario 3 con incremento de áreas con sorgo y Escenario 4 con aumento de áreas con caña y aumento de áreas de cultivo de los agricultores.

La simulación del Sistema Hídrico Chira-Piura y la evaluación de la confiabilidad se realizaron con el modelo WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) (Yates *et al.*

2005). Los resultados para los Escenarios 2, 3 y 4 indican una reducción de la confiabilidad, la cual conlleva una disminución de la demanda atendida; esta última disminuye del 90 por ciento (referencia) a 84, 89 y 85 por ciento para los agricultores y de 80 por ciento a 60, 74 y 52 por ciento para los cultivos bioenergéticos.

Estos resultados configuran que el Escenario 1 sea Satisfactorio con limitaciones y los Escenarios 2, 3 y 4 sean No Satisfactorios.

Los resultados muestran la necesidad urgente de una planificación del aprovechamiento de los recursos de agua y de suelo de los valles Chira y Piura. Asimismo, una mejora de la productividad del agua (0,7 kg de arroz/m³ de agua usada y 1,34 kg/m³ valle en su conjunto), lo que permitiría una mayor producción de alimentos con el mismo volumen de agua y las mismas extensiones de suelo.

En consecuencia, es posible hacer las siguientes recomendaciones:

- Formular planes de aprovechamiento de las aguas y el suelo del valle de Chira, con el fin de optimizar su uso.
- Ahondar los estudios referidos al sorgo como cultivo bioenergético, porque tiene menores requerimientos de agua.
- Incorporar medidas de control de la erosión en la cuenca alta del río Chira para disminuir la producción de sedimentos en la cuenca.
- Mejorar la eficiencia de las aguas de regadío
- Disminuir o eliminar el sistema de riego por pozas por ser muy ineficiente

ANÁLISIS DE RECURSOS BIOMÁSICOS LEÑOSOS Y DE RESIDUOS PARA USO COMBUSTIBLE

Víctor Barrena Arroyo, Jaime Gianella, Henry García,
Noelia Flores, Ethel Rubín, Juan Carlos Ocaña y Roxana Guillén

5.1 RESUMEN

La gestión del recurso biomásico orientada a promover el desarrollo de la bioenergía requiere de un mejor conocimiento sobre la situación actual para realizar un análisis de las perspectivas y el potencial de desarrollo que esta forma de energía tiene en el Perú. Con el objetivo de mejorar la capacidad del país para el desarrollo de la gestión pública-privada de los recursos biomásicos y salvaguardando la seguridad alimentaria de la población, se aplicó la metodología *Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping -WISDOM* de la FAO, con el objetivo de proveer evaluaciones cualitativas y servir como herramienta de planeamientos estratégicos para identificar sitios que requieran una acción prioritaria. Este análisis ayudó a identificar, cuantificar y localizar la producción y el consumo de biocombustibles y otros eventuales recursos dendroenergéticos dentro de un área geográfica específica y estimar su potencial²¹.

El análisis se realizó en base al establecimiento de datos geo-referenciados, lo cual permitió visualizar en mapas la producción y el consumo de dendroenergía y de otras formas de bioenergía, como así también sus potencialidades, cubriendo todo el país tanto a nivel de Provincia como a nivel de unidad espacial (píxel). El logro más importante en la aplicación de WISDOM ha sido la colección y armonización de las bases de datos generadas por distintas instituciones del Perú relacionadas con la oferta y la demanda de biomasa para la generación de energía así como haber generado una primera aproximación al estado actual del sistema bioenergético del país. Cabe indicar que una de las principales observaciones se relaciona con la falta de información; esto precisa definir una línea de acción que permita llenar estos vacíos para mejorar la calidad de la base de datos y los resultados encontrados.

Se estimó que el consumo de leña y carbón total del país fue cerca de 4 millones de toneladas por año aunque informes oficiales estiman que llega a los 5 millones de toneladas anuales; estas discrepancias se deben principalmente a la falta de información lo cual no permitió que algunas ciudades hayan sido evaluadas correctamente en el análisis (Lima y

²¹ Los detalles sobre la aplicación de la metodología de WISDOM para Perú se presentan en el Capítulo V del Compendio Técnico Volumen II.



Huancayo, por ejemplo) o porque no se ha tomado en cuenta en el caso de las industrias que los exportan, el origen de la leña y el carbón. En base a los resultados obtenidos las provincias que presentan el mayor consumo de biomasa son Virú (La Libertad) Chota (Cajamarca), Morropón (Piura) y Tarma (Junín).

Los resultados sobre la oferta en lo referente a la productividad media de los bosques (naturales y plantaciones), accesible y disponible para usos energéticos estiman que se llega a 252 millones de toneladas. Por otro lado, son casi 16 millones de toneladas de biomasa provenientes de otras fuentes como los residuos en el campo de los cultivos considerados en este estudio (maíz amarillo duro, arroz, caña de azúcar, algodón, espárrago, olivo), de los residuos de la agroindustria relacionada con estos cultivos y de los aserraderos.

Finalmente, el balance entre la oferta potencial y el consumo actual estimado, señala la importancia que tienen la leña, el carbón vegetal y los residuos de biomasa para la producción de energía en los sectores residencial, comercial e industrial del país. El balance entre la oferta dendroenergética y la demanda, indica que el Perú tiene un saldo positivo de un poco más de 250 millones de toneladas al año pero que la distribución de este superávit no es uniforme. Las provincias localizadas en la Selva presentan altos superávit, mientras que las provincias de la Costa y de la Sierra presentan serios déficit. Considerando los residuos, el saldo positivo general a nivel del país asciende a cerca de 270 millones de toneladas.

Se recomienda que WISDOM se convierta en una herramienta de planificación del Estado para definir y localizar los programas de fomento de plantaciones energéticas y ser base del desarrollo de políticas y programas del desarrollo energético del país a partir de la biomasa. De esta manera, sería altamente recomendable aplicar la metodología WISDOM a nivel local lo cual permitiría también la implementación de estos programas a nivel localizado. Se recomienda también que el equipo que ha trabajado en la aplicación de WISDOM en el Perú continúe procesando y analizando información para mejorar esta herramienta de planificación.

5.2 INTRODUCCIÓN

Los residuos agrícolas y forestales del Perú son recursos que actualmente no son explotados comercialmente y que presentan un gran potencial como fuente de energía primaria. En el Balance Nacional de Energía (BNE) elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), la biomasa de origen agrícola y forestal no es contabilizada como fuente de Energía Primaria Comercial (EPC).

El suministro de biomasa agrícola y forestal con fines energéticos puede clasificarse en dos grandes categorías según procedencia: a) de plantaciones energéticas²² y, b) de

22 Se desarrollan para que el conjunto de la biomasa aérea producida se destine única o principalmente a la generación de energía. Comprenden plantaciones de especies arbóreas de período vegetativo prolongado y plantaciones de período vegetativo corto (2 – 4 años) conformadas por especies arbóreas manejadas/adaptadas para explotación en plazo menor y especies arbustivas.

residuos agrícolas y forestales. El desarrollo de una gestión pública-privada de estos elementos biomásicos orientada a promover el desarrollo de la bioenergía -salvaguardando la seguridad alimentaria de la población-, requiere mejorar la capacidad del país en el conocimiento del uso que actualmente existe sobre la biomasa con fines energéticos. La vinculación entre la información relacionada con el consumo (demanda), la producción actual (oferta) y la producción potencial son esenciales para la elaboración de estrategias energéticas a largo plazo.

El objetivo principal de este estudio es analizar el potencial de la utilización de biomasa para usos energéticos sin que esto afecte la seguridad alimentaria de la población ni compita con el uso actual de la biomasa ni degrade los suelos. El producto principal de este trabajo es la creación de una base de datos geo-referenciada en la que la oferta y la demanda de biomasa para energía y su respectiva potencialidad de utilización, puedan ser visualizadas en mapas temáticos. Dichos mapas abarcan la totalidad del territorio nacional, utilizando como unidad mínima de análisis la delimitación provincial. Los mapas temáticos y la base de datos servirán como herramientas para apoyo en:

- el análisis de los distintos aspectos técnicos, socioeconómicos y medio ambientales de la utilización de los recursos biomásicos como fuentes energéticas desde la perspectiva de la sostenibilidad;
- determinar áreas prioritarias de actuación;
- la elaboración y formulación de estrategias de ordenación de los recursos biomásicos para la generación de bioenergía a corto y medio plazo.

Los objetivos específicos del análisis son:

- Mostrar en mapas temáticos la situación actual de la oferta y del consumo de dendrocombustibles en las distintas provincias del territorio peruano.
- Evaluar el potencial disponible de biomasa para la generación de energía que ofrecen los bosques naturales, las plantaciones forestales, los residuos agrícolas de las cosechas y los derivados de distintas actividades agroindustriales y de las industrias forestales del país.
- Determinar el papel de los dendrocombustibles en el sector forestal.
- Detectar los vacíos de información, incoherencias y fragmentación de datos existentes entre las estadísticas forestales y de consumo de leña y carbón vegetal en los sectores residencial, comercial e industrial.

El Perú tiene una superficie de 1 285 215,6 km² de los que el 11 por ciento pertenece a la Costa, 29 por ciento a la Sierra y 60 por ciento a la Selva, aproximadamente. Según el Censo Poblacional de 2007 (INEI, 2008) el Perú cuenta con 28 220 764 de habitantes que se distribuyen de la siguiente manera: 53,1 por ciento en la Costa, 31,1 por ciento en la Sierra y 13 por ciento en la Selva. El 24,1 por ciento de la población es rural y el 75,9 por ciento es urbana; Lima, la ciudad capital, cuenta con el 30 por ciento de la población total del país, es decir que toda la población de Lima equivale a toda la población rural del Perú.

5.2.1 SECTOR FORESTAL

Desde el punto de vista forestal, el Perú cuenta con 71 869 713 ha de bosques naturales; en la Costa existen 2 778 250 ha, en la Sierra 1 841 200 ha y en la Selva 67 250 263 ha. Se considera que existen 10 500 000 ha de tierras aptas para la reforestación, que sumadas a las cifras anteriores, indican que el Perú cuenta con 82 369 713 ha de tierras de aptitud forestal.

La Costa es la región natural donde se concentra la actividad agrícola y donde se encuentran las ciudades más grandes del país. En esta región se encuentra el Bosque Seco del Noroeste que cubre aproximadamente 500 000 ha; este tipo de bosque ha sido degradado principalmente por la ganadería caprina y se ha convertido en un bosque tipo sabana que ocupa 1 000 000 ha. En la década de 1970 se decretó una veda de extracción de madera de estos bosques a causa de la sobreexplotación que continua en vigor hasta el día de hoy, en especial del hualtaco, una madera para la producción de parquet.

Estos bosques son abiertos, con árboles dispersos de porte bajo, sobre un manto de gramíneas, asociadas con otras herbáceas de carácter estacional que desaparecen en las épocas de sequía para reverdecer cuando se presentan las lluvias veraniegas. La especie representativa del bosque seco tipo sabana es el *Prosopis pallida* (algarrobo), que en muchos sectores se encuentra asociado a especies resistentes a las sequías, principalmente con el *Capparis angulata* (zapote) y en menor proporción con *Capparis ovalifolia* (bichayo), *Acacia macracantha* (Faique), *Parkinsonia aculeata* (espinas de cristo), *Cercidium praecox* (palo verde) y *Vallesia glabra* (cun cun).

En la actualidad se extrae madera para leña y para producir carbón vegetal, principalmente de los algarrobos, para uso doméstico. De manera ilegal se extrae esta especie para producir carbón vegetal destinado a restaurantes y pollerías así como para utilizarlo en las parrilladas que se realizan en los hogares.

En Piura se ha encontrado que en 1995 se perdieron 14 800 ha de bosques secos, por extracción de madera para producir leña, carbón y cajones para fruta, (Vilela, 2005). También existen en esta región, cerca de la frontera con Ecuador, 4 000 ha de manglares, con dos especies de mangle (*Rhizophora* sp.). Estos bosques han desaparecido por la construcción de pozas langostineras. También afectan a estos bosques la excesiva extracción de conchas y cangrejos, los residuos sólidos producidos por los pobladores aledaños y la contaminación por desagües domésticos y químicos de la actividad agrícola. Otras amenazas principales incluyen la deforestación del bosque y del matorral adyacente.

En el Centro y Sur de la Costa existe una formación climática llamada “lomas” de la cual solo quedan algunos relictos. En la época de la Colonia se extraía madera de estos bosques.

La Sierra, por otro lado, es la región natural donde se encuentran la mayor cantidad de recursos mineros. Se la considera también como la fuente agua del país y es la región

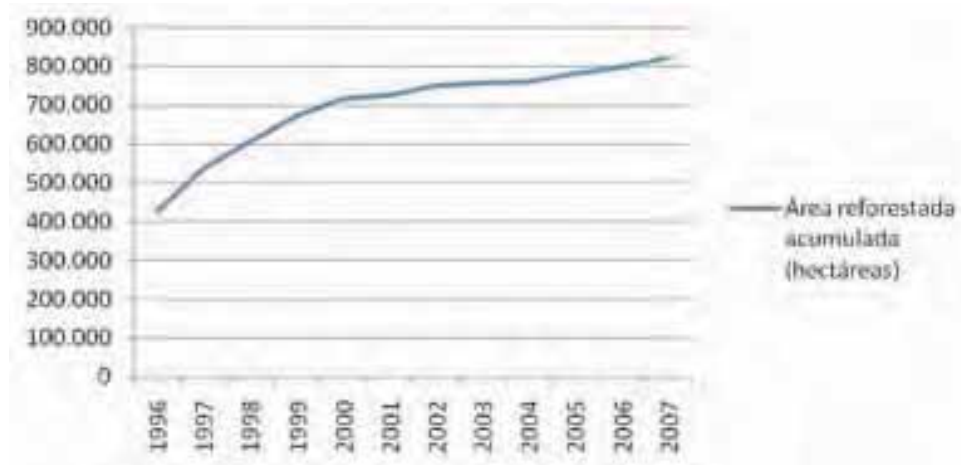
que tiene la mayor extensión de pastos naturales. Tradicionalmente, la agricultura es el uso más importante de esta región y debido a su topografía y al desarrollo agrícola hay muchos sitios erosionados. Esta región cuenta con 1 841 200 ha de bosques naturales que varían según el piso ecológico. El árbol típico de la Sierra es el quinal (*Polylepis* sp.) que es utilizado por la población local como leña. También existen bosques de quishuar (*Buddleia incana*), de aliso (*Alnus jorullensis*), de tara (*Caesalpinea tinctoria*). El quishuar es utilizado en filas para dividir campos y se utiliza para leña. El Perú es el mayor productor de tara en el mundo, con el 80 por ciento de la producción mundial.

En esta región se han plantado más de 725 000 ha principalmente de *Eucalyptus* sp. y de *Pinus* sp., particularmente en las regiones administrativas de Cuzco, Cajamarca, Ancash, Junín, Apurímac y Ayacucho. En Cajamarca se encuentran las plantaciones de porcón con 12 800 ha; estas plantaciones son manejadas por ADEFOR. Simbaña (com. pers.) considera que el 90 por ciento de las plantaciones de la región administrativa Ancash son de eucalipto. Por otro lado, FAO indica que 75 por ciento de las plantaciones forestales en el país son de eucaliptos, el seis por ciento de pinos y el 19 por ciento restante corresponde a otras especies.

En la Figura 5.1 se muestra la evolución de la superficie acumulada forestada para el período 1996 – 2007 (PNUD e INRENA 2008).

Figura 5.1

Área reforestada acumulada en Perú 1996 – 2007 Variación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda



Fuente: PNUD e INEI, 2008

El MINAG (2005) indica que la mayor parte de estas plantaciones, por su ubicación y productividad, y por no haber sido técnicamente manejadas, cumplen esencialmente funciones ambientales y de protección. En cuanto al Incremento Medio Anual (IMA), Berni (2009) indica que los eucaliptos presentan una producción de 23 m³/ha/año, los pinos 16 m³/ha/año y otras especies 10 m³/ha/año, Por otro lado, Jon (2001) menciona que para el eucalipto se ha

encontrado entre 3,5 m³/ha a 6,7 m³/ha en Ocopilla, 7 m³/ha a 10 m³/ha en San Agustín de Cajas y 8,3 m³/ha a 10,2 m³/ha en Sapallanga, todos ellos en Junín. Por otro lado, Simbaña (com. pers.) indica que el IMA es variable dependiendo de la altitud, suelos, clima y edad, y que varía entre 8 m³/ha a 18 m³/ha; añade que para el pino el IMA varía de 7 a 15 m³/ha.

La Selva, representa aproximadamente el 60 por ciento del área del país; el 61 por ciento de sus tierras son de producción forestal y un 21 por ciento son tierras de protección. Una característica de la Selva peruana es su gran heterogeneidad y biodiversidad. Se considera que en esta región natural existen más de 4 000 especies forestales; se pueden encontrar 300 especies forestales y 100 árboles por encima de 30 cm de dap por hectárea; se encuentran entre 1 a 8 árboles por especie en cada 10 hectáreas y puede haber de 20 m³/ha a 200 m³/ha, considerando un promedio de 100 m³/ha para árboles mayores a 25 cm de dap. Su alta biodiversidad puede reflejarse en que entre 20 a 25 especies representan del 40 al 50 por ciento del volumen total que puede llegar a 70 por ciento si se consideran 50 especies. Bueno et al. (1978) indican que el IMA de bosques húmedos tropicales varía entre 1 m³/ha a 30 m³/ha, pero se puede tomar como promedio 10 m³/ha. Desde el punto de vista económico, las especies más valiosas son la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela sp.*); dada la situación de su población, la exportación de madera de caoba está regulada.

El mayor problema forestal de esta región es la deforestación causada por la agricultura, con la práctica de tumba y quema. En el año 2000, 9 500 000 ha habían sido deforestadas a una tasa de 261 158 ha/año.

5.2.2 SECTOR AGRÍCOLA

El territorio peruano cuenta con unos 7 600 000 ha con capacidad para los cultivos agrícolas, lo que equivale al seis por ciento de su superficie total. Aproximadamente 17 000 000 ha (14 por ciento) son tierras con aptitud para pastos y unas 48 700 000 ha poseen aptitud forestal (38 por ciento), correspondiendo el porcentaje restante a tierras con grandes limitaciones económicas para la producción, que son denominadas técnicamente "tierras de protección". Dentro de esta pequeña disponibilidad de tierras para fines agrícolas, el diagnóstico oficial indica que entre el 55 y el 60 por ciento están afectadas por la erosión en diversos grados y que en las zonas costeras hay aproximadamente unas 300 000 mil hectáreas que registran problemas de salinidad, especialmente en las áreas donde se cultiva arroz. A su vez, dentro de las áreas erosionadas, el 6,4 por ciento tiene una calificación de "erosión severa", lo cual registra unas 8,2 millones de hectáreas, que están distribuidas en un 31 por ciento en la Costa y el 65 por ciento en la Sierra.

Los residuos agrícolas y pecuarios, constituyen una importante fuente de energía primaria que puede ser utilizada comercialmente y/o para autoconsumo. Estas fuentes de biomasa incluyen los residuos de cosecha de algunos cultivos anuales, los reemplazos de algunas plantaciones agrícolas, los residuos de las podas de algunos árboles y el potencial de residuos pecuarios.

La agricultura en el Perú está influenciada por la diversidad climática, por la distribución de los suelos y por el relieve de su territorio. De los 7 600 000 ha con capacidad para cultivos agrícolas del Perú, el 16 por ciento corresponden a la Costa, casi un 52 por ciento a la Sierra y un 32 por ciento a la Selva, aproximadamente. Sin embargo, se considera que la superficie agrícola es apenas 2 800 000 ha en todo el país. En el año 2006 los cultivos de mayor extensión eran: café con 337 400 ha, cacao con 66 700 ha, plátano 173 800 ha, caña de azúcar 65 800 ha, arroz 346 900 ha, maíz amarillo duro 288 700 ha, maíz amiláceo 239 300 ha, papa 264 800 ha, yuca 104 000 ha, algodón rama 92 300 ha, entre otros.

En la última década se registró un aumento de la producción agrícola del país en un contexto caracterizado por la recuperación de la estabilidad macroeconómica, la apertura del comercio internacional, la liberalización de los precios de los productos agrícolas y el ingreso de nuevos actores privados en el agro.

Una de las características de las tierras agrícolas es su fragmentación en pequeñas unidades. En 1994, la extensión promedio de la unidad de producción agrícola era de sólo 3,1 ha en total. Esta fragmentación es mucho más aguda en la Sierra donde la extensión promedio se reduce a 2,4 ha.

La agricultura mantiene bajos niveles de importancia en el PBI global, avanzando hasta 9,0 por ciento en el año 2000, desde el 8,0 por ciento registrado en 1991. Lo mismo sucede con la participación de la agricultura en el empleo y la generación de divisas. Sin embargo, el valor del producto agropecuario *per capita*, que indica la seguridad alimentaria de la población o la capacidad de producir los alimentos que se demandan en el mercado interno, se elevó en el 2000 aproximadamente en 38,8 por ciento respecto a 1991.

Las mejores tierras de cultivos del Perú se encuentran en la Costa donde la agricultura es intensiva y practicada en los fondos de los valles; es de donde se obtiene la más alta producción agrícola debido a que cuenta con orientación técnica, mecanización e inversiones de grandes capitales. Convenientemente irrigadas, son tierras de alta productividad. Por la escasez de agua existente, en la Costa se obtiene, en la mayoría de los valles, sólo una cosecha al año; pero en aquellos casos en que se han realizado obras de riego se obtienen hasta dos cosechas, aumentando al mismo tiempo la producción agrícola. Predominan los cultivos industriales, como la caña de azúcar, el algodón o los frutales, que son productos de alta rentabilidad. En los últimos años agricultura se dirige a la exportación, principalmente de espárrago.

La Sierra se caracteriza por una agricultura extensiva utilizando herramientas tradicionales, carece de asistencia técnica y crediticia permanente, a lo cual se suma la desventaja de la baja calidad productiva de sus tierras. La agricultura es practicada principalmente en las tierras de comunidades campesinas. Existen dos tipos de tierras laborables: tierras de regadío y tierras de secano. Las tierras de regadío se localizan en los

valles interandinos o en las inmediaciones de las fuentes, manantiales o puquiales. Los suelos de estos valles están sometidos a un uso intensivo. Las tierras de secano se localizan en los flancos andinos y producen por efecto de las lluvias periódicas (de diciembre a marzo) y regulares (sin interrupción durante ese período). En la Sierra se cultivan preferentemente plantas alimenticias, tales como papa, trigo quinua o maíz.

Se estima que en la Selva hay 2 millones de hectáreas en producción agrícola. Los suelos de la Selva están cubiertos de una delgada capa de humus o sustancias orgánicas, provenientes de las hojas y ramas de los árboles, que son los elementos que le dan fertilidad natural que permite tener buenos rendimientos durante dos o tres años. Sin embargo, no se hace un adecuado uso de ellos: la fertilidad se pierde y la tierra tiene que ser dejada en barbecho. La Selva Alta del Perú, es la zona agrícola de esta vasta región, debido a sus especiales condiciones geográficas. En cambio, la Selva Baja tiene suelos inundables, donde el desarrollo agrícola es limitado.

En la Selva Alta se producen frutales como cítricos y café y cacao. El café tradicionalmente ha sido un producto de exportación y en los últimos años se están produciendo café y cacao orgánicos para mercados específicos logrando mejores precios. También se producen de manera limitada caña de azúcar, maíz y algodón y en los valles se produce arroz. En la Selva Baja se produce plátano, frijol, arroz en las zonas inundables de las playas de los grandes ríos, entre otros.

La mayoría de los cultivos, con excepción del arroz, se desarrollan principal o únicamente en la región de la Costa. En el período 2005 – 2008 la extensión anual promedio del conjunto de los cultivos mencionados alcanzó a 530 000 ha, superficie que representa alrededor del 70 por ciento del total del área cultivada en la Costa del Perú. Las tendencias sobre los cultivos más importantes se presentan a continuación.

La producción de caña de azúcar se concentra en las regiones de la Costa Norte. En zonas de Selva Alta y determinados Valles Interandinos existen pequeñas plantaciones, cuya producción se destina a la elaboración de aguardiente y panela o chancaca, en establecimientos en pequeña escala o artesanales.

La producción de arroz se ha incrementado a lo largo de la última década. En el período 2005 – 2008 la producción nacional pasó de 2,47 Mt a 2,80 Mt con un promedio anual de 2,51 Mt.

El maíz amarillo duro se cultiva en todas las regiones del país. Al igual que otros cultivos ampliamente difundidos en el territorio nacional, su manejo presenta marcadas diferencias entre las regiones en cuanto al área dedicada y al rendimiento. Estas diferencias se reflejan en el grado de concentración de la producción y en la menor intensidad del área bajo cultivo.

Entre 2005 – 2008, el área promedio anual destinada al cultivo de algodón fue 85 675 ha, cifra significativamente menor a las 136 400 ha promedio/año de la década anterior. El cultivo de espárrago se desarrolla sólo en la Costa. Las plantaciones se ubican en valles e irrigaciones que cuentan con agua de superficie mediante sistemas regulados o no regulados y en terrenos que se explotan mediante agua de subsuelo. Entre 2005 – 2008 el área cosechada pasó de 18 190 ha a 29 757, o sea, un incremento del 60 por ciento.

Las plantaciones de olivo en el Perú abarcaron 10 415 hectáreas en el 2008, extensión superior en aproximadamente 1 765 ha a la registrada en el 2005. Si bien, en las últimas dos décadas se observa un creciente interés para impulsar el desarrollo de plantaciones e industrialización del olivo, el área bajo cultivo es aún poco significativa en el conjunto de la agricultura nacional.

El universo de aves de corral se refiere a la crianza de pollos para carne, ponedoras, reproductoras y padres reproductores. Se observa un significativo incremento de esta actividad. Según estadísticas del MINAG en el período 1994 (Censo Nacional Agropecuario) – 2005 (*Compendio Estadístico Agrario 1994 – 2005*) la colocación de pollo “BB” para carne pasó de 195 millones a 340 millones, con un incremento del 75 por ciento.

En el 2005 la población promedio/mes de aves de corral se estimó en de 79,2 millones. La composición de la misma fue: pollos para carne 61,9 millones (78 por ciento), gallinas de postura 13,5 millones (17 por ciento) gallinas reproductoras 0,25 millones (0,003 por ciento) y padres reproductores 3,5 millones (4,4 por ciento).

La población de ganado vacuno presenta un grado de dispersión significativamente mayor al indicado para la industria avícola. Para el año 2006 se estimó una población de ganado vacuno de 5,24 millones; el 62.8 por ciento de la misma se distribuye en siete regiones, siendo las de mayor importancia Puno y Cajamarca que reúnen el 11,78 por ciento y el 11,16 por ciento, respectivamente. Las regiones de Cusco, Ayacucho, Ancash, Huanuco y Arequipa reúnen el 40 por ciento del total nacional.

En el año 2006 la población de ganado ovino en el Perú se estimó en 13,67 millones de cabezas/unidades. El 75,8 por ciento de esta población se concentra en siete regiones, principalmente en aquellas que disponen de áreas de pastoreo alto andino, tales como Puno (21 por ciento), Cusco (17,4 por ciento), Junín (8,9 por ciento) Huánuco (8,6 por ciento), Huancavelica (7,1 por ciento), Pasco (6,8 por ciento) y Ayacucho (6 por ciento). De acuerdo a la información de 2006, la población de ganado caprino del Perú fue 1,9 millones de cabezas.

En el 2006 se estimó en 3,1 millones de cabezas la población promedio/mes de ganado porcino en el Perú. Se sacrifican anualmente cerca de un millón de cabezas y se producen

entre 50 000 y 52 000 toneladas de carne. Las granjas porcinas se encuentran ampliamente distribuidas en el territorio nacional, en tres estratos de producción: el tecnificado, el semitecnificado y el denominado de traspatio.

El primero utiliza tecnologías más desarrolladas en porcicultura y muchas granjas alcanzan un grado de integración vertical y horizontal, disponiendo de plantas de alimentos balanceados con sistemas automatizados de balanceo de raciones; sus medidas de bioseguridad son estrictas para el control de las principales enfermedades y se estima que la participación de este estrato en el mercado nacional alcanza aproximadamente al 60 por ciento.

En el estrato semitecnificado, la producción es generalmente reducida y aunque en muchas ocasiones el pie de cría es similar al del sistema tecnificado, las instalaciones y las medidas zoonosanitarias no son óptimas. Este sistema emplea tanto alimentos balanceados comerciales como, en muchos casos, desechos orgánicos municipales. Se calcula que este sistema aporta/atende alrededor del 30 por ciento del requerimiento de la demanda interna por carne/derivados del ganado porcino.

El tercer estrato de producción, conocido como de traspatio, rural o de autoabastecimiento, se encuentra en todo el territorio nacional, la calidad genética de los animales es pobre aunque su rusticidad y adaptación al medio les permite producir carne con un mínimo de manejo de nutrimentos, los cuales provienen de subproductos y granos. Se estima que este sistema de producción contribuye con el 10 por ciento de la producción nacional.

La población de alpacas en el Perú en el 2006 se estimó en 3,62 millones de cabezas, la población de llamas en 1,25 millones, lo cual hace un total aproximado de 4,87 millones de unidades de camélidos andinos. En cuatro regiones se concentra el 80,4 por ciento de dicha población: Puno (49,6 por ciento), Cusco (13,9 por ciento), Arequipa (9,6 por ciento) y Huancavelica (7,3 por ciento).

En el Perú las principales actividades de agroindustria están las relacionadas con los cultivos de caña de azúcar y arroz y el área de cultivo que abarcan es superior a la que corresponde a cultivos que suministran materia prima para otras agroindustrias. Se agrega la importancia relativa del valor de la producción agrícola en el conjunto del sector y el empleo directo e indirecto relacionado a las mismas.

Aparte del procesamiento de caña de azúcar y arroz cáscara, las actividades agroindustriales que pertenecen al ámbito administrativo del Ministerio de Agricultura son: Aceites y Grasas, Alimentos Balanceados, Derivados de Avena, Derivados del Cacao, Embutidos y Carnes Preparadas, Derivados de Espárrago, Harina de Trigo, Producción de Fideos, Derivados de Maltería, Derivados de Limón, Derivados de Lácteos, Producción de Fibra y Pepa de Algodón.

Varias de las actividades mencionadas aplican procesos de conversión y materia prima que generan residuos en base seca, en volumen mínimo respecto del volumen del insumo utilizado. Otras actividades (procesamiento primario y/o transformación industrial final) de frutas, leguminosas, hortalizas, entre otras, generan residuos húmedos en volumen limitado, cuyo contenido energético es inferior (aproximadamente 7-8 veces menor) al de residuos fibrosos/leñosos de origen agrícola.

5.2.3 SECTOR ENERGÉTICO

Las estadísticas de producción de leña y carbón son producidas anualmente por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. En el Cuadro 5.1 se muestra la producción de carbón por regiones naturales para 2008 (DGFF, 2009).

Cuadro 5.1

Producción de carbón por regiones naturales. Año 2008.

Región Natural	Peso neto (kg)	%
Costa	50 056 433,50	97,35
Sierra	179 228,00	0,35
Selva	1 183 008,12	2,30
TOTAL	51 418 669,60	100,00

Fuente DGFF (2009)

Se aprecia que la región natural que produce mayor cantidad de leña es la Costa con casi la totalidad de producción de carbón del país (97,35 por ciento). Se considera que el 60 por ciento del carbón consumido en Lima proviene de estos bosques (Gonzáles, com. pers). Se ha estimado que en 1954, se producían 100 t/día de carbón vegetal de estos bosques para uso doméstico de Lima (Loayza, 1986).

En la Sierra, donde se produce la menor cantidad de carbón, las regiones de Arequipa y Huancavelica son las importantes. El eucalipto es la especie con la que se produce la mayor cantidad de carbón lo que representa 55,19 por ciento de la producción total de la Sierra (DGFF, 2009). Años atrás esta región producía carbón de eucalipto para Lima, pero como el carbón de esta especie no presenta buen poder calórico, los restaurantes y pollerías dejaron de usar este carbón (Gonzales, com. pers).

Finalmente, en la Selva, Ucayali es la región donde se produce la mayor cantidad de carbón (662 116,83 kg), le siguen Madre de Dios (440 438,29 kg) y Huánuco (80 453 kg). No aparece Loreto, la región más grande (DGFF, 2009). Esta diferencia puede deberse a que Iquitos, la capital de Loreto, no está conectada por carretera con el resto del país y que Ucayali y Pto. Maldonado sí; Loreto no está conectada a ningún mercado de carbón producido en Iquitos que es básicamente para las pollerías locales. Gonzáles (com. pers.) indica que el 40 básicamente del carbón que se consume en Lima proviene del Pucallpa y que los aserraderos grandes, que producen parquet, cuentan con hornos para producir

carbón a partir de los residuos del proceso de fabricación de parquet que tienen contratos con las cadenas de pollerías de Lima. Esto se confirma con las estadísticas presentadas por DGFF (2009) pues las especies de las que se produce la mayor cantidad de carbón son Shihuahuaco, Quinilla y Capirona, especies de las que se produce parquet y que producen un carbón de buen poder calórico.

En lo referente a la leña, según DGFF (2009), el Perú produjo en 2008, 7 028 267,28 de m³, las regiones que más producen leña son Cajamarca (14,62 por ciento) y Puno (9,99 por ciento) y las regiones que menos producen leña son Moquegua (0,18 por ciento), Tacna (0,18 por ciento) y Tumbes (0,13 por ciento). Reynel (1988) indica que en la Sierra Sur se consume leña y estiércol combinados de acuerdo a la estación y que la leña proviene, en más de un 90 por ciento, de vegetación arbustiva baja de menos de 1,5 m.

Por otro lado, se presenta una situación sorprendente, DGFF (2009) informa que en 2008 se importaron 216 264,21 kg de carbón y 47 068,18 kg de leña por un valor CIF de USD 19 062,69 y USD 22 156,65 respectivamente.

El carbón es importado para ser usado en la producción de carburo de calcio, cianuro, carbón activado y acero, aunque este último consume también hulla o carbón mineral y la leña importada es usada por empresas que producen embutidos ahumados (González, com. pers.).

5.3 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA: MAPEO DE OFERTA Y DEMANDA INTEGRADA DE DENDROCOMBUSTIBLES

La metodología WISDOM²³ originalmente estaba enfocada solamente a la evaluación de la biomasa leñosa, aunque recientemente esta visión se ha ampliado para comprender también otros tipos de biomasa no leñosa, tales como las de origen agrícola y agro industrial. De hecho, la metodología permite la incorporación de otras capas de información georeferenciada relativas a la oferta y al consumo de otras fuentes de biomasa. En esta aplicación de WISDOM para Perú, han sido considerados tanto la biomasa no leñosa de origen agrícola, como los residuos de poda y cosecha y los subproductos de las agroindustrias. La metodología y aciertos aplicados para el caso de Perú se presentan en el volumen II del Compendium Técnico, Capítulo V.

La metodología WISDOM no es un “paquete” de programas, sino que permite un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad a la heterogeneidad y fragmentación de los datos y la información disponible, referente a la producción y consumo de bioenergía. El enfoque WISDOM tiene la ventaja de considerar el contexto completo de la oferta y la demanda,

23 Para hacer frente a las diversas dimensiones de los sistemas dendroenergéticos, el Programa de Dendroenergía de la FAO desarrolló e implementó la metodología “*Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*” (WISDOM), “*Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles*”, que es una herramienta espacial de planeamiento para destacar y determinar las áreas de prioridad o los “puntos calientes” de los dendrocombustibles (Drigo et al, 2002; FAO, 2003; Masera et al, 2006).

lo cual brinda un apoyo consistente para el objetivo de definir zonas de oferta sostenible o sitios específicos de alto consumo, tales como las potenciales plantaciones con fines energéticos o las principales ciudades y centros poblados.

El análisis WISDOM a nivel nacional no reemplaza a los estudios detallados de nivel local que se realizan para una planificación operativa, sino que se orienta más bien a la formulación de estrategias política mediante la integración y análisis de la información y los indicadores existentes relativos a la oferta y la demanda de bioenergía. Más que datos absolutos y cuantitativos, WISDOM tiene por objetivo proveer evaluaciones cualitativas, tales como zonas de riesgo o áreas críticas, resaltando con el nivel de detalle más alto posible las áreas que requieren atención y, si es necesario, sobre las que se requiere una recolección de datos más exhaustiva. En otras palabras, WISDOM debe servir como herramienta de planeamiento estratégico para identificar sitios que requieren una acción prioritaria.

WISDOM está basado en:

- a) el uso de bases de datos geo-referenciados sobre aspectos socio-demográficos y recursos naturales integrados en un sistema de información geográfica;
- b) una unidad mínima de análisis a nivel sub-nacional (administrativo) y a nivel espacial (pixel);
- c) un marco de trabajo modular, abierto y adaptable, que integra información relativa a la bioenergía desde múltiples fuentes; y
- d) una cobertura detallada de los patrones de distribución de las zonas de oferta y consumo de biomasa (leñosa y no leñosa).

La aplicación de la metodología de análisis WISDOM para representar el balance de la oferta y demanda de biomasa combustible a nivel local implica cinco pasos principales (FAO, 2003b).

1. Definición de la unidad administrativa/espacial mínima de análisis.
2. Desarrollo del módulo demanda.
3. Desarrollo del módulo oferta.
4. Desarrollo del módulo integración.
5. Selección de las áreas prioritarias o puntos calientes de biomasa bajo diferentes escenarios.

Análisis adicionales en las áreas de oferta: para delinear las áreas que puedan proveer en forma sostenible de recursos biomásicos a las zonas de consumo identificadas, es necesario cumplir una serie de pasos adicionales que se pueden resumir en:

6. Mapeo de la oferta potencialmente “comercial” de biomasa disponible para el mercado.
7. Definición de las áreas de oferta sostenible (biocuenca), basadas en la producción potencialmente “comercial” de biomasa y en parámetros físicos de accesibilidad.

5.4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología WISDOM en el Perú ha generado una base de datos georeferenciada la cual ha permitido trazar un mapa representativo del Balance Bioenergético para el país. Este análisis también ha permitido identificar la situación de la información necesaria para la aplicación de WISDOM, que como se explica en el acápite siguiente, tiene vacíos y deficiencias. Entre ello se indica que parte de la información ha sido estimada con base en las referencias disponibles, parte de la información no era reciente, la información de consumo era muy escasa y fragmentada, algunos índices no eran específicos para el Perú y tal vez no eran adecuados a las condiciones actuales del Perú. Esto ha ayudado a definir un “inventario” sobre la información que se requiere relevar, mejorar, actualizar para mejorar la actual base de datos WISDOM Perú. Otro resultado importante de este trabajo es que se está formando un equipo local de personas capacitadas en esta metodología y en el manejo de la información necesaria que difundirán WISDOM y que debieran ser los que lideren el manejo de la base de datos de WISDOM en el Perú.

Vacíos de información

Durante la implementación de la metodología WISDOM en el Perú, se han constatado vacíos de información tanto cartográficos como estadística, es decir que el país no cuenta con toda la información necesaria. Estos vacíos se presentan ya sea porque la información no existe a nivel local y sólo existen a nivel macro (nacional) o meso (regional), porque está incompleta o es deficiente o porque en algunos casos la información simplemente no existe.

La única información sistematizada que existe a nivel local son los Censos de Población y Vivienda elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), las estadísticas relativas a los cultivos elaborados por el MINAG y la ubicación y capacidad instalada de aserraderos elaborada por el ex INRENA.

Un vacío de información importante es la falta de un documento cartográfico que muestre la localización de las plantaciones forestales y las especies utilizadas en las mismas. La única información disponible son estadísticas que muestran las superficies y especies de las plantaciones forestales por regiones (DGFF, 2009). Se supone que debe existir información estadística a nivel local en las instituciones del Estado a nivel regional La Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR) ha elaborado información cartográfica de las plantaciones forestales de la región de Cajamarca. No obstante, el equipo técnico de trabajo no pudo acceder a las mismas.

Otro vacío de información es que no existe un Mapa de las áreas cultivadas ni de cultivos en el país. La única información disponible es la obtenida del Mapa Forestal del año 2000, que muestra de forma aproximada donde se ubican las áreas de cultivos para el año en el que se elaboró dicho mapa, dejando como incógnita el avance de la frontera agropecuaria acaecida en el último decenio. El mapa forestal utilizado fue el elaborado por el INRENA para el año 2000, el cual no ha sido publicado.

Este mapa representa de forma adecuada los recursos forestales relativos a la Selva, pero no ocurre lo mismo con las áreas boscosas de la Sierra y de la Costa. Esto ha sido constatado en el presente estudio mediante el cotejo de dicho mapa con imágenes LANSAT y productos globales como *Tree Cover Percent*.

Respecto a la información relativa a los valores de reserva del bosque nativo, sólo existen inventarios que muestran adecuadamente, los contenidos volumétricos o de biomasa de la vegetación natural de la Selva. Existen inventarios de los bosques secos pero éstos no reflejan las variaciones de densidad. En la Sierra, de igual manera se cuenta con evaluaciones muy locales de algunas especies como el *Polylepis sp.* (quinual) pero no de otros tipos de formaciones boscosas de la región. Ello no permite tener una adecuada estimación de la biomasa natural del país.

Asimismo, no se dispone de información de la biomasa de arbustales, matorrales y formaciones vegetales extensas que en la región andina tienen una extensión de 6 246 521,21 ha (Barrena, *et al.*, 2008). Únicamente existen investigaciones muy locales que reflejan valores de reserva de especies vegetales aisladas.

Del mismo modo, tampoco hay información sobre los tolares y yaretales en la Sierra Sur, donde tradicionalmente, son utilizados como fuentes energía por la población.

En cuanto a las plantaciones forestales las estadísticas indican que hasta el año 2008 han sido reforestadas 858 486,23 ha en todo el país (DGFF, 2009). Esta información indica el número de hectáreas implantadas a nivel departamental, pero no reflejan información sobre el estado de estas plantaciones, el número de hectáreas que lograron consolidarse como bosques, o cuantas hectáreas fueron taladas con fines comerciales. Por otro lado, son pocos los casos en donde se conocen las reservas de biomasa (stock) de las plantaciones. En síntesis, las plantaciones realizadas por el Estado (Sector agricultura o por proyectos de cooperación técnica como el Proyecto FAO-Holanda) no han sido monitoreadas.

Por otro lado, no se han realizado las suficientes investigaciones sobre la productividad de los bosques naturales, lo que ha conllevado a hacer inferencias para la estimación del IMA de estos bosques. En el caso de plantaciones, hay información sobre incrementos medios anuales (IMA) pero de manera fragmentada y no se cuenta con estudios que muestren los IMA a nivel, local, regional o nacional de las especies plantadas en el país. En cuanto a los matorrales y arbustales, no se cuenta con información del IMA de la biomasa de estas formaciones vegetales.

En cuanto a los datos estadísticos del conjunto de los sectores, hay información accesible sólo a nivel regional. Es posible que en las oficinas regionales o locales de cada uno de los sectores involucrados en los sistemas bioenergéticos cuenten con información, pero ésta no se encuentra estandarizada ni sistematizada. El equipo técnico no tuvo acceso

a la información generada por los distintos organismos regionales, no obstante para su inclusión hubiese sido necesaria la inversión de un elevado número de horas y de recursos humanos.

El consumo de leña es uno de los insumos básicos de este análisis. El método de evaluación de las extracciones de leña en el país es indirecto, se obtiene mediante cálculos estimativos basados en el consumo que realiza la población rural del Perú. Se estima que la población rural de la Costa registra un consumo anual per capita de 0,5 m³, la Sierra 1,1 m³ (r) y la Selva 1,3 m³ (r) (DGFF, 2009).

Aplicar estos índices implica conocer los patrones de consumo de leña en cada una de las regiones naturales del país. Estos factores pueden variar con el tiempo, dependiendo de los hábitos de consumos energéticos de la población. Un claro ejemplo de esta situación es Tarma localizada en la Sierra Central, donde el consumo de leña ha disminuido debido a la sustitución de la leña por el gas natural en los consumos residenciales (INEI, 2008).

Otro vacío de información se encuentra en la red de caminos forestales levantadas por los concesionarios de las concesiones forestales. Sólo se cuenta con información de alguna concesión. Ello modifica el análisis costo-distancia a realizar dentro de WISDOM.

Asimismo existe un movimiento de madera entre las distintas regiones del país, generalmente de tablas desechadas o consideradas como residuos. Estos flujos de la madera se dan desde los centros de producción en la Selva hacia lugares donde no hay disponibilidad de madera. Estos flujos de exportación-importación entre regiones, no están registrados y modifican la disponibilidad de biomasa en las distintas regiones.

En cuanto a la demanda de carbón, no existe un registro de la cantidad de carbón vegetal que consume Lima metropolitana en las parrilladas familiares o en pollerías y restaurantes. Se estima que el 60 por ciento del carbón que consume Lima procede del bosque seco y el 40 por ciento restante de Pucallpa (Gonzáles, com. pers.).

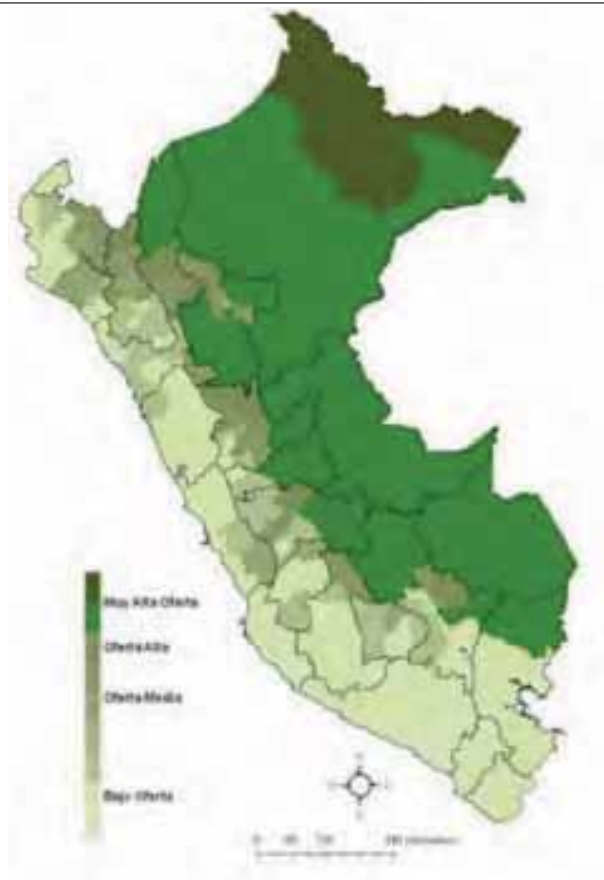
Por último, no existe información directa de la demanda comercial de leña y carbón vegetal, ésta ha sido inferida a partir del Balance de Energía Útil que realizó el Ministerio de Energía y Minas el año 2000 con información de 1998.

5.4.1 OFERTA

5.4.1.1 Oferta Dendroenergética

La oferta total de biomasa leñosa dendroenergética del Perú, estimada a partir análisis de la referencia se estima en 256 millones de toneladas métricas (Mt) anuales aproximadamente.

Figura 5.2.

Oferta dendroenergéticaVariación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda

La Figura 5.2 muestra que la biomasa forestal se encuentra distribuida de manera irregular en el país. Esta distribución heterogénea de los recursos es producto de la variabilidad geográfica y climática que caracteriza al territorio peruano. La Selva posee la mayor cantidad de biomasa forestal disponible, mientras que la Costa y la Sierra Sur presentan escasa oferta de biomasa.

Esta distribución heterogénea es el resultado del clima húmedo tropical de la Selva, del clima desértico en la Costa y de la poca disponibilidad de agua de la Sierra Sur pues pertenece desde el punto de vista fitogeográfico a la Puna xerofítica. Esta distribución de la biomasa forestal, su relación con el clima, con la distribución de la población en el país y la pobreza, merecen estudios a nivel local. Cabe manifestar que la Sierra Sur es la parte con mayor pobreza en el país y es conocida como el trapecio andino.

La región con mayor oferta de biomasa es Loreto con 145 Mt anuales, otras regiones como Amazonas, Cusco y San Martín poseen alrededor de 10 Mt anuales. Mientras que las regiones que presentan una escasa oferta de biomasa leñosa, son: Arequipa, Moquegua y Tacna con 15 000, 17 700 y 14 000 Mt anuales respectivamente.

A nivel provincial, la que tiene mayores recursos de biomasa es Maynas con 50 Mt anuales, mientras que las provincias de Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla y Requena (Loreto) y Atalaya (Ucayali) presentan una oferta mayor a 16 Mt anuales.

La provincia de Yunguyo (Puno) es la que ofrece la menor oferta de biomasa disponible con apenas 16 t anuales. Jorge Basadre (Tacna) con 92 t/año y Camaná (Arequipa) con 158 t/año, son las provincias con menor disponibilidad de biomasa. En estas provincias de la Sierra Sur, la población recurre a la tola y a la yareta como fuente de energía para cocinar y calentarse. En el presente estudio esta biomasa no ha sido considerada ya que no existe información sobre estas especies. Se sabe que es de consumo doméstico y en panaderías. Cabe también indicar que ambas, la yareta y la tola están sufriendo una fuerte presión y hay esfuerzos para conservar estas especies.

5.4.1.2 Residuos agrícolas, agroindustriales y de la industria maderera

El Perú cuenta con 16 Mt anuales de residuos derivados de las actividades agrícolas, agroindustriales y madereras. La provincia de Chiclayo (Lambayeque) presenta la mayor cantidad de estos residuos (1,3 Mt anuales). Esta provincia produce arroz y caña de azúcar en volúmenes importantes. Las provincias de Ascope (La Libertad) y Santa (Ancash) se encuentran en una situación similar y producen más de 1 Mt por año de estos residuos.

Las provincias mencionadas pertenecen a la Costa, región con la mayor producción agrícola del país, como se observa en la Figura 2. Una limitante para el uso de los residuos agrícolas es la existencia de una norma que prohíbe el traslado de estos residuos a otra provincia por motivos de sanidad, para evitar plagas y enfermedades. Esta prohibición haría que en cada provincia tuviera que haber una planta de procesamiento de estos residuos antes de trasladarlos a una planta de producción de energía, trayendo como consecuencia un aumento de los costos de producción.

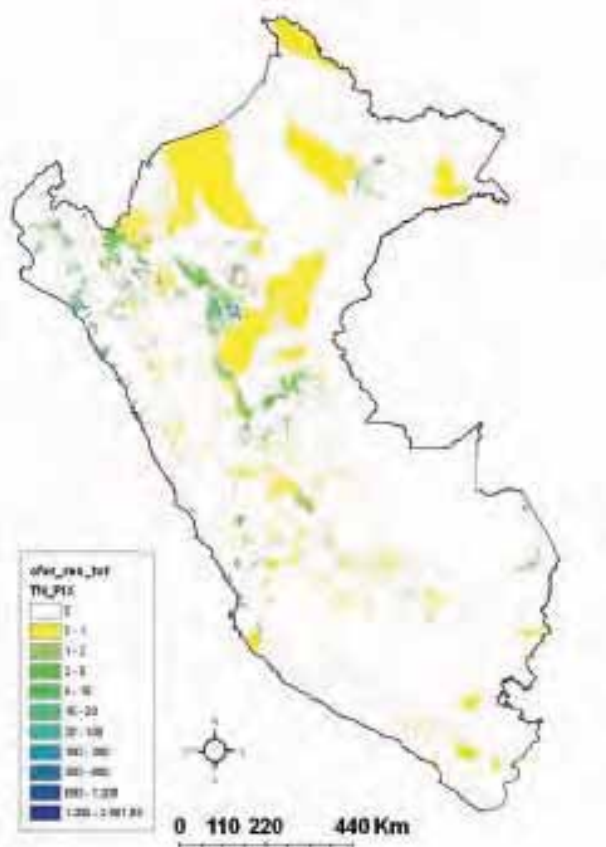
Los residuos pecuarios de las especies de ganado consideradas en este estudio no presentan un perfil favorable para su uso con fines de energía comercial. Por el contenido energético relativamente reducido del estiércol según especie, la dispersión de los núcleos de crianza es una barrera adicional para el acopio de estiércol, entre otros. Las posibilidades para el uso de estiércol con fines de energía, se limita a opciones para autoconsumo doméstico y en contados casos consumo para procesos de producción en pequeña escala, por lo que han sido considerados en el análisis realizado.

En la Selva, las áreas de mayor producción agrícola corresponden a las áreas de mayor deforestación en el Perú (Portugués y Huerta, 2006). Por otro lado, la presencia tradicional de aserraderos en la Selva permite contar también con residuos en esta región natural. Al observar el mapa de la Figura 5.3, se encontró que Moquegua y Tacna mostraban residuos de aserrío, lo cual llamó la atención pues estas áreas no están cubiertas por bosques. Esto se explica porque madera aserrada de Madre de Dios es enviada a Arequipa, Moquegua y Tacna

para ser procesada en las carpinterías y cubrir la demanda local de madera (Acurio, com. per). Estos flujos de madera también ocurren en otras regiones pero no están registradas ni han sido observadas en el mapa de Distribución de residuos agrícolas y de aserraderos.

Figura 5.3

Distribución de residuos agrícolas y de aserraderos

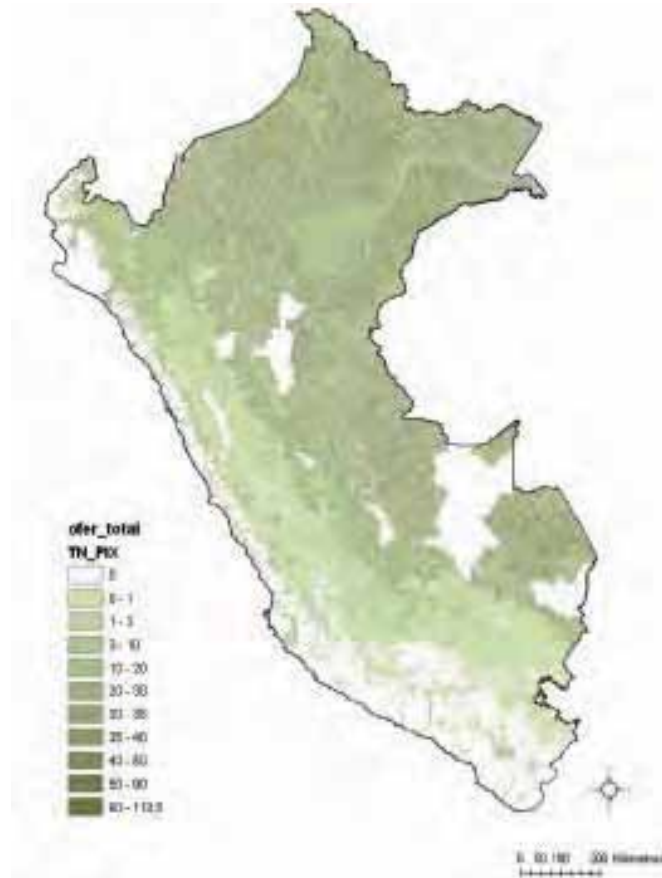


5.4.1.3 Oferta Total

La oferta total de recursos biomásicos disponibles en el país para la producción de energía es 272 millones de toneladas métricas anuales. En la Figura 5.4 se puede apreciar la distribución de la oferta Total de biomasa.

La provincia de mayor oferta total es Maynas con 50 millones de toneladas métricas anuales. Es necesario remarcar que las provincias con mayor oferta dendroenergética son las mismas que tiene la mayor oferta total: Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla y Requena (Loreto) y Atalaya (Ucayali) poseen una oferta total mayor a 16 Mt anuales. Esto muestra que el mayor potencial de recursos biomásicos para la generación de energía en el Perú proviene del bosque húmedo tropical

Figura 5.4

Oferta total de biomasa para la producción de energía

La provincia que posee menos recursos biomásicos totales es Yunguyo (Puno) con apenas 16 toneladas anuales. Esta cifra coincide con la oferta dendroenergética, ya que, en esta provincia no hay bosques, no se desarrollan actividades agrícolas ni existen industrias forestales que generen residuos. Candarave (Tacna) y La Unión (Arequipa) también cuentan con poca oferta total de biomasa.

En el mapa de la Figura 5.4, se aprecian áreas en blanco, las cuales corresponden a los desiertos costeros y a la puna xerofítica del sur. Estas áreas tienen una escasa oferta de biomasa, por lo que deberían desarrollarse en esta área geográfica programas de eficiencia energética. Otras áreas en blanco, particularmente en Selva, corresponden a Áreas Naturales Protegidas las cuales no han sido consideradas en el análisis.

5.4.2 DEMANDA

En la Figura 5.5 se presenta la distribución espacial del consumo de biomasa como combustible. Según información facilitada por diversos organismos estatales, el Perú consume 5 millones de toneladas métricas anuales de biomasa con fines energéticos; no obstante, en este análisis

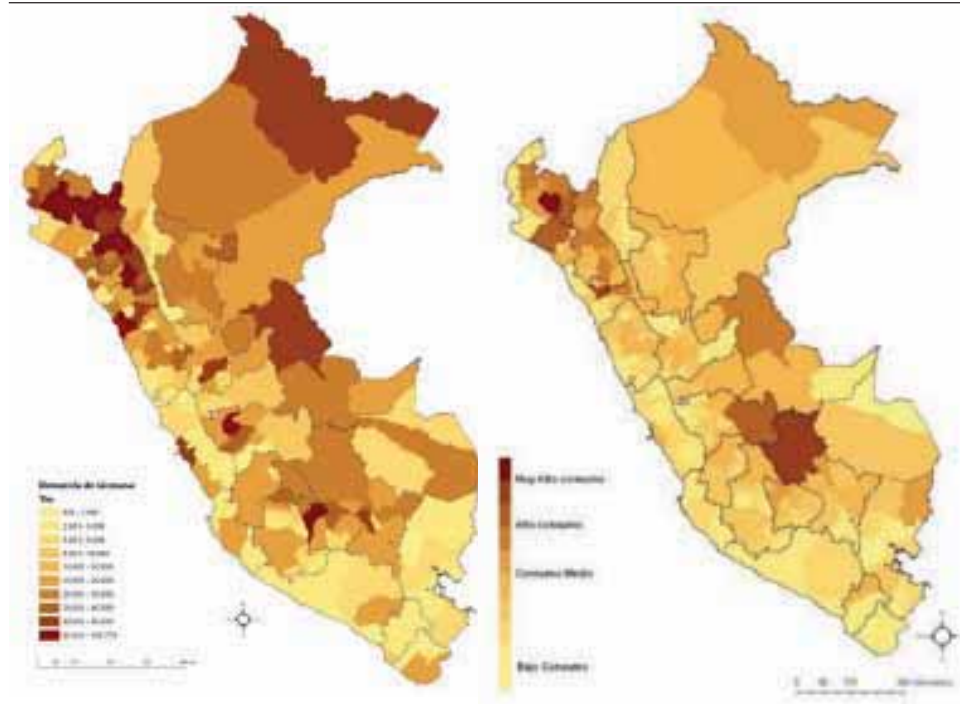
únicamente se han podido identificar y geo-referenciar 4 millones de toneladas métricas. En el Mapa de la Figura 4, se aprecia que la demanda se concentra en los bosques secos del noroeste y en las provincias vecinas de Cuzco y Junín.

En la Sierra Sur se aprecia también un menor consumo de biomasa debido a que no existe mayormente biomasa en esta zona. Pero, es necesario mencionar que no se está considerando el consumo de tola ni de yareta, pues no hay información ni de las existencias de estas especies ni del consumo de las mismas con fines energético.

La provincia que presenta el mayor consumo de biomasa es Virú (La Libertad) con más de 500 000 t anuales seguida por Chota (Cajamarca) 96 410 anuales. Otras provincias con grandes consumos son Morropón (Piura), Tarma (Junín) entre otras.

Figura 5.5

Demanda del consumo de biomasa como combustible por provincia



Por otro lado, la provincia con menor demanda de biomasa es Huancayo (Junín) con 658 t anuales seguida de Tarata (Tacna) con 719 toneladas anuales de consumo. El consumo de leña y carbón en Huancayo es tradicional si bien está disminuyendo por la presencia en el mercado del gas licuado de petróleo. Esta situación no se ve reflejada en este resultado debido a que la información proporcionada por las instancias correspondientes no relevó este consumo. Esta información debe ser tomada correctamente en el próximo Balance de Energía Útil.

Como se mencionó estas diferencias pueden deberse, entre otras razones, a que hay ciudades que no han sido evaluadas correctamente (Lima y Huancayo, por ejemplo) o porque no se ha tomado en cuenta el origen de la leña y carbón, en el caso de las industrias que los exportan.

En estas cifras están consideradas la demanda residencial y la comercial, no la industrial. La demanda residencial proviene de los censos de población y vivienda mientras que la comercial se ha inferido a partir del Censo Poblacional del 2007 y de Balance de Energía Útil realizado por el Ministerio de Energía y Minas en el año 2000 con información de 1998.

Por otro lado, no se ha considerado adecuadamente el consumo de las pollerías y restaurantes de Lima Metropolitana pues no existe información oficial sobre esta demanda. Es necesario revisar la base de datos de WISDOM en el Perú para mejorar los datos de la demanda.

En cuanto a la demanda industrial, no existen datos de consumo de leña y carbón de este sector. Se presume que existen ladrilleras informales, que utilizan en sus procesos leña y carbón vegetal; la localización y los consumos de estas ladrilleras no han podido ser identificados. Se sabe que muchas ladrilleras utilizan gas.

Como ya se mencionó el carbón y la leña que el Perú importa son utilizados por algunas industrias (carburo de calcio, cianuro, carbón activado, acero); se conoce el total importado por el país pero las estadísticas no proporcionan información como para situar espacialmente su consumo, por ello no se ha considerado las cantidades importadas en el análisis.

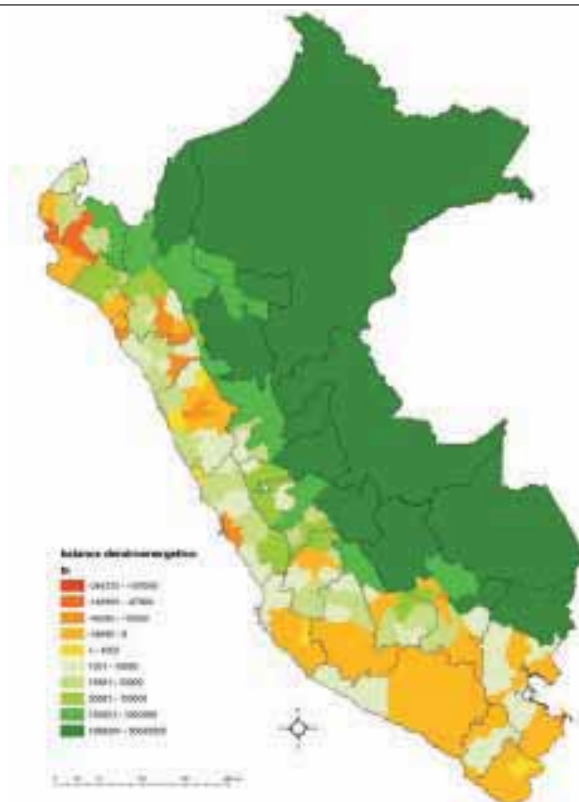
Pero ha comenzado otra demanda por carbón en el país. El aumento de la demanda por productos naturales en el mundo ha hecho que los colorantes químicos se hayan dejado de utilizar en la industria de alimentos. Esta industria ha comenzado a utilizar carbón pulverizado que alcanza precios en el mercado cercanos a los USD 300 el kilo (González, com. pers.). Es necesario observar este mercado ya que podría ejercer más presión sobre los bosques a un mediano plazo.

5.4.3 BALANCE

5.4.3.1 Balance Dendroenergético

El balance entre la oferta dendroenergética y la demanda, indica que el Perú tiene un saldo positivo de 250 millones de toneladas métricas al año, pero por la variedad de su geografía y clima, la distribución de este superávit no es uniforme. En la Figura 5.6 se puede apreciar que hay provincias localizadas en la Selva con altos superávit, mientras que otras provincias de la Costa y de la Sierra presentan serios déficit.

Figura 5.6

Balance dendroenergético

Del total de las provincias del Perú (194), hay 56 que presentan déficit en este balance. Los déficit van desde las 56 536 t de la provincia de Piura y las casi 47 000 t anuales de Paita a las 610 t anuales de Pomabamba. El déficit se concentra esencialmente en las provincias pertenecientes a la Costa y Sierra de las regiones de Arequipa, Ica, Callao y Tacna.

Otras provincias presentan balances cercanos al valor 0, (consideramos hasta las 30 000 toneladas anuales) ubicados también en la Costa y Sierra de las regiones de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cusco, La Libertad, Lima y Tumbes, entre otras.

Del lado del superávit los valores máximos se encuentran localizados en las provincias pertenecientes a la región Loreto, con valores que superan los 8 Mt anuales, con un máximo de 50 Mt anuales en la provincia de Maynas. Otras provincias con grandes superávit son La Convención (Cusco) con valores cercanos a los 8 Mt anuales, Tambopata (Madre de Dios) con más de 11 Mt y Oxapampa (Pasco) con valores de 4 Mt anuales.

5.4.3.2 Balance general

En el balance general se incluyen los recursos biomásicos disponibles y accesibles para bioenergía, de los bosques naturales y plantaciones forestales, así como de los residuos

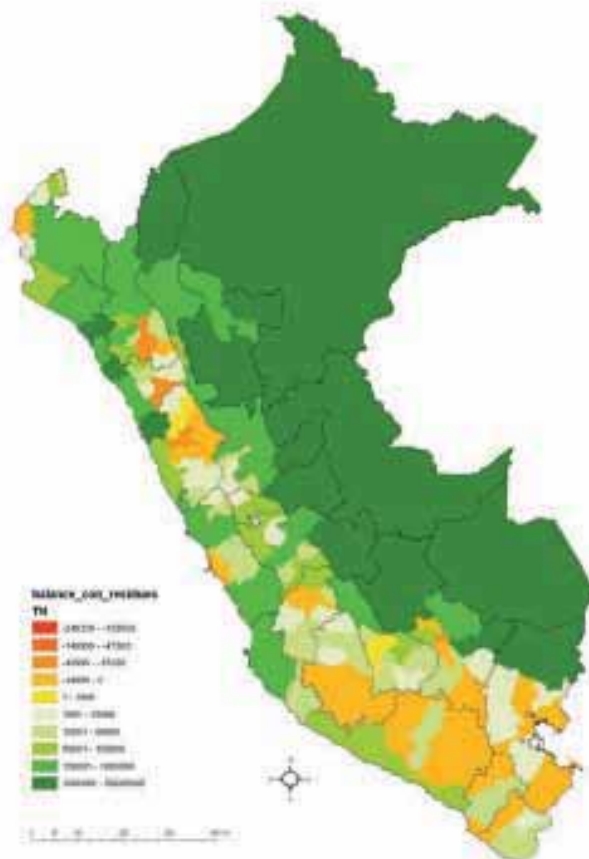
agrícolas, agroindustriales y de las industrias forestales. Estos residuos se combinan con la demanda total de recursos biomásicos para la generación de energía. Respecto a los residuos provenientes de la industria azucarera, hay que señalar que en cálculos previos a la integración en los distintos módulos de la metodología WISDOM, se excluyeron los volúmenes de bagazo que son utilizados por la industria papelera.

La oferta total, asciende a 272 Mt de biomasa anual de los cuales aproximadamente 16 Mt provienen de distintos tipos de residuos. El balance general o primario asciende a 267 Mt.

Si se compara el balance general de la Figura 5.7 con el balance dendroenergético de la Figura 5, se aprecia que las provincias costeñas de Lambayeque, La Libertad, Ancash, e Ica tienen una mejor situación en el balance general o primario y en menor proporción las provincias costeñas de Piura, Ancash, Lima y Arequipa

Figura 5.7

Balance general



El análisis combinado del balance primario y de la oferta de residuos, ofrece la posibilidad de identificar aquellas provincias que presentan déficit o valores muy próximos a cero y que podrían mejorar la situación utilizando sus residuos a través de la transformación de los mismos (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2

Ejemplo de algunas provincias con balance negativo en el consumo de dendrocombustibles y positivo con el aporte de la biomasa de residuos agrícolas y agroindustriales

Provincia	Departamento	Balance Dendroenergético Media (Tm)	Oferta Residuos	Balance Media (Tm)
CAMANA	AREQUIPA	-1 606 990	-1 606,99	68 824,49
CASTILLA	AREQUIPA	-4 202 820	-4 202,82	43 127,00
ISLAY	AREQUIPA	-693 653	-693,65	73 073,91
ICA	ICA	-9 321 660	-9 321,66	211 918,00
NAZCA	ICA	-1 909 240	-1 909,24	36 110,30
CHEPEN	LA LIBERTAD	-5 783 380	-5 783,38	467 099,00
PACASMAYO	LA LIBERTAD	-33 844 300	-33 844,30	323 612,00
PIURA	PIURA	-56 536 000	-56 536,00	348 294,03
SECHURA	PIURA	-5 720 440	-5 720,44	94 061,30
TACNA	TACNA	-1 546 310	-1 546,31	15 481,30

ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE EN PERÚ: UNA DIMENSIÓN SOCIAL

Marianella Crispin, Erika Felix y Julián Andrés Quintero

6.1 RESUMEN

El incremento de la producción y la productividad agrícola son cruciales para mejorar la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, y el desarrollo rural en Perú. Un argumento básico para el desarrollo de la bioenergía es la capacidad y el potencial que este presenta para el sector agrario y recibir inversiones públicas y privadas necesarias para mejorar la productividad agrícola. Esto puede contribuir positivamente a la seguridad alimentaria y a la reducción de la pobreza. En este sentido, bajo el marco del desarrollo del sector bioenergético una de las vías a considerar es la integración de la pequeña producción campesina como proveedora de materia prima para producir biocombustibles líquidos. La pequeña producción campesina, no obstante, requiere condiciones de rentabilidad social y económica para poder ser sostenible y viable para la economía rural. Requiere apoyo técnico, mano de obra calificada, maquinaria y demás insumos para obtener mayores rendimientos. Existen experiencias en el país sobre producción de materia prima para biocombustibles líquidos y otras que definen un paquete tecnológico que ayudaría a obtener una mayor productividad. Por consiguiente, es importante analizar de que forma este desarrollo bioenergético se puede realizar para que involucre directamente a las poblaciones participantes y pueda ofrecer una opción viable para mejorar sus ingresos y seguridad alimentaria. El presente estudio evalúa la factibilidad económica con una dimensión social ante una realidad de promoción de biocombustibles líquidos en el Perú.

El análisis y evaluación se basan en nueve escenarios en los cuales la variante principal son los rendimientos agrícolas y por ende los costos de producción de materia prima. Estos nueve escenarios describen y evalúan las fuentes de materia prima, su forma de producción y las condiciones para una producción sostenible que involucre a los pequeños productores. En los escenarios 1, 2, 3, 8 y 9 se realiza un análisis considerando el ingreso adicional por la venta de co-productos y su efecto en los costos de producción de etanol y biodiesel. Dichos escenarios son:

- Escenario 1, 2 y 3 (caña de azúcar para etanol en la Costa y la Selva)
- Escenario 4 y 5 (etanol a partir de melaza)
- Escenario 6 y 7 (biodiesel a partir de palma aceitera)
- Escenarios 8 y 9 (biodiesel a partir de *Jatropha*).

Los costos de producción de etanol a partir de caña de azúcar se ubican en un rango de 0,27 a 0,51 USD/l. La diferencia en el costo de producción de combustibles depende



de dos factores importantes; uno es la procedencia de la materia prima y otro la escala de producción. Los costos de producción en relación a la procedencia de materia prima se examinan en los escenarios 1 y 2. Bajo el Escenario 1, el cual es un escenario mixto²⁴ el costo de producción se estima en 0,34 USD/l comparado con 0,25 USD/l que considera la producción de materia prima sólo a nivel comercial. El Escenario 3 refleja una capacidad de operación menor, 13 millones de litros de etanol hidratado por año comparado con una producción de 105 millones de litros de etanol por año para los Escenarios 1 y 2, lo cual resulta en un incremento en el costo de producción a 0,51 USD/l.

Los costos de producción de etanol a partir de melaza se encuentran en un rango de 0,43 a 0,64 USD/l. La diferencia en el costo de producción de combustibles depende del valor de la melaza; este representa el costo de oportunidad de un ingenio azucarero en la utilización de la melaza para producir etanol en lugar de vender la melaza a otros mercados como por ejemplo para alimentos balanceados. Cuando el valor de melaza se considera “alto”, (en este caso es de 100USD por tonelada) el costo de producción de un litro de etanol es de 0,64 USD/l. Cuando el valor de melaza se considera “bajo”, (en este caso es de 49 USD por tonelada) el costo de producción de un litro de etanol es de 0,43 USD/l.

Los resultados para los costos de producción de biodiesel a partir de palma aceitera se estiman entre 0,23 y 0,31 USD/l. El factor principal en la variación de costos es la procedencia de la materia prima; en el Escenario mixto se estima un costo de producción de 0,31 USD/l comparado con 0,23 USD/l bajo el Escenario de producción de palma aceitera a nivel comercial. Los costos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha* se estimaron entre 0,83 y 0,86 USD/l. Estos costos son relativamente más altos que la producción de biodiesel a base de palma aceitera ya que los aciertos en los rendimientos son menores y los costos de producción son más altos.

En general, los resultados muestran que es posible y factible la producción de biodiesel y etanol con la participación de pequeños productores siempre y cuando esto esté ligado a la producción comercial y en condiciones necesarias para fortalecer a la pequeña producción campesina. Es recomendable promover este tipo de esquemas.

6.2 INTRODUCCIÓN

El Perú ha introducido la Ley de Promoción de los Biocombustibles líquidos la cual obliga a una mezcla obligatoria de diesel y gasolinas con biodiesel y etanol respectivamente. Bajo esta ley se promueve una mayor inversión privada y la seguridad energética en respuesta a las constantes fluctuaciones del precio del petróleo; además, contribuye a reducir la excesiva contaminación que hoy agobia las áreas urbanas en el país. Mientras que el enfoque y el espíritu de la norma en el contexto social promueven la búsqueda de nuevas oportunidades

²⁴ Los escenarios mixtos consideran que 40 por ciento de la materia prima proviene de pequeños productores y el restante 60 por ciento proviene de agricultura comercial.

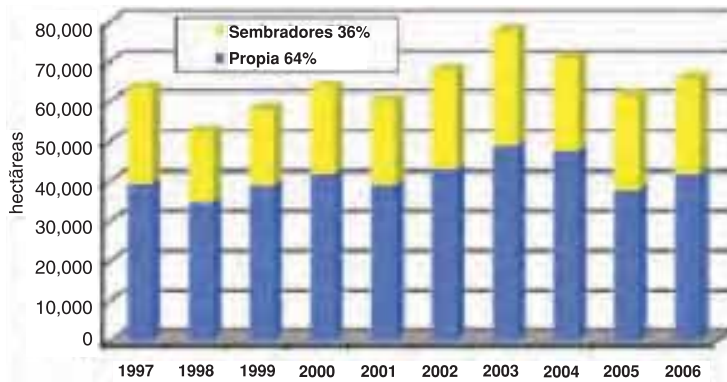
de mercados para pequeños productores que permitan crear nuevos puestos de trabajo y conllevar a un desarrollo económico del área rural. Los cultivos de interés para la producción del biodiesel son la palma aceitera y la *Jatropha* y para el etanol la caña de azúcar.

6.2.1 PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA COSTA

En el Perú, durante muchos años se viene manejando la estructura de producción de caña de azúcar de manera participativa, dado que en la Costa peruana tanto los productores como los sembradores de caña participan de los beneficios de la venta del azúcar. La participación en este sector ocurre por medio de la provisión de materia prima, de la cual aproximadamente 40 por ciento proviene de sembradores y el restante 60 por ciento de producción propia o comercial (ingenios) (Figura 6.1). Esta estructura de producción indica que existen convenios o alianzas entre las empresas azucareras y los productores lo cual permite que los niveles de productividad entre ambos tipos de producción sean similares. Esto es debido principalmente a que existe una cooperación entre productores y sembradores de caña para la provisión de semillas, asistencia técnica y financiamiento entre otras cosas. Es una realidad actual que se observa en la producción de caña para azúcar. Por tal motivo, para los escenarios de producción de caña para etanol, en general, se asume la misma estructura de aporte de materia prima como la de un ingenio tradicional, 60 por ciento de producción propia y 40 por ciento de sembradores.

Figura 6.1

Área cosechada propia y de sembradores



Fuente: Situación del Sector Azucarero 2006 – 2007 (Octubre 2007)

6.2.2 PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SELVA

La actual producción de caña de azúcar en la Selva es relativamente pequeña comparada con los niveles de producción de la Costa peruana y está principalmente destinada al consumo local de azúcares. Existe un gran interés en la Selva para la promoción de cultivos de caña de azúcar para producción de etanol hidratado para uso combustible principalmente en motocicletas. En respuesta a esto se ha incluido un escenario de producción de etanol hidratado en Selva. Aquí se considera la producción de caña de

azúcar bajo un escenario mixto y en base a información sobre productividad y costos de producción de materia prima proporcionada por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo²⁵. (SNV, 2007).

6.2.3 PRODUCCIÓN DE PALMA ACEITERA

La palma aceitera es el cultivo que en la actualidad tiene más importancia en la producción de oleaginosas en el país. La producción nacional de palma aceitera se estima en 246 419 TM con un área cosechada de aproximadamente 16 000 ha (MINAG, 2008)²⁶. Los rendimientos varían entre 5 y 25 TM/ha dependiendo del nivel de producción (FAO). En el mercado interno hay una significativa demanda de aceites, que no es cubierta por la producción nacional. Este déficit se cubre con importación de aceite de soya y girasol. De acuerdo al diagnóstico sobre la palma aceitera realizada por PROINVERSIÓN, se ha detectado un escaso apoyo estatal al sector de oleaginosas.

La palma aceitera se produce principalmente en la zona de la Amazonía de Perú donde existen altos niveles de pobreza. Los gobiernos regionales han puesto bajo consideración el mercado de biocombustibles líquidos como una opción de mercado que ayude a impulsar el sector rural de estas regiones donde ya se practica en gran parte la producción de pequeñas familias campesinas. En este análisis se ha diseñado un escenario de producción que incorpora la pequeña producción campesina como proveedora de materia prima a plantas productoras de biocombustibles líquidos.

Los pequeños productores tienen por lo general un rendimiento inferior debido a las condiciones de las plantaciones, generalmente debido a la falta de capital para la conducción del cultivo. En la actualidad existen algunas iniciativas de integración de pequeños productores de palma aceitera como proveedores de plantas extractoras las cuales se basan en la promoción de la asociatividad como vía para mejorar los rendimientos. El Estado peruano ya ha considerado la necesidad de responder a las necesidades e impulsar mejoras en este cultivo y ha estructurado un plan nacional de promoción de la palma aceitera donde se propone aumentar las áreas de producción, la rehabilitación de áreas abandonadas, el mejoramiento de la capacitación de los productores y fortalecer las capacidades de organización de pequeños palmicultores entre otros.

6.2.3 PRODUCCIÓN DE JATROPHA

La promoción de este cultivo pretende incluir a poblaciones marginadas que aun no han tenido oportunidad de mejorar sus condiciones de vida y donde la producción de este cultivo podría ser una alternativa válida. Sin embargo, cabe resaltar que las iniciativas sobre este cultivo se enfocan principalmente en la definición de los parámetros de

²⁵ Línea Base de biocombustibles líquidos en la Amazonía peruana (SNV)

²⁶ Promoción del cultivo e industrialización de la palma aceitera en el Perú -Agencia de la Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN).

producción agrícola con la finalidad de obtener un conocimiento apropiado que permita diseñar un paquete tecnológico para obtener rendimientos que satisfagan la demanda de materia prima de la industria. Debido a la incertidumbre existente sobre el conocimiento de este cultivo se han diseñado dos escenarios con el objetivo de evaluar el efecto que la productividad del cultivo pueda tener en los costos de producción de biocombustibles líquidos.

6.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

El estudio se enfoca en el análisis de la producción de biodiesel y etanol teniendo en cuenta el origen de la materia prima. Esto está directamente relacionado con la forma de producción y las formas de participación de la mano de obra. Para ello se realizó un análisis de factibilidad económica considerando una dimensión social que ayude a definir la incorporación de pequeños productores en el sector bioenergético, de tal manera que pueda contribuir al desarrollo rural y disminuir la pobreza en el país.

Específicamente, se pretende identificar y evaluar los modelos de inclusión de pequeños productores en el desarrollo del sector bioenergético. En base a esto se definieron los escenarios de producción los cuales requirieron la realización de ensayos de los costos de producción de materia prima en base a su origen; estos fueron utilizados para proyectar los costos de producción de biodiesel y etanol. Asimismo, después de obtener los costos de producción de biocombustibles líquidos en los diferentes escenarios, estos resultados son incorporados en el modelo de análisis de la economía nacional (Capítulo VII) para evaluar el nexo entre el desarrollo bioenergético y su contribución al desarrollo del país.

Las preguntas que este análisis pretende responder son las siguientes:

- ¿Cuáles son las formas de participación existentes de los pequeños productores en la producción de materia prima para los biocombustibles líquidos?
- ¿Cuáles serían las formas posibles de participación de los pequeños productores en el sector bioenergético?
- ¿Cómo se distribuyen los costos de producción de biocombustibles líquidos a partir de palma aceitera, *Jatropha* y caña de azúcar?
- ¿De qué manera se vinculan el desarrollo de la bioenergía y el desarrollo económico y social?

Al analizar la fuente proveniente de la materia prima los resultados obtenidos permiten visualizar la influencia que el origen de materia prima tiene en el precio final del biodiesel o etanol. Este análisis también permite obtener información objetiva para abrir espacios de discusión y apoyar la toma de decisiones sobre los temas sociales en torno al sector bioenergético.

Los cultivos analizados para la producción del biodiesel son la palma aceitera y la *jatropha* y para el etanol la caña de azúcar. Los diferentes escenarios para estos cultivos

se basan en experiencias representativas del país en la Amazonía y la Costa peruana.²⁷ Los escenarios planteados se diseñaron en base a estructuras de producción agrícola existentes y teniendo en cuenta la procedencia de la materia prima. Esto consiste en una ejecución secuencial de una serie de criterios de evaluación que considera todo el proceso de producción, desde la materia prima hasta la producción del biocombustible. La evaluación incluye el tipo de semilla, el contenido de azúcar en la caña, el contenido de aceite en las semillas, la mano de obra y la maquinaria utilizadas, la existencia o no de asistencia técnica, las tecnologías para el proceso y la disposición final de los subproductos. Todas estas etapas, permiten conocer los costos de producción de la materia prima y el proceso de transformación de esta materia prima en productos energéticos. Los detalles específicos sobre la metodología y aciertos hechos en el análisis se presentan en el Capítulo VI del Compendio técnico volumen II.

La información secundaria se complementa y ajusta con datos recolectados directamente de instituciones con experiencia en la producción de caña de azúcar, palma aceitera y *Jatropha*; este paso es importante ya que permite confrontar la realidad productiva del país con los datos obtenidos en otros reportes y en fuentes bibliográficas. Esta información permite contextualizar y orientar la metodología a las condiciones del Perú.

Para los fines del estudio, los costos de producción de materia prima para cada uno de los cultivos estudiados se aplican diferentes rendimientos y diferentes costos de producción de la materia prima. La producción agrícola considerada en los escenarios es representativa y se debe tomar en cuenta que existen diferencias entre los paquetes tecnológicos que se aplican a largo del país. Este factor podría influenciar los costos de producción de la materia prima y, por consiguiente, diferir de los costos estimados en este estudio. El proceso de transformación de las materias primas en biocombustibles líquidos se definió en base a niveles de las tecnologías existentes o planeadas para ser usadas por la industria y son representativas para el país. Tomando en cuenta los tres cultivos y la transformación de materias primas, los escenarios son los siguientes:

²⁷ Se tomaron en cuenta información y datos proporcionados por SNV A través de sus publicaciones Análisis de ciclo de Vida de la producción de Biocombustibles líquidos en la Amazonía Peruana, Impactos Socioeconómicos de la Producción de Biocombustibles líquidos en la Amazonía Peruana y La Línea Base de Biocombustibles líquidos, consultas directas con APPAB, Mesa Técnica de Concertación de Biocombustibles líquidos de San Martín entre otros. Adicionalmente, se trabajó con información secundaria de costos de producción provenientes del INIA, FREDEPALMA, MAPLE, MINAG, INEI entre otros.

Cuadro 6.1

Escenarios de Producción de biocombustibles líquidos

Escenario	Cultivo	Referencia
Escenario 1	Caña de azúcar	Mixto 40 por ciento pequeño agricultor y 60 por ciento comercial. Producción de etanol anhidro considerando que la materia prima proviene de sembradores y producción propia que ingresan al proceso de conversión en la Costa.
Escenario 2		Producción de etanol a nivel comercial. Producción de etanol anhidro donde la materia prima es sólo producción propia.
Escenario 3		Mixtos 40 por ciento pequeños productores y 60 por ciento comercial. Producción de etanol hidratado donde la materia prima proviene de producción propia y sembradores en la Selva.
Escenario 4	Melaza	Materia prima proviene de producción propia y pequeño productor con alto costo de oportunidad de la melaza.
Escenario 5		Materia prima proviene de producción propia y pequeño productor con bajo costo de oportunidad de la melaza.
Escenario 6	Palma aceitera	Mixtos 40 por ciento pequeños productores asociados y 60 por ciento comercial. Referido a la producción de biodiesel donde la materia prima proviene de producción propia y productores asociados.
Escenario 7		Producción de biodiesel a nivel comercial. La materia prima proviene de la gran industria en la Selva.
Escenario 8	Jatropha	Mixtos 40 por ciento pequeños productores asociados con rendimientos bajos y 60 por ciento comercial. Materia prima proviene de la producción a nivel comercial en la Selva y la que proviene de pequeños productores con alta productividad.
Escenario 9		Mixtos 40 por ciento pequeños productores con rendimientos altos y 60 por ciento comercial. Materia prima proveniente de la producción a nivel comercial en la Selva y de pequeños productores con baja productividad.

6.4 RESULTADOS

En general los costos de producción de biocombustibles líquidos en el Perú indican que estos son comparables a los costos obtenidos en otros países:

Etanol a partir de uso de caña de azúcar indican un costo de producción en el rango de 0,27 a 0,51 USD/l. Estos costos son comparables a los costos de producción de etanol citados para Brasil y Colombia (menos de 0,30 USD/l, Cardona *et. al*, 2005; LMC, 2006).

Los costos de producción de etanol a partir de melaza indican un costo de producción en el rango de 0,43 a 0,64 USD/l. Estos costos pueden diferir en base a la valorización de la melaza como materia prima, ya que es un factor importante en la decisión por parte de los ingenios azucareros sobre el uso de este subproducto.

Los costos de producción de biodiesel a partir de palma aceitera se estiman entre 0,23 y 0,31 USD/l²⁸. Estos costos son comparables con los costos de producción de biodiesel citados para Brasil (0.30 USD/l)²⁹ y están por debajo de costos estimados para biodiesel a partir de otras materias primas como por ejemplo soya (0.53 USD/l en Estados Unidos de América)³⁰.

Los costos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha* se estimaron entre 0,83 a 0,86 USD/l. Estos son más bajos que los costos estimados para Zambia (0,95USD/l)³¹ y cercanos a los estimados para Mozambique y Tanzania (entre 0,78 y 0,81 USD/l)³²

Los detalles sobre la obtención de los costos de producción de biocombustibles líquidos se discuten en la siguiente sección. La discusión para cada uno de los cultivos estudiados se enfoca primero en la estimación de costos de producción de la materia prima seguida por la presentación de costos de producción del biocombustible, y una breve discusión sobre la importancia de los coproductos.

6.4.1 PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

Los escenarios de producción de caña de azúcar para etanol se basaron en informaciones reales del Perú: son las condiciones existentes en el sector azucarero. La Figura 6.2 muestra los escenarios estudiados; en particular se distingue el origen de la materia prima y las formas de producción de etanol para cada escenario.

28 En este estudio se consideró el precio de la material prima como el costo de producción o el precio de proveedores, pero no el precio global de palma aceitera, esto asumiendo que se realizara la inversión para procesar aceite a biodiesel y tomando en cuenta la situación geográfica del área de producción lo cual crea limitaciones para acceder al mercado global.

29 Elbersen, V. Oil Palm in Brazil A different picture?, Bioenergy

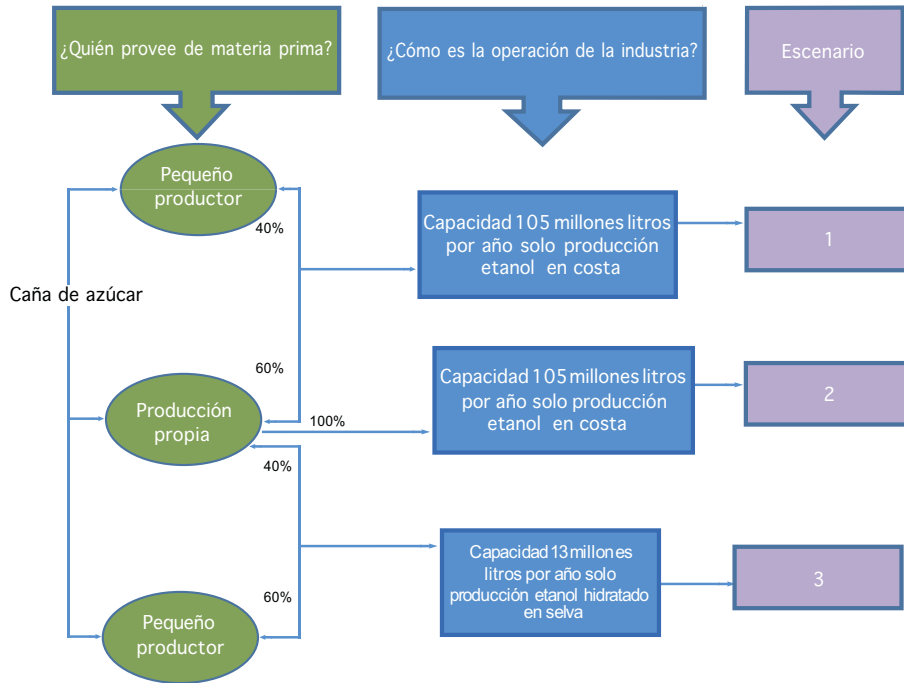
30 Pruzko, R., Alternative Feedstock and Biodiesel Production, Practical Biodiesel Blueprint Conference, Kuala Lumpur Malasia, January 2007.

31 Presentación de Septiembre 2009 subministrada al proyecto BEFS por Oval Biofuel Limited.

32 Los costos de producción de biodiesel para Mozambique fueron tomados de estudio sobre biocombustibles líquidos en Mozambique preparado por Ecoenergy Internacional Corporación en Mayo 1, 2008. Los costos de producción de biodiesel para Tanzania fueron tomados de Analysis de BEFS en Tanzania, Roma Italia, 2010.

Figura 6.2

Producción de caña de azúcar para etanol (por escenarios)



6.4.1.1 Costo de producción de materia prima - caña de azúcar

Los costos estimados para la producción de caña de azúcar, para cada escenario se encuentran en el Cuadro 6.2:

Cuadro 6.2

Costos de producción materia prima

Escenario	Materia prima	Costo de producción de materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 1	Caña de azúcar Costa	Sembrador: 12,40	140 comercial, 130 pequeño productor
Escenario 2		Propio: 12,32	
Escenario 3	Caña de azúcar Selva	Sembrador: 17,65 Propio: 12,13	185 comercial*, 62 pequeño productor

Sembrador: considerado pequeño productor
 Propio: considerado producción nivel comercial
 * Fuente SNV 2009.

En la actualidad la producción de caña de azúcar es destinada al mercado del azúcar; por este motivo el manejo de los proyectos privados o comerciales de caña de azúcar para la producción de etanol constituye un escenario nuevo en la realidad peruana. En base a este nuevo mercado se han planteado dos tipos de escenarios en base al abastecimiento de caña de azúcar. Estas opciones de abastecimiento son a través de la compra a sembradores

(pequeños productores) existentes o promover el desarrollo de sembradores con similares condiciones de producción de caña de azúcar que existen en el sector azucarero (escenarios 1 y 3); otra opción es en base a una producción netamente comercial sin la participación de pequeños productores Escenario 2).

En la Costa la producción de caña de azúcar a nivel comercial tendría rendimientos ligeramente mayores y costos menores de producción igual a USD 12,32 por tonelada. En la actualidad los rendimientos tienden a variar ligeramente entre la producción comercial y la de pequeños productores (o sembradores como son llamados en la Costa), dependiendo de como se manejen las condiciones de producción; esta a su vez influenciará el costo por tonelada producida. Para los sembradores en la Costa, asumiendo que estos tengan acceso a semillas, asistencia técnica, financiamiento y otros insumos, se estimó un costo de producción de 12,40 USD por tonelada, incluyendo un margen de ganancia al sembrador o pequeño productor.

En la Selva los costos de producción de caña de azúcar a nivel comercial se estiman en USD 12,32 por tonelada; en el caso del pequeño productor se estimó un costo de US 17,65 por tonelada, incluyendo un margen de ganancia del sembrador o pequeño productor. La diferencia en los costos de producción de caña de azúcar en la Selva comparados con la Costa es que no requieren riego y el costo de mano de obra es menor. Otra variación también ocurre con la productividad que puedan alcanzar los pequeños productores en la Selva, que sería potencialmente menor al nivel que los pequeños productores obtienen en la Costa.

6.4.1.2 *Discusión*

- Los costos de operación de la caña de azúcar para la obtención de etanol podrían ser menores que los costos de producción tradicionales para obtener azúcar dado que el costo de fertilización es menor, ya que el objetivo es el contenido de jugo en la caña, sin tomar en cuenta la concentración de sacarosa.
- Para la producción de etanol en la Costa se debe tener en cuenta la ubicación de las tierras ya que en el caso de las tierras eriazas la mayoría tiene textura de suelo arenoso que requiere una técnica de producción diferente a la producción en los campos de caña de azúcar tradicional.
- Todavía no existe la experiencia de una agricultura en áreas de expansión que hayan producido caña de azúcar para etanol bajo las condiciones de suelos arenosos con manejo del cultivo diferentes a la producción tradicional; esto podría afectar los rendimientos del cultivo. En consideración de lo anterior, la maduración de este mercado requiere tiempo y asistencia técnica particular si se desea promover la integración de sembradores o pequeños productores que puedan obtener cultivos rentables.
- Por otro lado, la extensión del cultivo a lugares donde no existe una agricultura extensiva ni presencia de sembradores, y por lo tanto, no existe integración, requerirá un mayor tiempo para la formación de asociaciones de pequeños productores o sembradores.

- El costo de instalación podría ser mayor o menor que los costos de producción tradicional, dependiendo de los siguientes factores:
- **Agua:** en la estructura de costos de producción de etanol, si el agua tiene el mismo costo que la del valle del Chira, habría una reducción sustancial en el horizonte de evaluación respecto al repago del sistema tecnificado menor o igual a 10 años. La disponibilidad de agua en la Costa es otro factor importante a considerar.
- **Fertilización:** el uso de vinazas para suplir necesidades de fertilización sería también un factor económico a considerar.
- **Mano de obra:** la mano de obra involucra costos periódicos como sueldos, seguros, herramientas, etc.³³.

6.4.1.3 Precio de venta en puerta de fábrica

Es necesario considerar el precio de la materia prima producida puesta en la puerta de la planta de biocombustibles líquidos por parte de proveedores o pequeños agricultores. Por esta razón, los escenarios 1 y 3 incorporan el margen de ganancia del pequeño productor, este porcentaje es un porcentaje equivalente al margen que reciben actualmente los pequeños agricultores en la Costa o en la Selva. Bajo los escenarios mixtos el precio puesto en puerta de la materia prima se calculó en base al porcentaje de contribución por parte de propios y sembradores, 60 y 40 por ciento, respectivamente.

En el Cuadro 6.3 se muestra, el precio de la materia prima para el Escenario 1 para la producción de etanol en la Costa; se estimó en USD 17.79 por tonelada mientras que para el Escenario 3 el cual se base en producción en la Selva y se estimó en USD 15.28 por tonelada.

Cuadro 6.3

Precio de materia prima puesta en planta

Escenario	Materia prima	Costo de producción de materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 1	Caña de azúcar Costa	17,79	140 comercial, 130 pequeño productor
Escenario 3	Caña de azúcar Selva	15,28	185 comercial, 62 pequeño producto

* Fuente SNV.

6.4.1.4 Costos estimados de la producción de etanol

Comparando los Escenarios 1 y 2 se observa que los costos de producción de etanol se encuentran en el rango de los costos estimados para Brasil y Colombia (Cuadro 6.4). En el Escenario 2 (o mixto) se observa un incremento del 26 por ciento en comparación al Escenario donde la materia prima proviene de la producción comercial. En este caso se analizan los beneficios sociales que la integración del pequeño productor tiene para poder explorar potenciales intervenciones que le permitan un desarrollo de este tipo de esquemas

33 Una cuadrilla equivale aproximadamente a 200 personas.

de producción. Al comparar los Escenarios 1 y 2 se observa que ambos Escenarios presenta costos de producción de etanol rentables y competitivos en el mercado global.

Cuadro 6.4

Costos de producción de etanol a partir de caña de azúcar (por escenario)

Escenario	Etanol USD/l
Escenario 1 (mixto)	0,3425
Escenario 2	0,2690
Escenario 3 (mixto)	0,5147

En el caso de la Selva, el objetivo de los gobiernos regionales y de muchas instituciones no gubernamentales es el uso de etanol hidratado carburante para uso en sustitución total de gasolinas en motores de ciclo Otto; este tipo de vehículos presenta un consumo significativo en la región. La promoción de este nuevo mercado se viene realizando a través de la creación de micronegocios para el abastecimiento y suplir el mercado interno en zonas pobres³⁴. Este Escenario, tendría un costo de producción de 0,5147 USD/l de etanol. Si se considera que la gasolina en esta región se cotiza alrededor de los 0,90 USD/l (10 Nuevos Soles por galón)³⁵, esto indicaría que este nuevo mercado sería competitivo. La comercialización de este tipo de biocombustibles líquidos en el mercado nacional requiere de adecuaciones a la Ley y/u otros mecanismos que se deben definir entre el Ministerio de Energía y los Gobiernos Regionales.

6.4.2 Costos de producción de etanol a partir de melaza

El objetivo principal de los Escenarios de producción de etanol a partir de melaza, es analizar los efectos de la volatilidad en los precios de esta materia prima y los costos de oportunidad que esto implicaría. Por ejemplo otras industrias como la industria de alimentos balanceados se abastece de melaza para su producción. En el Cuadro 6.5 se muestra la evolución del consumo de melaza por la industria de alimentos balanceados.

Cuadro 6.5

Consumo de melaza por la industria de alimentos balanceados, por año (t)³⁶

Enero-Diciembre				
2005	2006	2007	2008	2009
10 687	10 072	9 425	11 109	10 947

34 Pueden darse arreglos entre comuneros y mineras donde permanentemente le sirve para abastecerse a la minera y existe una figura de responsabilidad social.

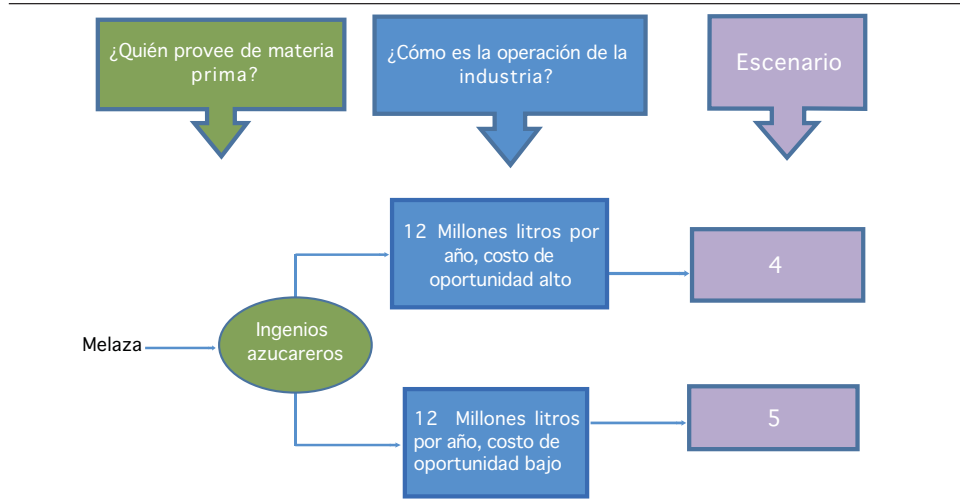
35 En base a estimado de precios de venta de gasolina 84 reportados para Junio 3 2010 en Callao Lima por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), <http://facilito.osinerg.gob.pe/portal/pages/scop/buscadorEESS.jsp>

36 Direcciones Regionales de Agricultura - MINAG

Esto significa, que el ingenio como proveedor de este producto tendrá que escoger entre dos opciones para generar ingresos: ya sea procesar la melaza para producir etanol o venderlo directamente a la industria de alimentos. Ello dependerá de cuan atractivo sea el precio del etanol en el mercado y el precio de la melaza.

Figura 6.3

Escenarios de melaza para etanol



De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 6.6, si el precio de la melaza en el mercado se considera alto (alrededor de 100 U.6SD/tonelada) el costo de producir etanol sería de 0,6372 USD/l, En el caso que el precio de melaza sea bajo (alrededor de 49 USD/tonelada) el costo de producción de etanol sería menor, de 0,4316 USD/l. Es probable que si el precio de melazas en el mercado fuera alto el precio de producción de etanol no sería competitivo, por lo tanto, una mejor opción sería vender la melaza a la industria de alimentos. Esto merece una consideración especial fondo y en base a la estructura de precio de venta del etanol que se proponga en el país.

Cuadro 6.6

Costos de etanol por escenario de melaza

Escenario	Etanol USD/l
Escenario 4	0,6372
Escenario 5	0,4316

6.4.3 IMPORTANCIA DE LOS COPRODUCTOS EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR

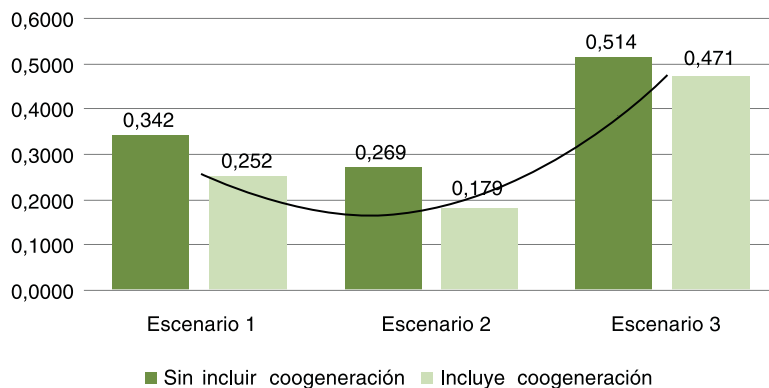
El ingreso adicional por la venta de coproductos es una opción que puede abaratar los costos de procesamiento del etanol. Los coproductos principales generados en la producción de

etanol a partir de cana de azúcar que se consideran para comercializar son la vinaza para usar como fertilizante o el bagazo para cogenerar energía.

- Para la vinaza existe la opción de un círculo eficiente de producción donde al ser un subproducto del proceso puede ser procesado y utilizado como fertilizante para la producción de la misma materia prima o comercializada como fertilizante para otros usos agrícolas. Esto dependerá del precio de venta³⁷ y la decisión de la empresa; cabe precisar que no existe actualmente un mercado desarrollado para este producto en el país.
- Para el bagazo los resultados de la última subasta realizada con el fin de cubrir el 5 por ciento de la generación de electricidad a partir de energías renovables no convencionales, permitió que dos proyectos de generación de electricidad a partir de biomasa, uno de ellos de la empresa azucarera Paramonga basado en un proceso de 23 Mw de cogeneración utilizando el bagazo, fueran seleccionados al ofertar un precio de generación (USD/Mwh) inferior a la tarifa tope establecida por el Estado. Esta no se dio a conocer hasta cuando se realizó la apertura de sobres conteniendo las propuestas de los postores. La utilización del bagazo en los proceso de cogeneración eléctrica puede generar competencia y también puede ser empleado en la producción de pulpa de papel, un rubro deficitario en el Perú.

Figura 6.4

Costos de producción de etanol considerando venta de coproductos (USD/l)



Tal como se muestra en el Figura 6.4, los ingresos adicionales por cogeneración descenden en un 27 por ciento según la línea de tendencia de cada escenario.³⁸

37 La vinaza en Colombia, el costo de oportunidad es el ahorrar el costo de fertilización como parte de los costos de producción de materia prima.

38 La vinaza en Colombia, el costo de oportunidad es el ahorrar el costo de fertilización como parte de los costos de producción de materia prima.

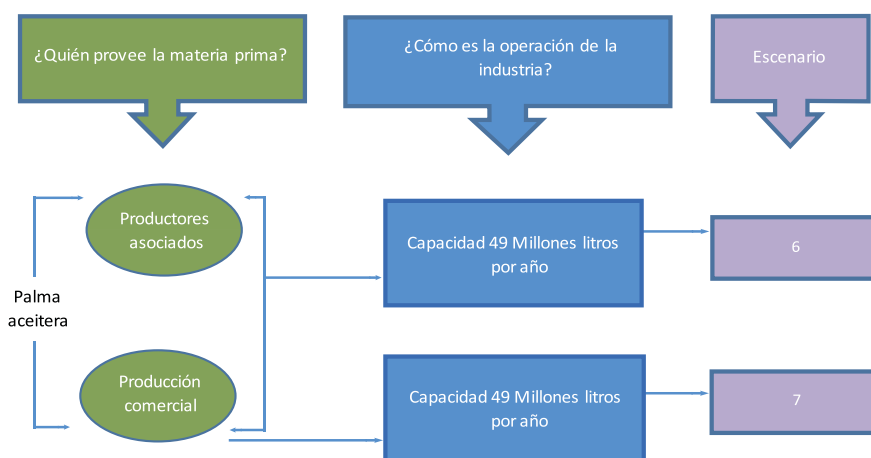
Es importante considerar el Reglamento de la Ley N° 27360 Ley que aprueba las Normas de Promoción del Sector Agrario³⁹; dicho Reglamento se refiere a ciertos beneficios tributarios en el sector agrario para que las actividades agroindustriales puedan acogerse a los beneficios tributarios siempre y cuando no excedan el 20 por ciento del total ingresos por ventas provenientes de otras actividades que incluirían los coproductos. En el caso de la caña de azúcar se plantea una situación particular dado que muchos ingenios cogeneran a partir del bagazo. Además si se tiene en cuenta el Decreto Legislativo 1002 que promueve que el cinco por ciento de la generación de energía provenga de Energía Renovable, que no sea hidroeléctrica y, por ende, aquí está considerada la biomasa. Sin embargo, que existe una inconsistencia entre promover el uso de energía renovable por un lado y por el otro un desincentivo en la promoción de de ventas de coproductos.

6.4.4 COSTO DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

La producción de biodiesel, Figura 6.5A y 6.5B, presenta los esquemas de producción que se analizaron en base a origen de la materia prima; por ejemplo, materia prima producida por la propia empresa en gran escala y un mixto donde la empresa contribuye con 60 por ciento y el pequeño productor asociado contribuye con 40 por ciento. Dependiendo del escenario, esto tendrá una relación directa con los rendimientos de los cultivos y, en consecuencia, con el costo de la materia de prima y el costo de producción de biodiesel.

Figura 6.5 A

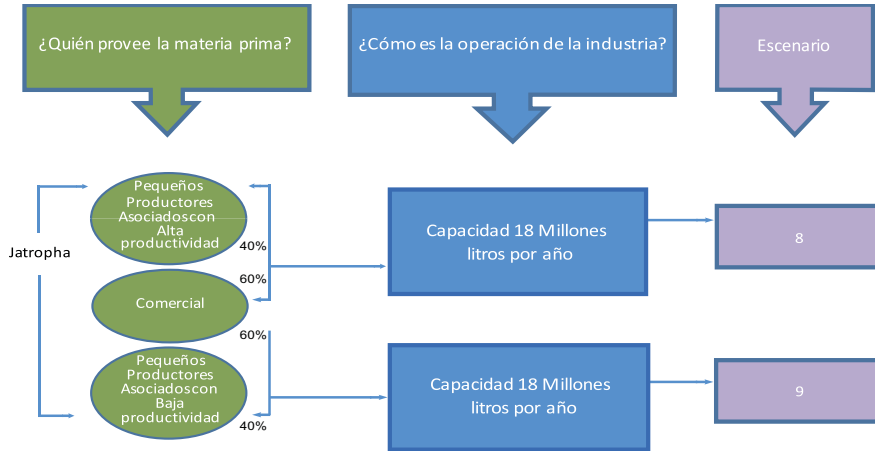
Producción de palma aceitera y *Jatropha* para biodiesel (por Escenarios)



39 Artículo 2 inciso c del Reglamento, la vigencia de la Ley es hasta el 31 de diciembre de 2010 de acuerdo al artículo 3 de la Ley.

Figura 6.5 B

Continúa: Producción de palma aceitera y *Jatropha* para biodiesel (por Escenarios)



6.4.4.1 Costo de producción de la materia prima

Por lo general, los rendimientos de la producción de palma aceitera se ven afectados cuando los pequeños productores no se organizan; el acceso al crédito, asistencia técnica, y semillas mejoradas, entre otros insumos, son limitados. La promoción de la asociatividad presenta grandes ventajas ya que esto contribuye a mejorar los rendimientos y posteriormente reduciría los costos de producción de biodiesel. Existen experiencias en el país donde se encuentran los rendimientos próximos entre la producción comercial y la de palmicultores cuando estos últimos están asociados. Asumiendo una productividad cercana entre producción comercial y pequeño productor se obtiene un costo de producción de materia prima de 22,32 y 46,99 USD/tonelada respectivamente (Cuadro 6.7).

Cuadro 6.7:

Costo de producción de palma aceitera y *Jatropha* (por escenarios)

Escenario	Materia prima	Costo de producción de materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 6	Palma aceitera	Pequeño productor asociado: 46,99	Pequeño productor asociado: 22
Escenario 7		Comercial: 20,32	Comercial: 25
Escenario 8	<i>Jatropha</i>	Pequeño productor asociado (productividad alta): 179,83	Pequeño productor asociado: 6,5
Escenario 9		Comercial: 167,87	Comercial: 7,6
		Pequeño productor asociado (Productividad baja): 222,00	Pequeño productor asociado: 4
		Comercial: 167,87	Comercial: 7,6

La *Jatropha*, de acuerdo a los estudios realizados por SNV (2005) y Schweizer (2009), puede presentar rendimientos entre 4T/ha y 7,6T/ha. El rendimiento de 7,6t/ha es resultado de un proceso de experimentos y estudios que ha venido realizando el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA); sin embargo, la experiencia de esta producción en gran escala es escasa.

En base a esto se consideraron dos escenarios asumiendo la productividad potencial de pequeños productores, es decir una productividad baja de 4 toneladas por hectárea (Escenario 8) y una productividad alta de 6,5 toneladas por hectárea (Escenario 9). Se supone que la producción de la materia prima proviene de pequeños productores que están asociados, sin embargo, a pesar de ello, estas asociaciones pueden tener bajos rendimientos.

6.4.4.2 Precio de venta en puerta de fábrica

Es necesario considerar el precio de la materia prima puesta puerta de la planta de biocombustibles líquidos por los proveedores o los pequeños agricultores; los Escenarios 7, 8 y 9 incorporan el margen de ganancia del pequeño productor, que equivalente al margen que reciben actualmente los pequeños agricultores en la Selva o el precio que se proyecta pagar por la materia prima (Capítulo VI del Compendio Técnico Volumen II). En los escenarios mixtos el precio puesto en puerta de la materia prima se calculó en base al porcentaje de contribución por parte de productores propios y sembradores, 60 y 40 por ciento respectivamente.

El Cuadro 6.8 muestra el precio de materia prima para el Escenario 6 que refleja producción de biodiesel a partir de palma aceitera que se estimó en USD 92,50. El precio de *Jatropha* como materia prima para biodiesel se consideró, para el Escenario 8 en USD250,00 y para el Escenario 9 en USD 275 por tonelada

Cuadro 6.8

Precio de materia prima puesta en planta

Escenario	Materia prima	Precio materia prima (USD/Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Escenario 6	Palma Aceitera	92,50	140 comercial, 130 pequeño productor
Escenario 8	<i>Jatropha</i>	250	185 comercial*, 62 pequeño productor
Escenario 9	<i>Jatropha</i>	275	185 comercial*, 62 pequeño productor

* Fuente SNV. 2007

6.4.4.3 Costos de producción de biodiesel

De acuerdo al Cuadro 6.9, el costo de producción de biodiesel a partir de palma aceitera se estima en 0,2270 USD/l a 0,3138 USD/l que se encuentran dentro del rango de costos globales (0,30USD/l en Brasil). En el Escenario 6 o mixto se observa un incremento del 38 por ciento en comparación al escenario donde la materia prima proviene de una producción comercial. La consideración a hacer en este caso es analizar los beneficios sociales que la

integración del pequeño productor tiene a fin de poder explorar potenciales intervenciones que permitan un desarrollo de este tipo de esquemas de producción. Al comparar los Escenarios 6 y 7 se observa que ambos Escenarios presentan costos de producción de biodiesel que son competitivos en el mercado global.

Cuadro 6.9

Costo de biodiesel (por escenarios)

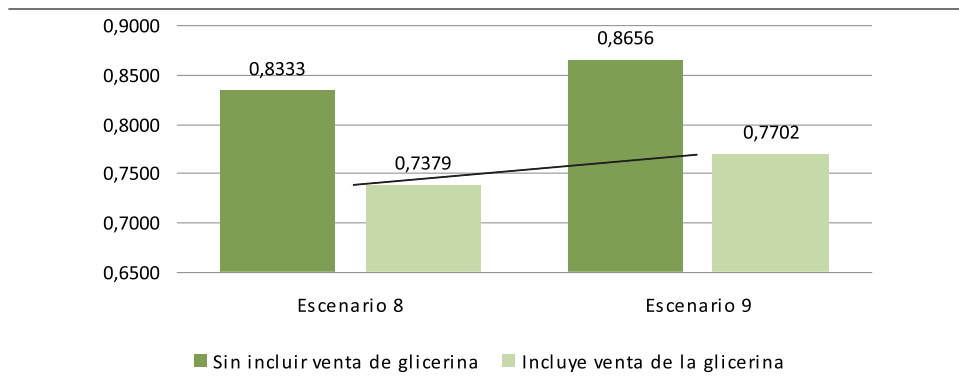
Escenario	Biodiesel USD/l
Escenario 6 (mixto, palma aceitera)	0,3138
Escenario 7 (comercial, palma aceitera)	0,2270
Escenario 8 (mixto, <i>Jatropha</i> , alta productividad)	0,8333
Escenario 9 (mixto, <i>Jatropha</i> , baja productividad)	0,8656

En el caso de la *Jatropha*, en el Cuadro 6.9 se aprecia que el costo de producción de biodiesel a partir se estima en 0,8333 USD/l a 0,8656 USD/l, que se encuentran en el rango de los costos de biodiesel a partir de *Jatropha* estimados para países en África. En el Escenario 9, cuando se considera una baja productividad por parte de pequeños productores, se observa un incremento del 3.8 por ciento en comparación con el Escenario 8. Los costos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha* por lo general son más altos que los de otras materias primas, tal vez debido a la poca experiencia que existe con el cultivo. En términos generales, es necesario entender mejor el comportamiento agrícola de este cultivo para su uso comercial.

6.4.4.4 Importancia de los coproductos de la *Jatropha*

Es posible considerar la comercialización de subproductos como la glicerina que puede utilizarse como materia prima para otros productos en la producción de biodiesel. La venta de este coproducto podría generar ingresos adicionales que permitirían abaratar los costos de producción; sin embargo, se tendría que establecer el mercado para la glicerina en el Perú. Otro subproducto es la torta que se puede utilizar como fertilizante, sin embargo, no existe una experiencia en su utilización o un mercado formalizado que permita registrar los precios de venta.

Figura 6.6

Costos de producción de biodiesel considerando venta de coproductos

Como se observa en la Figura 6.6, si se consideran los ingresos adicionales por venta de glicerina, los costos descienden cerca de 11 por ciento, según la línea de tendencia para cada Escenario.

6.5 CONCLUSIONES

- Tal como se mostró en los escenarios de biodiesel y etanol es posible incluir a los pequeños productores en la producción de materia prima; sin embargo, es necesario evaluar los factores a considerar para que este esquema se pueda realizar.
- La asociatividad es un factor importante que tiene efectos positivos sobre los rendimientos, sin embargo, es necesario promover estas asociatividades y que estas realmente puedan obtener altos rendimientos.
- Existen formas de incluir a pequeños productores en la producción de biodiesel o etanol; sin embargo, para ello se necesita promover la asociatividad entre productores. Esta responsabilidad podría recaer bajo la responsabilidad del Estado en términos de políticas y presupuesto, mientras que el sector privado podría enfocarlo desde el punto de vista de la responsabilidad social.
- Para llegar a consolidar condiciones donde las asociaciones y la industria lleguen a un nivel de coordinación satisfactorio es necesario considerar que esto involucra tiempo y dinero.
- La integración en asociaciones podría incrementar los requerimientos de servicios de extensión agraria, por ejemplo el INIA; esto ayudaría a mejorar la productividad y los pequeños productores podrían acceder a estos servicios. Es necesario considerar que actualmente existe una mayor demanda sobre la oferta de los servicios de extensión agraria, por lo que esto requerirá una cierta expansión a fin de poder aportar el apoyo necesario.
- El mejoramiento de los servicios de extensión agraria, involucraría crear nuevos puestos técnicos con responsabilidad en cultivos agroenergéticos.
- Bajo el Marco Legal de la Promoción de Energía Renovable, los últimos resultados han provocado una discusión sobre la participación de los ingenios para cogeneración a base del uso del bagazo. El Estado tiene que reconocer que existen diferentes barreras y ajustar parámetros si quiere que las metas propuestas para la contribución de la biomasa en la matriz energética renovable se cumpla.

ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL USANDO UN MODELO GENERAL DE EQUILIBRIO PARA ORDENADORES⁴⁰

7.1 RESUMEN

La expansión de la producción de biocombustibles puede tener importantes implicancias más allá de la materia prima para biocombustibles y del proceso de los sectores subsiguientes. Esto se debe a que la producción de biocombustibles puede generar estrechos vínculos con el resto de la economía (p. ej., efecto multiplicador o de contacto). Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos intermedios tales como servicios de transporte para que los mismos lleguen a los consumidores o a los mercados de exportación. En este caso la expansión de los biocombustibles genera una demanda adicional para servicios locales que pueden crear nuevos puestos de trabajo y oportunidades de ingresos para los trabajadores y los hogares rurales vinculados a la cadena de abastecimiento de biocombustibles. Más aun, estos nuevos ingresos serán eventualmente invertidos en bienes de consumo y servicios los cuales a su vez generan una demanda adicional de productos no relacionados con los biocombustibles. Finalmente, existen vínculos macroeconómicos que pueden estimular un crecimiento general de la economía. Por ejemplo, las exportaciones de biocombustibles pueden aliviar las limitaciones de divisas que a menudo acosan la capacidad de los países en desarrollo para importar los bienes necesarios para las inversiones necesarias para la expansión de otros sectores. En conjunto, estos vínculos económicos pueden generar ganancias que son mucho mayores que aquellas generadas por el sector de biocombustibles por sí solo.

Sin embargo, si bien hay ganancias económicas generales que se pueden obtener de la expansión de la producción de biocombustibles, también hay limitaciones que pueden reducir la producción y los ingresos en otros sectores económicos. Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos como tierra y mano de obra que en algunos países pueden estar disponibles en forma limitada. Por esta razón, otorgar tierras para la producción de materias primas para biocombustibles puede reducir el área de las tierras destinadas a otros cultivos. Sin duda, el incremento de la competencia sobre las tierras agrícolas ha recibido considerable atención en los debates sobre biocombustibles, especialmente por la preocupación existente sobre la producción de cultivos alimentarios y las posibles implicancias de los biocombustibles sobre la seguridad alimentaria de los

⁴⁰ Este resumen fue preparado por James Thurlow, becario investigador en la Universidad de Naciones Unidas del Instituto Mundial para la Investigación sobre el Desarrollo Económico (UNU-WIDER) y el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). Thurlow fue un miembro del equipo BESF y condujo el análisis CGE para Tanzania.

países en desarrollo. Sin embargo, aun si la tierra abandonada es usada para producir biocombustibles, puede todavía causar un desplazamiento de trabajadores de sectores fuera de los biocombustibles ya que estos serán necesarios en las plantaciones o a medida que los pequeños productores reorganizan su tiempo para producir materias primas para biocombustibles. Esto significa que a medida que se expande la producción de biocombustibles puede ocurrir que los otros sectores se reduzcan y de esta manera disminuyan al menos algunas de las ganancias económicas generales citadas anteriormente. Finalmente, los productores de biocombustibles pueden requerir estímulos fiscales o apoyo a las inversiones por parte del gobierno lo cual reduce los ingresos públicos o las inversiones para otras actividades tales como educación o infraestructura (o sea, costos de oportunidad). Este “desplazamiento fiscal” puede también afectar negativamente el desarrollo de otros sectores fuera de los biocombustibles.

Los vínculos y limitaciones citados anteriormente implican que para evaluar el impacto total y las consecuencias de la producción de biocombustibles es necesario un marco analítico que va más allá de las ganancias del sector privado y de los productores de biocombustibles. Este marco debería capturar indirectamente o en forma económica general los vínculos y limitaciones en sus consideraciones sobre las implicancias micro y macroeconómicas de los biocombustibles. El método económico diseñado específicamente para capturar esos canales de impacto es conocido como modelo CGE o sea, *equilibrio general computable* (“computable general equilibrium”).

En estos momentos se publica un análisis CGE en Perú. Los detalles de este análisis estarán disponibles más adelante en un documento específico.

ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL HOGAR EN PERÚ

Irini Maltsoglou, David Dawe y Luca Tasciotti

8.1 RESUMEN

En este capítulo de la evaluación se enfoca el impacto del incremento de precios sobre la seguridad alimentaria a nivel hogar en Perú. Esta parte del análisis servirá para comprender los impactos del incremento de precios en los alimentos básicos de diferentes hogares y ayudará a identificar los grupos vulnerables en el país. Desde una perspectiva política es necesario comprender como esos cambios de precios pueden tener impacto, en primer lugar, sobre el país como una unidad y, en segundo lugar, a nivel de seguridad alimentaria de los hogares. Esto permitirá identificar los movimientos de precios a los cuales el país es más vulnerable y cuáles segmentos, entre los de menores recursos, están más expuestos a riesgos.

El incremento de precios puede tener un impacto negativo o positivo en los países, según sean importadores o exportadores netos de alimentos. De la misma manera, a nivel hogar, los incrementos de precios son negativos para los hogares consumidores netos de alimentos (*compradores netos*) pero positivos para las familias de productores (*vendedores netos*). El grado en que los hogares tendrán un comportamiento mejor o peor está medido por el impacto neto sobre el bienestar, el cual es evaluado en base a la posición del impacto neto del bienestar familiar con respecto a la producción y el consumo.

En base a su importancia para la ingestión de calorías, los cultivos básicos en Perú son arroz, maíz, trigo, papas y azúcar. Perú es un fuerte importador de trigo, maíz y azúcar y, por lo tanto, susceptible a los incrementos de precios de estos productos. A nivel hogar, el análisis muestra que los sectores rurales de menores recursos son vulnerables a los incrementos de precios del arroz y el trigo, con un impacto consistentemente negativo en el caso del trigo. Por otro lado, los sectores rurales pobres pueden beneficiarse del incremento de precios de las papas y el maíz. Cuando se enfoca el segmento urbano más pobre, los impactos son diferentes en comparación con los hogares rurales y en su mayoría negativos.

En conclusión, desde una perspectiva de seguridad alimentaria, el precio del arroz debería ser controlado cuidadosamente ya que tiene impactos en todos los grupos de menores recursos de la población. Cuando se considera una perspectiva regional, esta conclusión puede variar debido a que cambia el perfil de los agricultores en la región y las preferencias locales de consumo.



8.2 INTRODUCCIÓN

En este capítulo de la evaluación se enfoca el impacto del incremento de precios sobre la seguridad alimentaria a nivel hogar en Perú. Esta parte del análisis servirá para comprender los impactos del incremento de precios en los alimentos básicos de diferentes hogares y ayudará a identificar los grupos vulnerables en el país. En los últimos años, ha habido una preocupación general en lo que se relaciona con el aumento de precios de los alimentos básicos y el desarrollo de los biocombustibles que, si bien en grado variable, han sido ampliamente reconocidos como algunos de los elementos principales del reciente incremento de precios y la mayor volatilidad de los mismos. En este contexto, el desarrollo de biocombustibles líquidos de primera generación representa una fuente adicional de demanda de producción agrícola que puede conducir al incremento de los precios en el caso que no sea acompañada por inversiones adecuadas en el sector de la agricultura y la infraestructura relacionada con el mismo.

Es importante considerar que, si bien hasta el momento no ha habido un desarrollo significativo de la bioenergía en el país, los biocombustibles a nivel global están ganando importancia. Por lo tanto, si bien el sector doméstico de la bioenergía podría no existir o ser muy limitado, las decisiones políticas internacionales podrían tener efecto sobre la seguridad alimentaria nacional. Los cambios de precios resultantes tienen impacto sobre los hogares y su capacidad para adquirir los alimentos básicos.

El incremento de precios puede tener un impacto negativo o positivo en los países, según sean importadores o exportadores netos de alimentos. De la misma manera, a nivel hogar, los incrementos de precios son negativos para los hogares consumidores netos de alimentos (*compradores netos*) pero positivos para las familias de productores (*vendedores netos*). El grado en que los hogares tendrán un comportamiento mejor o peor está medido por el impacto neto sobre el bienestar, el cual es evaluado en base a la posición del impacto neto del bienestar familiar con respecto a la producción y el consumo.

Finalmente, es importante subrayar que los cambios de precios a que son sometidos los hogares están sujetos a los resultados de la confrontación del abastecimiento y la demanda doméstica e internacional. De cualquier manera, lo que realmente importa a los hogares es el incremento de los precios internos. La variación real de los precios domésticos dependerá del producto considerado, especialmente si el mismo es o no comercializable y, por lo tanto, del grado en que los cambios de los precios internacionales son transmitidos a los mercados domésticos. Esto depende en gran medida de las políticas comerciales en vigor y de las fluctuaciones de la tasa de cambio. El grado de transmisión de un producto es específico del país.

Desde una perspectiva política es necesario comprender como esos cambios de precios pueden tener impacto, en primer lugar, sobre el país como una unidad y, en segundo lugar, a nivel de seguridad alimentaria de los hogares. Esto permitirá identificar los movimientos

de precios a los cuales el país es más vulnerable y cuáles segmentos, entre los de menores recursos, están más expuestos a riesgos. Un escenario de un caso real debería ayudar a explicar este punto con más claridad.

Por ejemplo, un país puede haber vetado el uso del maíz para la producción de etanol porque ese cultivo ha sido identificado como un alimento básico. De cualquier manera, durante los últimos años el precio del maíz se ha incrementado en todo el mundo y el desarrollo internacional de los biocombustibles ha sido una de las razones para ello.

El análisis clasifica los principales alimentos básicos en el Perú, identifica los productos más vulnerables al cambio de precios en el país, investiga los movimientos recientes de precios de productos alimentarios básicos y finalmente identifica a que cambio de precios es vulnerable la población de menores recursos. Los cultivos básicos para el análisis son identificados en base a su contribución de calorías. El análisis se basa en datos nacionales a nivel del comercio, en datos de precios, y en datos a nivel hogar de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG).

A fin de poder identificar los segmentos de menores recursos de la población y los grupos vulnerables, los hogares están divididos en quintiles y, según la ubicación de la población, en urbana o rural. Es necesario notar que el análisis puede ser aplicado a niveles regionales y enfocarlo a regiones específicas de interés que no son el objetivo en esta etapa del análisis. De cualquier manera, también se incluye alguna información sobre las regiones, especialmente para lo que se desee hacer en las etapas finales del análisis.

Siguiendo la introducción, la Sección 8.3 clasifica los productos alimentarios y remarca la posición comercial neta del país en base a la lista de la seguridad alimentaria. La Sección 8.4 presenta una breve descripción de la metodología aplicada para la evaluación del impacto a nivel hogar, información más detallada se presenta en el Volumen II del Compendio Técnico Capítulo 8. La Sección 8.5 presenta los resultados sobre los impactos a nivel de bienestar familiar y la Sección 8.6 revisa la tendencia reciente de los precios domésticos. En la Sección 8.7 se presentan las conclusiones elaboradas en base este trabajo.

8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

El análisis a nivel hogar de los impactos a nivel de seguridad alimentaria comienza con la identificación de los cultivos alimentarios más importantes en cada país. Los cultivos alimentarios más importantes comprenden aquellos que proporcionan el mayor ingreso de calorías para el país. Para identificar esos cultivos los mismos se han clasificado en base a su parte de contribución de calorías. O sea, se identifica el ingreso de calorías por cultivo a nivel de país considerado como una unidad. En base a la clasificación de la contribución de calorías (Cuadro 8.1), los cultivos que proporcionan la mayor parte de las calorías en Perú son cinco, a saber, en orden de importancia: arroz, maíz, trigo, papas y azúcar.

Cuadro 8.1

Contribución de calorías por producto. Perú

Rango	Producto	Participación de calorías (%)
1	Arroz (equivalente procesado)	22,0
2	Maíz	13,2
3	Trigo	11,7
4	Papas	9,9
5	Azúcar (equivalente sin refinar)	8,5
Subtotal de participación para los cultivos seleccionados (%)		65
Total calorías <i>per capita</i> (kcal/capita/día)		2 595

Fuente: FAOSTAT 2010, para el año 2006

Comparado con otros países, en Perú las calorías están más uniformemente distribuidas en un amplio grupo de cultivos⁴¹. Tal como se observa en el Cuadro 1, cada uno de los cinco cultivos identificados como principales cultivos alimentarios contribuye entre 22 y 8,5 por ciento del total de ingreso de calorías. El arroz es el cultivo más importante y proporciona el 22 por ciento de las calorías a nivel nacional. Un 13,2 por ciento proviene del maíz, 11,7 por ciento del trigo, 9,9 por ciento de las papas y 8,5 por ciento del azúcar. Es posible apreciar que el maíz y el arroz proveen cerca de un tercio de las calorías a los hogares peruanos mientras que los cinco cultivos principales participan con dos tercios de los ingresos totales de calorías.

En base a estos datos, el análisis de seguridad alimentaria del Perú se enfocará en cinco cultivos principales: arroz, maíz, trigo, papas y azúcar.

Es interesante notar que el ejercicio de clasificación y la selección pueden ser replicados a nivel regional, por lo que el análisis podría enfocar una región de interés, dependiendo de la disponibilidad de datos.

8.3.1 SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL NACIONAL

El trabajo comienza observando la posición comercial neta del país para los cinco productos seleccionados de modo de evaluar a cuales precios es más vulnerable el país en su totalidad.

Es necesario recordar que los cambios de precios pueden afectar a un país de diferentes maneras, dependiendo de si el país es exportador o importador neto de un producto determinado. A nivel macroeconómico, considerando el país como una entidad única, un incremento en el precio de un producto seleccionado tendrá un efecto negativo, si el país es un importador neto del mismo. Si, por el contrario, el país es un exportador neto de un producto, se beneficiará de un incremento del precio de ese producto.

Perú es casi suficiente en la producción de arroz y papas pero depende fuertemente de la importación de trigo y maíz para satisfacer el consumo interno; produce grandes cantidades de papas y relativamente importantes cantidades de arroz y maíz (Cuadro 8.2).

41 Los otros dos países que pertenecen al proyecto BEFS son Tailandia/Camboya y Tanzania. En el caso de Tailandia/Camboya, como en muchos países asiáticos, el cultivo principal es el arroz. En Tanzania los dos principales cultivos alimentarios son maíz y yuca.

Cuadro 8.2

Flujo del comercio macroeconómico, por producto (2006)

Producto	Producción (1 000 TM)*	Importaciones (1 000 TM)	Exportaciones (1 000 TM)	Importación neta (%)**
Arroz	1 680	71	20	3
Maíz	1 400	1 528	8	52
Trigo	175	1 367	44	88
Papas	3 248	105	62	1
Azúcar	760	265	33	23

Fuente: FAOSTAT y USDA, 2010

* TM=toneladas métricas

** Calculada como $(\text{importaciones}-\text{exportaciones})/\text{consumo}$ donde el consumo es calculado como $\text{producción más importaciones menos exportaciones}$.

El arroz es el principal alimento como contribuyente de calorías en el Perú. En el 2006 produjo un promedio de 1 680 000 toneladas de arroz. Los volúmenes de importación y exportación fueron bajos comparados con la producción. Perú es un importador ligeramente neto de arroz. Perú produce 1 400 000 toneladas de maíz, importa 1 528 000 toneladas y exporta 8 000 toneladas, por lo que es un importador neto de maíz ⁴². El trigo es en gran parte importado; la producción en 2006 fue de 175 000 toneladas mientras que las importaciones fueron de 1 332 000 toneladas. En 2006 Perú produjo 3 248 000 toneladas de papas, importó 105 000 toneladas y exportó 62 000 toneladas. La producción de azúcar en Perú en 2006 alcanzó a 760 000 toneladas, importó 265 000 toneladas y exportó 62 000 toneladas. El país es un importador neto de azúcar.

En términos generales, Perú es un fuerte importador de trigo con el 88 por ciento del consumo importado así como también de maíz, del cual importa el 52 por ciento del consumo; también es un importador neto de azúcar. En conclusión, el país es vulnerable a las fluctuaciones de los precios de maíz, trigo y azúcar y esos precios tienen un impacto sensible sobre las cuentas de importación y sobre el acceso a los alimentos a nivel hogar.

8.4 IMPACTO SOBRE EL BIENESTAR FAMILIAR: ANTECEDENTES METODOLÓGICOS

Después de haber identificado los principales alimentos básicos y los cambios de precios a los cuales el país es más vulnerable se procede al análisis de la seguridad alimentaria a nivel hogar. En esta parte del análisis se determina si los incrementos de precios son beneficiosos o perjudiciales para los hogares y, si son perjudiciales, evaluar cuales son los segmentos más vulnerables de la población.

Los hogares tienen la característica de ser a la vez potencialmente productores y consumidores de los productos agrícolas. Por ejemplo, una familia rural puede cultivar papas en su finca pero también las vende y las consume. En términos generales, una familia urbana compra papas pero no las produce.

42 Incluye maíz amarillo y blanco.

En general, los incrementos de precios pueden beneficiar a los productores netos de los cultivos pero pueden dañar a los consumidores netos. Debido a la característica dual de las familias es necesario comprender la posición neta de la misma, ya sea si el hogar es productor neto o consumidor neto. Un hogar productor neto se define como una familia en la cual los ingresos brutos totales derivados de la producción del cultivo exceden al total de las compras por el cultivo. Para los hogares de productores netos los incrementos de precios serán beneficiosos. Un hogar consumidor neto es una familia en la cual los ingresos brutos totales derivados del cultivo son menos que las compras totales. En este caso, un incremento en el precio del cultivo seleccionado tendrá impacto sobre el hogar. El impacto general se mide por el efecto del cambio de precio sobre el bienestar neto de la familia, definido como la diferencia entre las ganancias del productor y las pérdidas del consumidor.

Para calcular los impactos netos sobre los hogares se aplicó la metodología de Minot y Goletti (1999) y adaptada y discutida por Dawe y Maltsoğlu (2009). Para más detalles ver el Compendio Técnico Volumen II, Capítulo 8.

Es necesario considerar que la literatura y la metodología aplicada para calcular los impactos sobre el bienestar están basadas en un incremento de precios de 10 por ciento para el productor. Este cambio de precio de 10 por ciento usado en la primera parte del análisis puede ser una referencia cruzada con los recientes cambios de precios en Perú, con el precio discutido en la sección siguiente y también con los cambios de precios que emergen de otras partes del análisis de BEFS.

8.5 RESULTADOS

8.5.1 IMPACTOS A NIVEL DEL BIENESTAR FAMILIAR

El análisis a nivel hogar en el caso del Perú utiliza los datos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) ⁴³. La encuesta de ENAH cubre un total de 20 577 hogares y contiene datos en ingresos y los gastos por cultivo. Algunos detalles generales del conjunto de datos a nivel de hogar en Perú será presentado inicialmente y posteriormente será evaluado el nivel de los impactos.

8.5.1.1 Características del conjunto de datos sobre el grupo familiar en Perú

Una gran parte de la población, o sea el 56,5 por ciento de la muestra, vive en áreas urbanas, mientras que el restante 43,5 por ciento vive en áreas rurales (Cuadro 8.3). Para identificar los grupos más vulnerables, o sea los segmentos de menores recursos de la población, los hogares fueron desagregados por quintiles ⁴⁴ y según la ubicación urbana o rural.

⁴³ Este es un tipo de datos de Medida de Estándares de Vida colectados anualmente por el Instituto Nacional de Estadística (INEI) de Perú. Se han seleccionado los últimos años disponibles que al inicio del análisis eran del año 2006.

⁴⁴ Tal como es sabido y está documentado en la literatura, en el contexto del análisis de un país en desarrollo, el gasto total es una medida más confiable que el ingreso familiar total; ver, por ejemplo, Deaton (1997). En todo caso el análisis del gasto familiar total será usado como medida del ingreso familiar total. Los quintiles se basan en el gasto total por hogar.

Cuadro 8.3

Distribución de los hogares por quintiles y ubicación

Descripción	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Urbana</i>						
Número de hogares	1 371	1 910	2 315	2 744	3 291	11 631
Participación (%)	6,7	9,3	11,3	13,3	16,0	56,5
<i>Rural</i>						
Número de hogares	2 745	2 205	1 801	1 373	822	8 946
Participación (%)	13,3	10,7	8,8	6,7	4,0	43,5
<i>Total</i>						
Número de hogares	4 116	4 115	4 116	4 117	4 113	20 577
Participación (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	100,0

Fuente: ENAHO (2006)

El primer quintil representa el segmento de menores recursos de la población o sea el 20 por ciento más bajo. Dentro del quintil de menores recursos dos tercios de la población vive en áreas rurales y un tercio en zona urbana (Cuadro 8.3).

Perú está dividido en tres zonas agroecológicas principales: la Costa, la Sierra y la Selva que a su vez pueden ser subdivididas en Norte, Central y Sur. La gran área de Lima Metropolitana es generalmente considerada aparte de esas áreas (Cuadro 8.4). La distribución por región se ilustra en el Cuadro 8.4 y muestra que el 26,4 por ciento de la población vive en las zonas de la Costa, el 38 por ciento en la Sierra y el 23,6 por ciento en la Selva. Lima abarca el 12 por ciento de la población. En lo que se refiere a las subregiones, las más densamente pobladas son Costa Norte, Sierra Centro, Sierra Sur y Lima⁴⁵.

Cuadro 8.4

Distribución de los grupos familiares y niveles de pobreza por ubicación geográfica

Región	Número de hogares	Participación de la población por región (%)
Costa Norte	2 777	13,5
Costa Centro	1 485	7,2
Costa Sur	1 170	5,7
Sierra Norte	1 123	5,5
Sierra Centro	3 634	17,7
Sierra Sur	3 052	14,8
Selva	4 868	23,6
Lima Metropolitana	2 468	12,0
Total	20 577	100,0

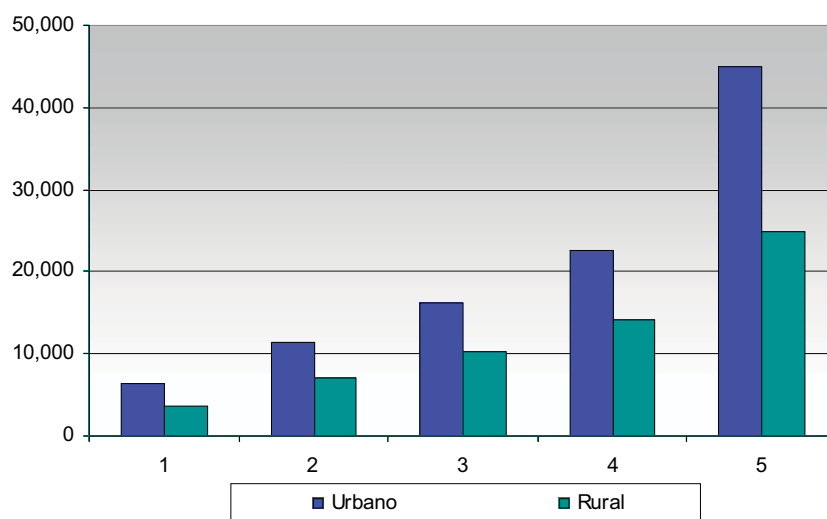
Fuente: ENAHO (2006)

⁴⁵ Como una extensión del análisis y una vez que los contrapartes peruanos hayan sido capacitados, en el contexto del enfoque regional del gobierno del Perú el análisis de seguridad alimentaria a nivel hogar puede ser ejecutado a nivel regional. La tabulación de los datos de familias, por región y por quintil (Cuadro en Apéndice 8A), muestra como una gran parte de los segmentos de menores recursos de la población están ubicados en Sierra Centro, Sierra Sur y Selva. Como se muestra en el Apéndice 8A esto también puede ser hecho a nivel departamental.

Perú está dividido en tres zonas agroecológicas principales: la Costa, la Sierra y la Selva que a su vez pueden ser subdivididas en Norte, Central y Sur. La gran área de Lima Metropolitana es generalmente considerada aparte de esas áreas (Cuadro 8.4). La distribución por región se ilustra en el Cuadro 8.4 y muestra que el 26,4 por ciento de la población vive en las zonas de la Costa, el 38 por ciento en la Sierra y el 23,6 por ciento en la Selva. Lima abarca el 12 por ciento de la población. En lo que se refiere a las subregiones, las más densamente pobladas son Costa Norte, Sierra Centro, Sierra Sur y Lima , (para más detalles ver Apéndice 8A).

Figura 8.1

Ingresos totales por quintiles y por ubicación



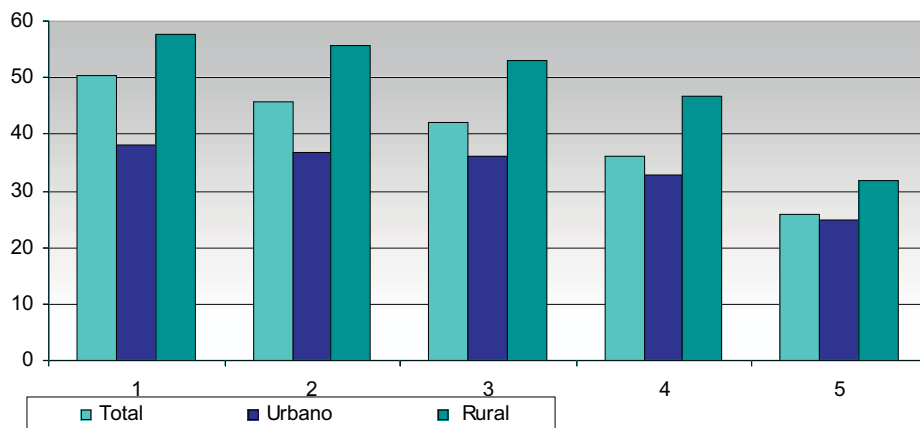
Fuente: ENAHO (2006).

En Perú, la distribución en los quintiles es muy amplia (Figura 8.1). El ingreso general por hogar para los segmentos de menores recursos de la población es aproximadamente un décimo del grupo de ingresos más altos indicando la gran disparidad en los niveles de ingresos entre todos los segmentos. Existe también una división entre las familias urbanas y rurales. El ingreso de los sectores de menores recursos en las áreas rurales es casi la mitad de los pobres urbanos (para más detalles Apéndice 8A).

La participación en los gastos alimentarios de las familias de Perú continúa siendo una parte significativa del gasto total (Figura 8.2). En general, las familias gastan en alimentos cerca del 40 por ciento de sus ingresos y este porcentaje se incrementa en los quintiles más pobres de la población ya que gasta el 50 por ciento de sus ingresos en alimentos; esto aumenta a tres quintos del total de gastos del hogar en las zonas rurales (para más detalles ver Apéndice 8A).

Figura 8.2

Distribución de la participación en los gastos de alimentos por quintil y por ubicación



Fuente: ENAHO (2006).

El acceso de los hogares a formas modernas de energía es muy diverso, dependiendo de su ubicación y grupo de ingresos (Cuadro 8.5). Las familias usan la energía principalmente para cocinar y para la iluminación pero el acceso a los servicios energéticos varía a través del Perú.

Cuadro 8.5.

Fuentes de energía más usadas para cocinar; participación por hogar (%)

Quintil	Electricidad	Gas	Kerosene	Carbón	Leña	Otras
<i>Urbano</i>						
1	0,5	26,3	8,0	4,4	52,4	8,4
2	0,9	46,7	7,9	6,8	33,0	4,8
3	0,8	59,8	7,8	7,0	22,8	1,8
4	0,8	76,5	5,8	4,5	11,7	0,8
5	1,6	88,8	2,9	2,1	4,2	0,3
Total	0,9	59,6	6,5	5,0	24,8	3,2
<i>Rural</i>						
1	0,0	2,3	0,3	0,4	70,2	26,7
2	0,0	5,9	0,5	0,6	76,3	16,7
3	0,1	9,4	0,3	1,7	77,9	10,6
4	0,1	20,2	0,4	2,1	69,9	7,2
5	1,0	32,4	0,3	5,4	57,1	3,8
Total	0,2	14,0	0,4	2,0	70,3	13,0

Fuente: ENAHO (2006)

En las zonas urbanas, los sectores de menores recursos usan generalmente gas o leña para cocinar mientras que en los sectores con mayores recursos usan predominantemente gas. En las zonas rurales el acceso al gas es más limitado. Los hogares de menores recursos usan principalmente leña y otras fuentes de energía. A medida que los hogares tienen más recursos,

aumenta el uso del gas para cocinar; sin embargo, solamente una de cada 10 familias usan gas mientras que la mayoría de los hogares usan leña.

En el caso de la iluminación doméstica, (Cuadro 8.6), existe una considerable disparidad entre las zonas urbanas y rurales. Los hogares en las zonas urbanas usan por lo general electricidad, incluso en los sectores de menores recursos de la población. En las áreas rurales los hogares usan una variedad de fuentes de energía, en su mayoría electricidad, kerosén o velas. Los sectores rurales más pobres se iluminan generalmente con kerosene.

Cuadro 8.6.

Uso de energía para iluminación; participación por hogar (%)

Quintil	Electricidad	Kerosene	Petróleo/gas	Velas	Generador	Otros	Nada
<i>Urbano</i>							
1	81,0	7,3	0,0	14,2	0,0	0,2	0,1
2	92,1	3,6	0,2	6,6	0,0	0,1	0,1
3	95,2	2,6	0,1	4,0	0,0	0,1	0,1
4	98,5	1,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0
5	99,5	0,3	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0
Total	93,3	3,0	0,1	5,4	0,0	0,1	0,1
<i>Rural</i>							
1	32,0	43,6	4,1	31,3	0,0	1,0	1,4
2	38,0	43,1	5,0	28,5	0,2	1,7	0,5
3	44,1	37,7	5,1	26,0	0,6	2,6	0,3
4	54,0	29,9	4,4	25,9	1,8	2,2	0,0
5	67,2	20,8	3,6	17,2	4,2	3,6	0,0
Total	47,0	35,0	4,4	25,8	1,4	2,2	0,4

Fuente: ENAHO (2006)

8.5.2 IMPACTOS EN EL BIENESTAR FAMILIAR

Como se discutió anteriormente, los efectos sobre el bienestar ⁴⁶ se basan en un incremento del 10 por ciento del precio al productor. Por las razones discutidas en la metodología, el incremento de precios en la parte del consumidor es calculado y varía según los cultivos.

8.5.2.1 Arroz

El arroz es el primer cultivo de la seguridad alimentaria del Perú. La Figura 8.3 ilustra los impactos de un aumento del 10 por ciento en el precio al productor de arroz para todos

⁴⁶ Notar que los impactos a nivel familiar presentados son el promedio por quintil. Dentro del quintil los efectos pueden ser diversos. Cuando se llega los quintiles más altos los impactos son más homogéneos.

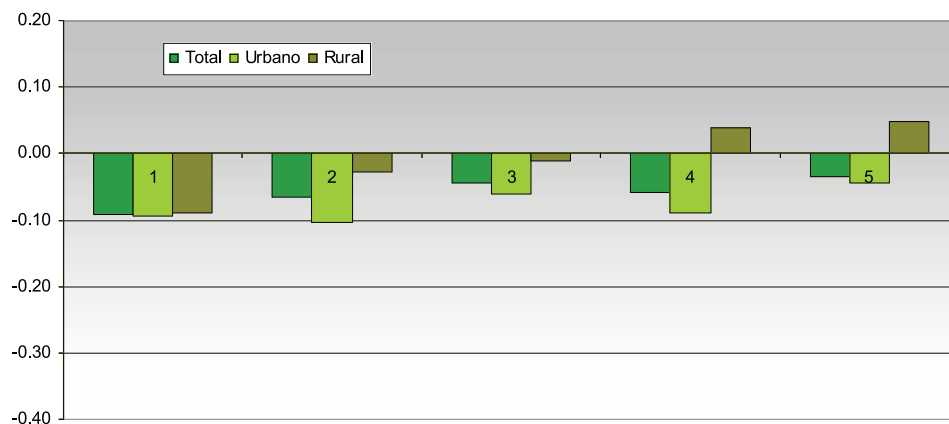
los hogares y para las familias urbanas y las familias rurales. Un aumento general del precio del arroz afecta a los hogares peruanos. El segmento más pobre de la población pierde, en promedio, cerca del 0,1 por ciento de su bienestar debido al 10 por ciento del incremento del precio al productor. Sin embargo, cuando se distingue entre población urbana y rural, los impactos varían por quintil y por ubicación.

Todos los hogares urbanos pierden debido al incremento de precios. Los hogares más afectados son el primer y segundo quintil. El último quintil de las zonas urbanas pierde aproximadamente 0,1 por ciento de su bienestar debido al incremento de precios.

Los hogares más ricos de las zonas rurales, en general se benefician del incremento de precios (cuarto y quinto quintil) mientras que los hogares más pobres de las zonas rurales pierden.

Figura 8.3

Variación del bienestar debido al cambio de precio del arroz (%)



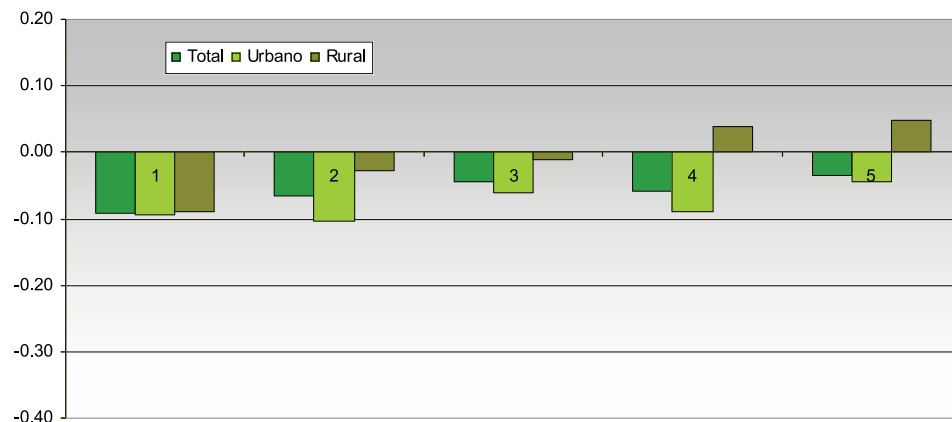
Fuente: cálculos de los autores

8.5.2.2. Maíz

El maíz es el segundo cultivo alimentario más importante del Perú. En general, el impacto a nivel del bienestar familiar es negativo (Figura 8.4). Es interesante notar que el incremento en el precio del maíz beneficia al segmento más pobre de la población en las zonas rurales. Sin embargo, en las zonas urbanas tiene una influencia negativa sobre todos los hogares y los sectores de menores recursos perdieron en promedio 0,1 por ciento de su bienestar debido al incremento de precios. Los impactos en las zonas rurales son bastante distintos en comparación con los impactos en las zonas urbanas. Todos los hogares en todos los quintiles se benefician del incremento de precios y los grupos de menores recursos son los que más se benefician. Los grupos pobres ganan aproximadamente 0,2 por ciento en su bienestar por medio del incremento de precios.

Figura 8.4

Variación del bienestar debido al cambio de precio del maíz (%)



Fuente: cálculo de los autores

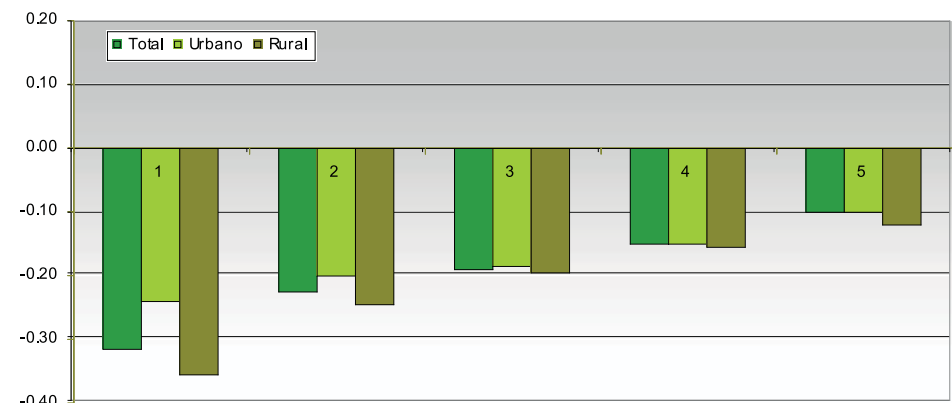
8.5.2.3 Trigo

El trigo es el tercer cultivo alimentario del país pero, como se discutió anteriormente, el Perú es un importador neto de trigo a fin de satisfacer la demanda interna. Por lo tanto, como esperado, los impactos debido a los incrementos de precio del trigo son fuertes en todos los quintiles, tanto en las poblaciones urbanas como en las rurales (Figura 8.5).

El segmento más pobre de la población es el que más sufre debido al incremento de los precios del trigo y un 10 por ciento de incremento del precio lleva a una reducción del bienestar familiar de 0,3 por ciento. La población urbana de menores recursos perdió un 0,2 por ciento de su bienestar mientras que en las zonas rurales esos grupos perdieron cerca del 0,4 por ciento.

Figura 8.5

Variación del bienestar debido al cambio de precio del trigo (%)



Fuente: cálculo de los autores

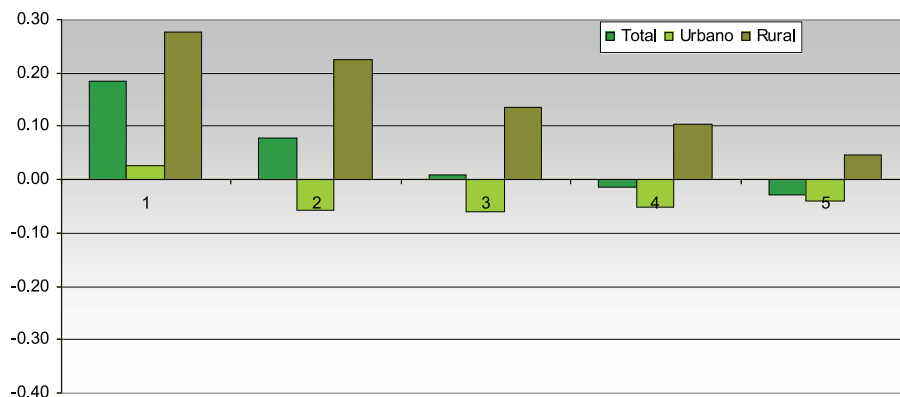
8.5.2.4 Papas

Perú es un gran productor de papas y los impactos sobre los hogares siguen los datos presentados sobre el comercio. En general, la mayoría de los hogares en los quintiles bajos se benefician del incremento del precio de las papas mientras que sólo los dos quintiles más altos son perjudicados. El segmento de menores recursos de la población incrementa su bienestar familiar en 0,2 por ciento debido al incremento del precio de las papas (Figura 8.6).

Cuando se hacen diferencias entre las poblaciones de menores recursos de los sectores urbano y rural los impactos son diferentes. Los hogares urbanos de pocos recursos ganan ligeramente debido al incremento de precio mientras que el resto de los quintiles de las zonas urbanas pierden. En las áreas rurales todos los quintiles ganan por el incremento de precio. La población rural de menores recursos gana, en promedio, aproximadamente un 0,3 por ciento.

Figura 8.6

Variación del bienestar debido al cambio de precio de las papas (%) de las papas



Fuente: cálculo de los autores

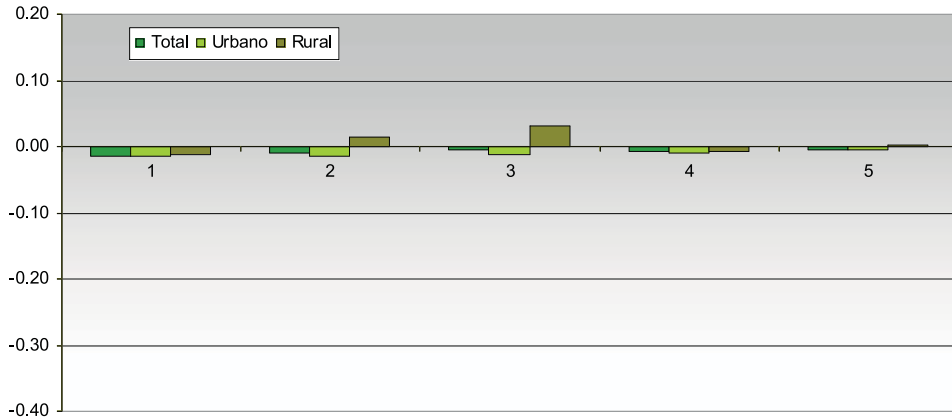
8.5.2.5 Azúcar

Los impactos a nivel hogar debido a un 10 por ciento de incremento del precio del azúcar⁴⁷ son marginales, considerando al país como una unidad. Las familias urbanas son ligeramente castigadas mientras que las familias rurales se benefician marginalmente (Figura 8.7).

47 Los registros del consumo de azúcar son sumamente complejos. El azúcar es un ingrediente importante en varios subproductos tales como bebidas endulzadas, dulces, postres, etc. No fue posible registrar con seguridad los gastos en estos subproductos, por lo tanto, los resultados presentados ignoran algunos efectos negativos sobre el consumo. Debido a ello, los impactos, en general, son subestimados y con una influencia positiva.

Figura 8.7

Variación del bienestar debido al cambio de precio del azúcar (%)



Fuente: cálculo de los autores

8.5.2.6 Impactos sobre el bienestar familiar por región

El análisis a nivel hogar del impacto puede ser replicado en base a cualquier conjunto de criterios que sean de interés para quienes elaboran las líneas políticas o para los usuarios de los análisis. Debido a la naturaleza del Perú, las autoridades nacionales podrían desear un mayor desarrollo del análisis enfocando regiones de interés específico. La distribución de las familias por quintil y por región en el Cuadro 8.7 ilustra las grandes concentraciones de hogares de escasos recursos en las regiones de Sierra Central, Sierra Sur y Selva. Desde el punto de vista del objetivo de la pobreza estas regiones podrían ser un importante punto de partida.

Cuadro 8.7.

Distribución de los hogares por región y quintil

Región	Hogares (número)					Total
	1	2	3	4	5	
Costa Norte	278	517	635	648	699	2 777
Costa Centro	117	239	312	435	382	1 485
Costa Sur	170	229	255	282	234	1 170
Sierra Norte	322	309	225	150	117	1 123
Sierra Centro	1 262	820	671	507	374	3 634
Sierra Sur	923	647	537	520	425	3 052
Selva	956	1 121	1 083	959	749	4 868
Lima	85	236	398	616	1 133	2 468
Total	4 113	4 118	4 116	4 117	4 113	20 577

Fuente: ENAHO (2006)

Dentro del objetivo general del proyecto BEFS hasta ahora se ha usado la clasificación de cultivos del país presentada anteriormente. De cualquier manera, en el contexto de un enfoque regional, la lista de cultivos podría cambiar al considerar las preferencias regionales.

A continuación se presentan los resultados para impactos a nivel hogar, por región, para los dos cultivos principales, arroz y maíz. Esto indica como el análisis puede ser hecho a nivel regional. En base a otros criterios, por ejemplo quintiles o evaluación de la propiedad, el análisis puede, por ejemplo, entrar en más detalles en una región particular (para más detalles ver Apéndice 8A).

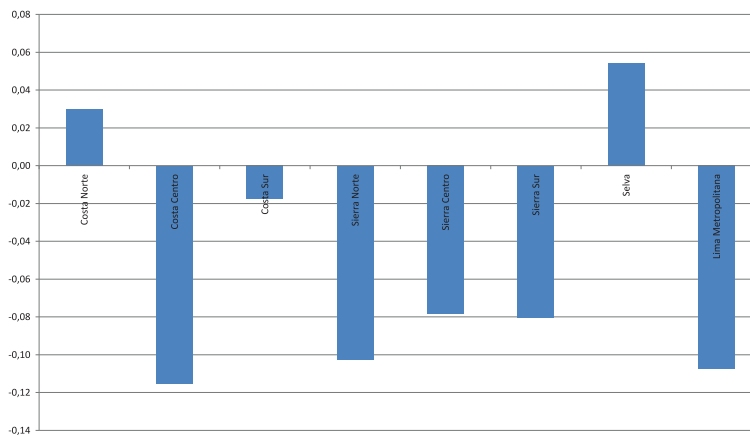
8.5.2.6.1 Arroz

Asumiendo un incremento de 10 por ciento del precio del arroz, se encuentra que los hogares se benefician del incremento de precios en las zonas de la Costa Norte y en la Selva, una de las zonas más pobres de Perú. Todas las otras regiones, incluyendo la Sierra Central y la Sierra Sur se perjudican por un aumento del precio del arroz.

Por lo tanto, desde la perspectiva de la vulnerabilidad, cinco regiones y Lima Metropolitana son susceptibles a los aumentos de los precios del arroz. Por otro lado, las dos regiones restantes, Costa Norte y Selva, se benefician de ese incremento de precio. Todas las regiones que se perjudican pierden aproximadamente 0,1 por ciento de su bienestar. Los hogares en la Costa Norte son las que más se benefician y, en promedio, su bienestar se incrementa en 0,5 por ciento.

Figura 8.8

Variación del bienestar debido al cambio de precio del arroz por región (%)

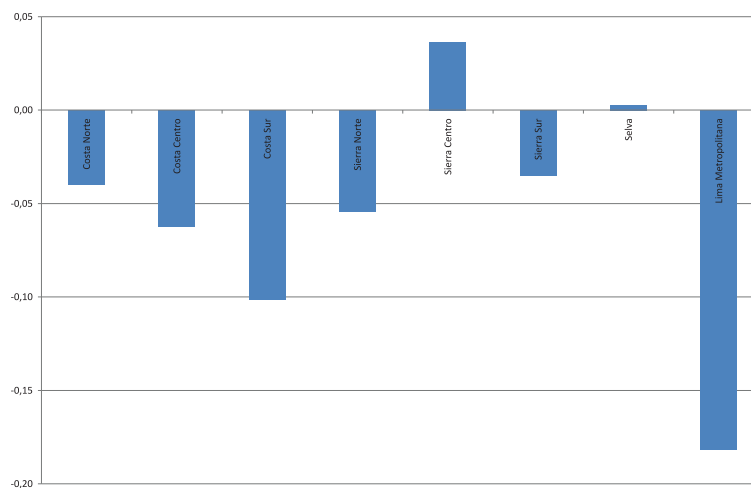


Fuente: cálculo de los autores

8.5.2.6.2 Maíz

Asumiendo un incremento del 10 por ciento en el precio del maíz, se encuentra que casi todas las regiones pierden con el incremento de precios, excepto Sierra Central y Selva. Las zonas de Costa Sur y Lima son las que sufren los impactos más fuertes y los hogares pierden, en promedio, casi 0,2 por ciento de su bienestar.

Figura 8.9

Variación del bienestar debido al cambio de precio del maíz por región (%)

Fuente: cálculo de los autores

Los resultados presentados son ilustrativos de las siguientes etapas que pueden ser ejecutadas en el análisis. En el contexto de la identificación de los hogares más vulnerables, los impactos sobre el bienestar a nivel hogar pueden ser investigados por región y por quintil y enfocando cultivos específicos de la región. El proyecto BEFS ha capacitado a los contrapartes del país en la metodología propuesta de modo que el análisis puede ser considerado al nivel de detalle necesario dentro del objetivo específico del análisis.

8.6 RECIENTES MOVIMIENTOS DE PRECIOS DE ALIMENTOS BÁSICOS EN PERÚ

Esta sección presenta una revisión de las recientes tendencias de los precios de los cultivos alimentarios más importantes. La literatura revisada en la sección 3.0 basa el cálculo de los impactos debidos a un cambio de precio del 10 por ciento. En esta sección se estudia la tendencia general de los precios de los últimos 10 años en Perú. Se revisan en detalle los casos del arroz y el maíz y en el Cuadro 8 se encuentran los cambios en el precio real entre 2006 y 2008.

Los precios para el período 1996 y 2008 están en valores de 2008 lo que permite la comparación entre los mismos.

8.6.1 MOVIMIENTOS DEL PRECIO DEL ARROZ EN PERÚ

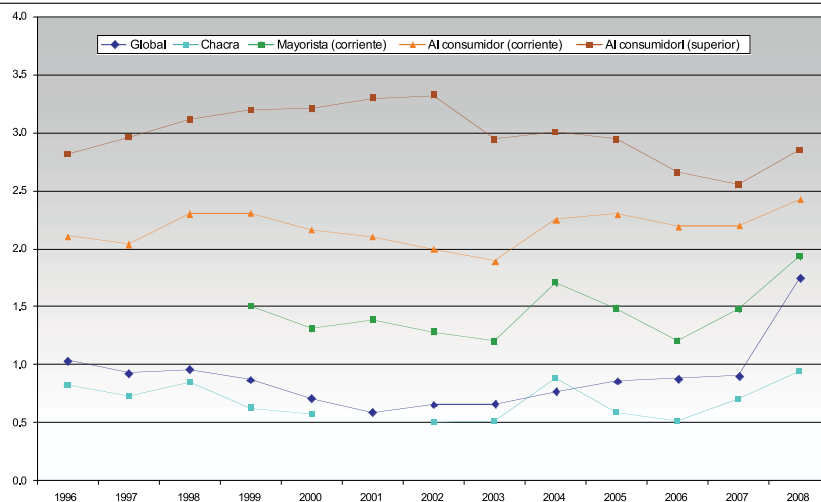
La Figura 8.10 ilustra los cambios reales de precio, incluyendo el precio mundial del arroz y el precio doméstico a tres niveles de la cadena de comercialización, o sea, los precios a nivel de finca, del mayorista y del minorista⁴⁸. Los valores están en términos anuales

⁴⁸ El precio mundial del arroz es el precio de referencia en Tailandia. Los precios domésticos son extraídos del portal *web* de INEI www.inei.gov.pe. El precio en la finca es un precio promedio para todas las variedades. El arroz de baja calidad es la calidad "corriente" que incluye una gran parte de arroz roto. El arroz de alta calidad es el "superior", una variedad muy limpia de arroz.

promedio en la moneda nacional. El precio mundial del arroz ha estado declinando desde 1996 alcanzando un mínimo en 2001 y a partir de entonces se ha incrementado lentamente pero a niveles inferiores al 1996, con la excepción del último año considerado. Entre 2007 y 2008 hubo un rápido aumento del precio internacional del arroz con un incremento de aproximadamente 100 por ciento en el lapso de un año.

Figura 8.10

Movimientos reales del precio del arroz en Perú (Soles 2008)



Fuente: datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

El precio doméstico del arroz en chacra, en general sigue el precio internacional, con la excepción de algunos años como 2004 y 2008. El aumento del precio doméstico del arroz fue menos acentuado, comparado con el precio internacional. La distribución de los precios domésticos del arroz ilustra claramente los márgenes de comercialización a través de los tres niveles. El precio de venta al mayorista del arroz de baja calidad permanece entre el precio en la finca y los precios al consumidor y, por lo general, sigue los movimientos del precio internacional.

En lo que respecta al minorista se presentan los precios del arroz de baja y de alta calidad, con el precio del arroz de alta calidad superior al precio del arroz de baja calidad.

8.6.2 MOVIMIENTOS REALES DEL PRECIO DEL MAÍZ EN PERÚ

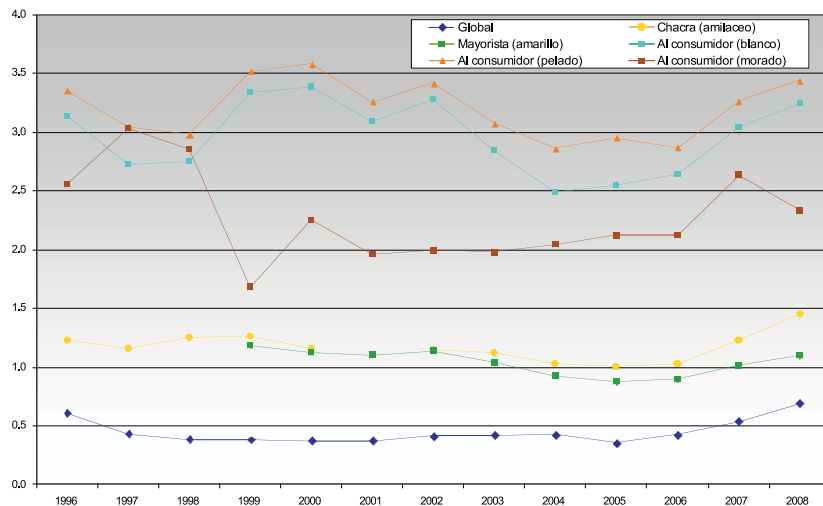
La Figura 8.11 ilustra el movimiento de los precios del maíz ⁴⁹ entre 1996 y 2008. El precio internacional del maíz pagado por las familias peruanas ha sido relativamente estable en

⁴⁹ Hay dos cadenas distintas para el maíz: la cadena del maíz amarillo y la del maíz blanco. El maíz amarillo es usado para raciones animales y el maíz blanco es destinado al consumo humano. INEI colecta precios a nivel de finca y mayorista para el maíz amarillo y a nivel de finca, mayorista y minorista para el maíz blanco. La cadena del maíz blanco incluye diversas variedades a nivel del minorista, por ejemplo, *morado* y *pelado mote*. Aquí se presenta como ilustración una selección de precios pero se pueden encontrar más detalles en www.inei.gob.pe.

el período 1996-2008. El precio del maíz tuvo una ligera tendencia a rebajar entre 1996 y principios de 2000. A inicios de 2000 hubo algunas fluctuaciones e inició a aumentar en 2005 después de una depresión. Desde 2005 el precio internacional del maíz se ha incrementado. El precio al mayorista del maíz amarillo sigue muy estrechamente el precio internacional, declinando generalmente hasta 2005 y desde entonces sigue una tendencia a aumentar.

Figura 8.11

Movimientos reales del precio del maíz en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

El precio interno del maíz blanco en la finca ha sido fluctuante, pero generalmente con una tendencia a descender hasta el período 2004-2006. En este período el precio fue estable pero después comenzó a aumentar. Los precios del maíz al consumidor han sido más erráticos en comparación con el precio en la finca en el 2005. El precio al consumidor del maíz morado se incrementó en 1997, después cayó en 1999 y eventualmente se estabilizó entre 2001 y 2006; en los dos años siguientes se incrementó y decreció. Los precios al consumidor del maíz blanco y del maíz pelado se desarrollaron en forma muy cercana, con el maíz pelado ligeramente mayor. Estos dos precios inicialmente decrecieron, aumentaron y decrecieron nuevamente hasta 2004. En 2004 los precios aumentaron en forma continua hasta 2008. En conclusión, todos los precios del maíz a todos los niveles se incrementaron entre 2005 y 2008.

8.6.3 CAMBIOS EN LOS PRECIOS AL PRODUCTOR ENTRE 2006-2008 EN PERÚ

Como se discutió en la Sección 8.3, el porcentaje de cambio en que se enfoca el trabajo dentro de la evaluación del impacto a nivel del bienestar familiar es el cambio de precios en la parte del productor. Como ilustración, es posible asumir que quienes toman decisiones políticas estaban interesados en el período 2006-2008 en evaluar los impactos a nivel hogar de los cambios de precios que ocurrieron durante ese período. En este contexto, el Cuadro 8.8

indica los cambios reales de precios al productor entre 2006 y 2008 para arroz, papas, maíz, trigo y azúcar. Como ilustra el Cuadro, entre 2006 y 2008 algunos precios aumentaron y otros disminuyeron, algunos más en forma más evidente que otros. Los cambios de precios en ese período fueron debidos a varias razones que están fuera del objetivo de este análisis, incluyendo en cierta medida el desarrollo de los biocombustibles.

Cuadro 8.8

Cambios reales de precio al productor de cultivos seleccionados

Cultivo alimenticio	Porcentaje de cambio de precio en términos reales (2006-2008)
Arroz	45
Papas	-7
Maíz	30
Trigo	9
Azúcar	-40

Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

Entre 2006 y 2008 el precio del arroz aumentó 45 por ciento que es un precio 4,5 veces mayor que el precio discutido hasta aquí. En base a un 45 por ciento de incremento de precio, los impactos a nivel hogar deberían ser 4,5 veces como los que se han discutido. Las familias de menores recursos de los sectores urbano y rural serían más seriamente perjudicadas que lo que se ha descrito anteriormente. El cuarto y quinto quintiles de la población rural podrían haberse beneficiado 4,5 veces más.

El cambio de los precios al productor de maíz fue de 30 por ciento, por lo tanto, todos los impactos a nivel hogar serían el triple de los impactos discutidos. El cambio del precio del trigo fue de nueve por ciento, por lo tanto, los impactos son muy cercanos a aquellos discutidos. El cambio de precio de las papas en términos absolutos fue cercano al 10 por ciento pero los efectos son inversos ya que el precio de las papas disminuyó. Debido a esto, el bienestar de los sectores de menos recursos se redujo en vez de incrementarse. El porcentaje de cambio del azúcar fue de 40 por ciento pero los impactos mostrados en el análisis fueron mínimos.

8.7 CONCLUSIONES

El incremento de precios ocurre debido a una serie de enfrentamientos entre el abastecimiento y la demanda, incluyendo la bioenergía, a nivel nacional e internacional. Los incrementos de precios para los cultivos alimenticios básicos de un país pueden afectar la seguridad alimentaria a nivel hogar dependiendo de si el país y el hogar son, respectivamente, importadores netos o exportadores netos del cultivo alimenticio o productor o consumidor netos. Esta parte del análisis del BESF permite la identificación de los impactos de los precios de alimentos a los cuales el país es más vulnerable y también permite la identificación de los segmentos más vulnerables de la población a esos impactos.

En base a su importancia para la ingestión de calorías, los cultivos básicos en Perú son arroz, maíz, trigo, papas y azúcar. Perú es un fuerte importador de trigo, maíz y azúcar y, por lo tanto, susceptible a los incrementos de precios de estos productos.

Los hogares de escasos recursos están distribuidos en zonas urbanas y rurales, y según ENAHO 2006, dos tercios del 20 por ciento más pobre de la población residen en zonas rurales mientras que un tercio vive en áreas urbanas.

A nivel hogar, el análisis muestra que los sectores rurales de menores recursos son vulnerables a los incrementos de precios del arroz y el trigo, con un impacto consistentemente negativo en el caso del trigo. El beneficio del incremento del precio del arroz es absorbido por los hogares rurales del cuarto y quinto quintil. Por otro lado, los sectores rurales pobres pueden beneficiarse del incremento de precios de las papas y el maíz. El azúcar tiene un impacto marginal pero esto también puede ser originado por problemas en la medida del gasto del azúcar.

Cuando se enfoca el segmento urbano más pobre, los impactos son diferentes en comparación con los hogares rurales y en su mayoría negativos. Todos los incrementos de precios perjudican a los sectores de menores recursos, con la excepción del incremento del precio de las papas. Los hogares urbanos son mayormente afectados por el incremento del precio del trigo pero también sufren debido a los incrementos de precio del maíz y el arroz.

En conclusión, desde una perspectiva de seguridad alimentaria, el precio del arroz debería ser controlado cuidadosamente ya que tiene impactos en todos los grupos de menores recursos de la población. Cuando se considera una perspectiva regional, esta conclusión puede variar debido a que cambia el perfil de los agricultores en la región y las preferencias locales de consumo. Observando los recientes movimientos de precios, el análisis mostró que el precio del arroz, incluyendo el arroz de baja calidad consumido por los grupos de menores recursos, se ha incrementado fuertemente en los últimos dos años si bien esto no es, probablemente, debido a la bioenergía. En términos generales, el precio del trigo en Perú también se ha incrementado en los últimos años. El seguimiento del incremento del precio del maíz será importante para los sectores urbanos pobres pero no para esos sectores rurales. El incremento del precio de las papas tiende a beneficiar a los sectores pobres.

Cuadro 8A.1

Distribución de los hogares (número) por región y quintil.

Región	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
Costa Norte	279	516	635	648	699	2 777
Costa Centro	117	239	312	435	382	1 485
Costa Sur	170	229	255	282	234	1 170
Sierra Norte	322	309	225	150	117	1 123
Sierra Centro	1 262	820	671	507	374	3 634
Sierra Sur	923	647	537	520	425	3 052
Selva	958	1 119	1 083	959	749	4 868
Lima Metropolitana	85	236	398	616	1 133	2 468
Total	4 116	4 115	4 116	4 117	4 113	20 577

Fuente: ENAHO 2006

Cuadro 8A.2

Distribución (número) de hogares por quintil y departamento.

Departamento	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
Amazonas	182	207	186	165	87	827
Ancash	146	138	167	203	188	842
Apurímac	193	133	100	66	43	535
Arequipa	87	131	183	225	229	855
Ayacucho	284	216	159	122	64	845
Cajamarca	249	259	208	111	97	924
Callao	11	30	69	96	153	359
Cusco	211	179	142	130	136	798
Huancavelica	379	120	85	49	27	660
Huanuco	263	192	154	114	98	821
Ica	82	142	178	229	189	820
Junín	181	235	183	154	144	897
La Libertad	124	139	153	163	188	767
Lambayeque	90	163	182	172	166	773
Lima	124	283	421	612	1 056	2 496
Loreto	115	184	205	192	152	848
Madre de Dios	77	89	118	184	172	640
Moquegua	139	137	123	134	110	643
Pasco	201	139	117	84	55	596
Piura	142	227	238	187	151	945
Puno	361	191	116	102	52	822
San Martín	185	211	190	168	121	875
Tacna	134	140	151	163	104	692
Tumbes	19	76	124	162	219	600
Ucayali	137	154	164	130	112	697
Total	4 116	4 115	4 116	4 117	4 113	20 577

Fuente: ENAHO 2006

Cuadro 8A.3

Total de ingreso gastos y gastos en alimentación de las familias, por ubicación y quintil, para todo el país

Quintil	Elemento (Soles)	Ubicación		
		Todo Perú	Urbana	Rural
1	Total Ingresos	5 484	7 704	4 226
	Total Gastos	4 820	6 470	3 724
	Total Gastos Alimentos	2 377	2 391	2 135
2	Total Ingresos	10 395	13 548	7 596
	Total Gastos	9 214	11 508	7 082
	Total Gastos Alimentos	4 197	4 227	4 001
3	Total Ingresos	14 975	19 218	10 505
	Total Gastos	13 281	16 135	10 228
	Total Gastos Alimentos	5 574	5 482	5 591
4	Total Ingresos	21 891	27 084	14 770
	Total Gastos	18 918	22 538	14 218
	Total Gastos Alimentos	6 803	6 981	7 353
5	Total Ingresos	48 881	58 002	27 092
	Total Gastos	38 768	45 007	24 856
	Total Gastos Alimentos	8 978	9 526	9 010
Total	Total Ingresos	22 245	27 472	12 368
	Total Gastos	18 482	22 132	11 585
	Total Gastos Alimentos	5 841	6 040	5 466

Fuente: ENAHO 2006.

Cuadro 8A.4

Participación del gasto en alimentos por ubicación y quintil, para todo el país

Quintil	Ubicación		
	Perú	Urbana	Rural
	Participación (%)	Participación (%)	Participación (%)
1	50	38	58
2	46	37	56
3	42	36	53
4	36	33	47
5	26	25	32
Total	39	32	52

Fuente: ENAHO (2006).

Cuadro 8A.5

Variación del bienestar debido al cambio de precio por región, quintil y alimento (%)

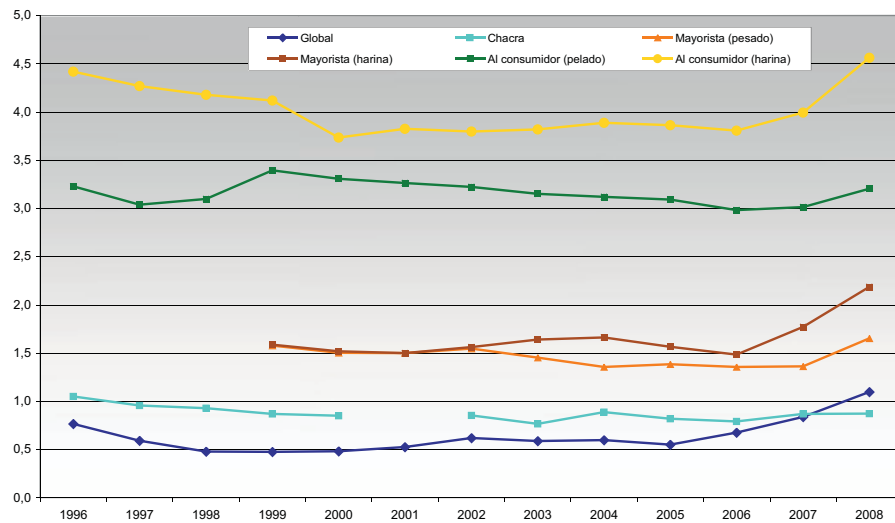
Región	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Arroz</i>						
Costa Norte	-0.06	-0.01	0.12	0.00	0.10	0.03
Costa Centro	-0.11	-0.15	-0.13	-0.12	-0.08	-0.12
Costa Sur	-0.11	0.07	-0.08	0.02	0.01	-0.02
Sierra Norte	-0.16	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.10
Sierra Centro	-0.11	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05	-0.08
Sierra Sur	-0.11	-0.10	-0.08	-0.06	-0.05	-0.08
Selva	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.05
Lima Metropolitana	-0.10	-0.13	-0.13	-0.11	-0.06	-0.11
Total	-0.09	-0.07	-0.04	-0.06	-0.03	-0.06
<i>Azucar</i>						
Costa Norte	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Costa Centro	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
Costa Sur	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Sierra Norte	0.01	0.01	0.06	0.00	0.02	0.02
Sierra Centro	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Sierra Sur	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Selva	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
Lima Metropolitana	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Total	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
<i>Trigo</i>						
Costa Norte	-0.19	-0.19	-0.17	-0.14	-0.10	-0.16
Costa Centro	-0.25	-0.23	-0.22	-0.19	-0.13	-0.20
Costa Sur	-0.25	-0.22	-0.19	-0.16	-0.12	-0.19
Sierra Norte	-0.45	-0.33	-0.26	-0.16	-0.12	-0.26
Sierra Centro	-0.39	-0.27	-0.21	-0.19	-0.13	-0.24
Sierra Sur	-0.34	-0.25	-0.21	-0.16	-0.11	-0.21
Selva	-0.16	-0.16	-0.14	-0.12	-0.09	-0.13
Lima Metropolitana	-0.18	-0.16	-0.18	-0.14	-0.09	-0.15
Total	-0.31	-0.22	-0.19	-0.15	-0.10	-0.19
<i>Papas</i>						
Costa Norte	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.03	-0.04
Costa Centro	0.03	-0.07	-0.09	-0.07	-0.06	-0.05
Costa Sur	-0.09	-0.09	-0.07	-0.06	-0.04	-0.07
Sierra Norte	0.19	0.34	0.33	0.21	0.07	0.23
Sierra Centro	0.31	0.23	0.16	0.16	0.02	0.18
Sierra Sur	0.36	0.21	0.07	0.05	0.01	0.14
Selva	-0.07	-0.07	-0.05	-0.04	-0.03	-0.05
Lima Metropolitana	-0.07	-0.08	-0.09	-0.07	-0.04	-0.07
Total	0.19	0.08	0.01	-0.01	-0.03	0.04

Cuadro 8A.5 continúan

Región	Quintil					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Maiz</i>						
Costa Norte	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.06	-0.04
Costa Centro	0.26	-0.16	-0.15	-0.20	-0.06	-0.06
Costa Sur	-0.04	-0.08	-0.15	-0.13	-0.11	-0.10
Sierra Norte	-0.02	-0.07	-0.03	-0.07	-0.09	-0.05
Sierra Centro	0.26	0.05	-0.03	-0.04	-0.05	0.04
Sierra Sur	0.01	-0.02	-0.04	-0.04	-0.08	-0.04
Selva	0.08	0.02	0.01	-0.03	-0.07	0.00
Lima Metropolitana	-0.13	-0.20	-0.22	-0.20	-0.14	-0.18
Total	0.08	-0.05	-0.09	-0.11	-0.11	-0.06

Figura 8B.1

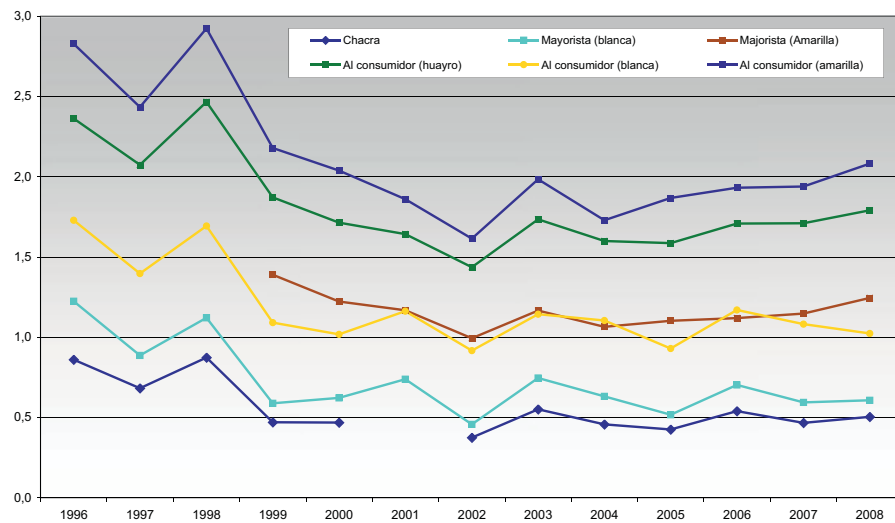
Movimientos reales del precio del trigo en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

Figura 8B.2

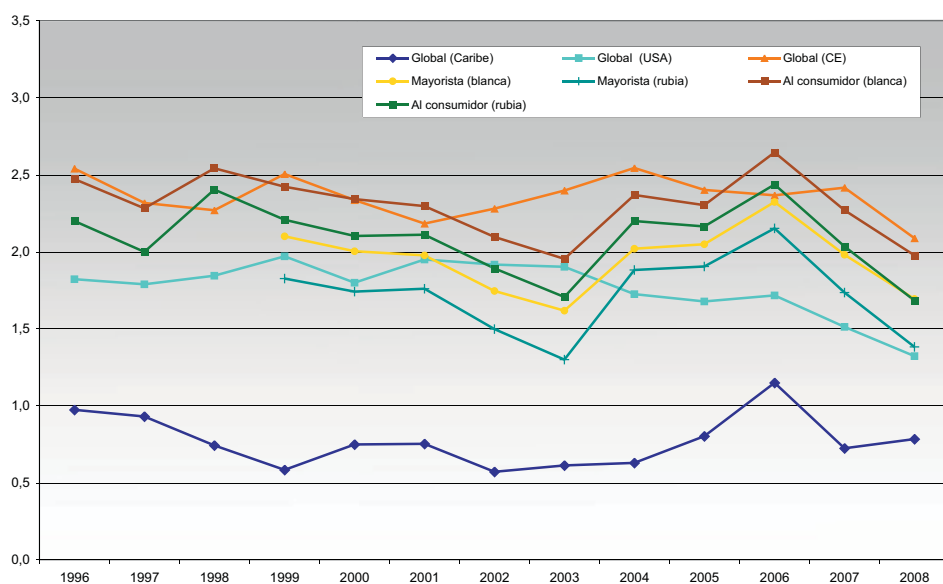
Movimientos reales del precio de las papas en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

Figura 8B.3

Movimientos reales del precio del azúcar en Perú (Soles 2008)



Fuente: Datos sin elaborar de INEI, cálculos de los autores

FAO SERIES DE PUBLICACIONES DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

1. **Africover: Specifications for geometry and cartography, summary report of the workshop on Africover, 2000 (E)**
2. **Terrestrial Carbon Observation: the Ottawa assessment of requirements, status and next steps, 2002 (E)**
3. **Terrestrial Carbon Observation: the Rio de Janeiro recommendations for terrestrial and atmospheric measurements, 2002 (E)**
4. **Organic agriculture: Environment and food security, 2002 (E, S)**
5. **Terrestrial Carbon Observation: the Frascati report on in situ carbon data and information, 2002 (E)**
6. **The Clean Development Mechanism: Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects, 2003 (E)*: Out of print/not available**
7. **The application of a spatial regression model to the analysis and mapping of poverty, 2003 (E)**
8. **Land Cover Classification System (LCCS) + CD-ROM, version 2, Geo-spatial Data and Information, 2005 (E)**
9. **Coastal GTOS. Strategic design and phase 1 implementation plan, 2005 (E)**
10. **Frost Protection: fundamentals, practice and economics- Volume I and II + CD, Assessment and Monitoring, 2005 (E), 2009 (S)**
11. **Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability, 2006 (E)**
12. **Rapid Agriculture Disaster Assessment Routine (RADAR), 2008 (E)**
13. **Disaster risk management systems analysis: a guide book, 2008 (E, S)**
14. **Community based adaptation in action: a case study from Bangladesh, 2008 (E)**
15. **Coping with a changing climate: considerations for adaptation and mitigation in agriculture, 2009 (E)**

Disponibilidad: August 2010

Ar Arabic	F French	Multil Multilingual
C Chinese	P Portuguese	* Out of print
E English	S Spanish	** In preparation

FAO DOCUMENTOS DE TRABAJO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Groups: 1. Environment, 2. Climate Change, 3. Bioenergy, 4. Monitoring and Assessment

1. Inventory and monitoring of shrimp farms in Sri Lanka by ERS SAR data, 1999 (E)
2. Solar photovoltaic for sustainable agriculture and rural development, 2000 (E)
3. Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles, 2000 (S)
4. The energy and agriculture nexus, 2000 (E)
5. World wide agroclimatic database, FAOCLIM CD-ROM v. 2.01, 2001 (E)
6. Preparation of a land cover database of Bulgaria through remote sensing and GIS, 2001 (E)
7. GIS and spatial analysis for poverty and food insecurity, 2002 (E)
8. Environmental monitoring and natural resources management for food security and sustainable development, CD-ROM, 2002 (E)
9. Local climate estimator, LocClim 1.0 CD-ROM, 2002 (E)
10. Toward a GIS-based analysis of mountain environments and populations, 2003 (E)
11. TERRASTAT: Global land resources GIS models and databases for poverty and food insecurity mapping, CD-ROM, 2003 (E)
12. FAO & climate change, CD-ROM, 2003 (E)
13. Groundwater search by remote sensing, a methodological approach, 2003 (E)
14. Geo-information for agriculture development. A selection of applications, 2003 (E)
15. Guidelines for establishing audits of agricultural-environmental hotspots, 2003 (E)
16. Integrated natural resources management to enhance food security. The case for community-based approaches in Ethiopia, 2003 (E)
17. Towards sustainable agriculture and rural development in the Ethiopian highlands. Proceedings of the technical workshop on improving the natural resources base of rural well-being, 2004 (E)
18. The scope of organic agriculture, sustainable forest management and ecoforestry in protected area management, 2004 (E)
19. An inventory and comparison of globally consistent geospatial databases and libraries, 2005 (E)
20. New LocClim, Local Climate Estimator CD-ROM, 2005 (E)
21. AgroMet Shell: a toolbox for agrometeorological crop monitoring and forecasting CD-ROM (E)**
22. Agriculture atlas of the Union of Myanmar (agriculture year 2001-2002), 2005 (E)
23. Better understanding livelihood strategies and poverty through the mapping of livelihood assets: a pilot study in Kenya, 2005 (E)
24. Mapping global urban and rural population distributions, 2005 (E)
25. A geospatial framework for the analysis of poverty and environment links, 2006 (E)
26. Food Insecurity, Poverty and Environment Global GIS Database (FGGD) and Digital Atlas for the Year 2000, 2006 (E)
27. Wood-energy supply/demand scenarios in the context of the poverty mapping, 2006 (E)
28. Policies, Institutions and Markets Shaping Biofuel Expansion: the case of ethanol and biodiesel in Brazil, in preparation (E)
29. Geoinformation in Socio-Economic Development Determination of Fundamental Datasets for Africa, 2009 (E, F)
30. Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol, 2009 (E)

31. **Small scale Bioenergy Initiatives: brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa, 2009 (E)**
32. **Review of Evidence on Dryland Pastoral Systems and Climate Change: Implications and opportunities for mitigation and adaptation, 2009 (E)**
33. **Algae Based Biofuels: A Review of Challenges and Opportunities for Developing Countries, 2009 (E)**
34. **Carbon finance possibilities for agriculture, forestry and other land use projects in a smallholder context, 2010 (E, F, S)**
35. **Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Tanzania, 2010 (E)**
36. **Technical Compendium: description of agricultural trade policies in Peru, Tanzania and Thailand, 2010 (E)**
37. **Household level impacts of increasing food prices in Cambodia, 2010 (E)**
38. **Agricultural based livelihood systems in drylands in the context of climate change: inventory of adaptation practices and technologies of Ethiopia. in preparation (E)**
39. **Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Peru, Technical Compendium Volume 1: Results and Conclusions; Volume 2: Methodologies, 2010 (S)**
40. **Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Peru, Supporting the policy machinery in Peru, 2010 (E, S)**
41. **Analysis of climate change and variability risks in the smallholder sector: case studies of the Laikipia and Narok districts representing major agro ecological zones in Kenya, in preparation (E)**
42. **Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Thailand, 2010 (E)**

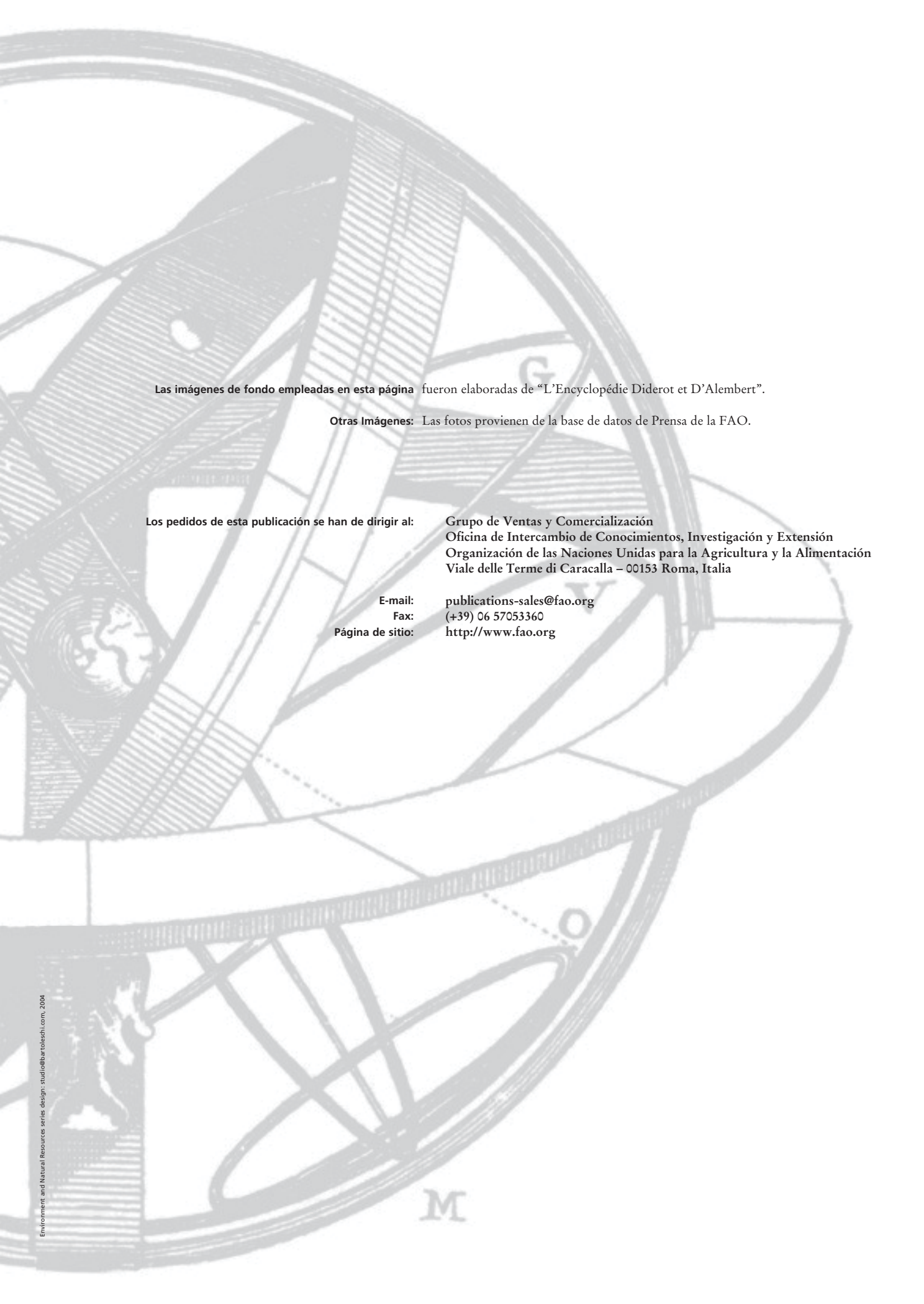
Disponibilidad: August 2010

Ar Arabic	F French	Multil Multilingual
C Chinese	P Portuguese	* Out of print
E English	S Spanish	** In preparation



The FAO Technical Papers
are available through the authorized
FAO Sales Agents or directly from:

Sales and Marketing Group - FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome - Italy



Las imágenes de fondo empleadas en esta página fueron elaboradas de “L’Encyclopédie Diderot et D’Alembert”.

Otras Imágenes: Las fotos provienen de la base de datos de Prensa de la FAO.

Los pedidos de esta publicación se han de dirigir al:

Grupo de Ventas y Comercialización
Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Viale delle Terme di Caracalla – 00153 Roma, Italia

E-mail: publications-sales@fao.org

Fax: (+39) 06 57053360

Página de sitio: <http://www.fao.org>



Bioenergía, y especialmente los biocombustibles, han sido promovidos como un medio para fortalecer la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir los efectos de las emisiones de gases de invernadero. En principio, el desarrollo de la bioenergía ofrece muchos beneficios pero estos deben ser balanceados con los impactos sobre la seguridad alimentaria y el ambiente. Por un lado ha habido urgencia por parte de muchos gobiernos para desarrollar alternativas a los combustibles fósiles, pero esto a menudo ha sido hecho con una cierta falta de comprensión del costo total y los beneficios de la bioenergía. En este contexto, la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), con la contribución del Ministerio Federal de Alimentación y Protección al Consumidor de la República Federal de Alemania, ha ejecutado el proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) a fin de evaluar como el desarrollo de la bioenergía puede ser implementado sin

poner en peligro la seguridad alimentaria. El proyecto desarrolló un marco de análisis que comprende una evaluación global del desarrollo de la bioenergía y la seguridad alimentaria. Este marco analítico ha sido implementado en Perú, Tailandia y Tanzania.

El análisis presentado en este documento describe la implementación del Marco Analítico BEFS en Perú. El análisis proporciona una puerta de entrada a los temas que conciernen bioenergía y seguridad alimentaria. Los resultados que surgen del análisis no deberían ser considerados como definitivos sino que proporcionan indicaciones sólidas para identificar prioridades políticas. Como parte de las actividades del proyecto se capacitó personal nacional en el uso de las herramientas de BEFS de modo que el análisis pueda ser repetido y extendido para reflejar las políticas prevalentes y también para apoyar ajustes a esas políticas a medida que evoluciona el sector de la bioenergía.



Publicaciones de la División de Clima, Energía y Tierras (NRC)

Documentos de trabajo: www.fao.org/climatechange/61879

Contacto en NRC: NRC-Director@fao.org

Agencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
www.fao.org