

46

2010

ISSN 2078-6336

**ANIMAL GENETIC
RESOURCES**

an international journal

**RESSOURCES
GÉNÉTIQUES ANIMALES**

un journal international

**RECURSOS
GENÉTICOS ANIMALES**

una revista internacional



The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of FAO.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

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.

All rights reserved. FAO encourages the reproduction and dissemination of material in this information product. Non-commercial uses will be authorized free of charge, upon request. Reproduction for resale or other commercial purposes, including educational purposes, may incur fees. Applications for permission to reproduce or disseminate FAO copyright materials, and all queries concerning rights and licences, should be addressed by e-mail to copyright@fao.org or to the Chief, Publishing Policy and Support Branch, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

© FAO 2010

Tous droits réservés. La FAO encourage la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande. La reproduction pour la revente ou d'autres fins commerciales, y compris pour fins didactiques, pourrait engendrer des frais. Les demandes d'autorisation de reproduction ou de diffusion de matériel dont les droits d'auteur sont détenus par la FAO et toute autre requête concernant les droits et les licences sont à adresser par courriel à l'adresse copyright@fao.org ou au Chef de la Sous-Division des politiques et de l'appui en matière de publications, Bureau de l'échange des connaissances, de la recherche et de la vulgarisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome (Italie).

© FAO 2010

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 Roma (Italia) o por correo electrónico a: copyright@fao.org

© FAO 2010

Editor-in-Chief

B. Scherf

Editors

S. Galal; I. Hoffmann

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome,
Italy

Animal Genetic Resources is an international journal published under the auspices of the Animal Genetic Resources Branch of the Animal Production and Health Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Ressources génétiques animales est un journal international publié sous les auspices de la Sous-Division des ressources génétiques animales de la Division de la production et de la santé animales, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Recursos genéticos animales es una revista internacional publicada bajo los auspicios de la Subdivisión de los Recursos Genéticos Animales de la División de la Producción y la Salud Animal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Print edition and institutional subscriptions / Édition imprimée et abonnements pour institutions / Edición de la impresión y suscripciones institucionales: Sales and Marketing Group, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy; Fax: (39) 06 5705 3360; E-mail / courrier électronique / correo: Publications-Sales@fao.org or through FAO sales agents / ou auprès des agents de vente des publications de la FAO / o a través de las agentes de venta de la FAO.

Online edition: Cambridge University Press online platform at www.journals.cambridge.org/agr. Please visit the homepage to access the fully searchable text with reference linking and also to submit your paper electronically. The electronic version is also available in the library of the Domestic Animal Information System – DAD-IS at www.fao.org/dad-is.

Édition en ligne: Plateforme virtuelle de «Cambridge University Press» accessible sur www.journals.cambridge.org/agr. Veuillez consulter la page d'accueil pour accéder aux textes qui contiennent des liens de référence et dont tout le contenu peut être recherché; ainsi que pour soumettre vos articles par voie électronique. La version électronique est aussi disponible dans la bibliothèque du Système d'information sur la diversité des animaux domestiques, DAD-IS accessible sur www.fao.org/dad-is.

Edición en línea: Plataforma en línea del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cambridge a www.journals.cambridge.org/agr. Por favor, visite la página inicial para acceder al texto completamente investigable con lazos de referencia y también para someter sus artículos electrónicamente. La versión electrónica está también disponible en la biblioteca del Sistema de Información sobre la diversidad de los animales domésticos, DAD-IS a www.fao.org/dad-is.

Technical enquiries and individual subscriptions / Renseignements techniques et abonnements individuels / Consultas técnicas y suscripciones individuales: Editor-in-Chief, Animal Genetic Resources Branch, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy; Fax: (39) 06 5705 5749; E-mail / courrier électronique / correo: AnGR-Journal@fao.org

*ANIMAL GENETIC**RESOURCES**RESSOURCES**GÉNÉTIQUES ANIMALES**RECURSOS**GENÉTICOS ANIMALES*

46
2010

CONTENTS**Page**

Editorial	iii
Morphological and genetic characterization of Ganjam sheep	1
<i>R. Arora, S. Bhatia & A. Jain</i>	
Morphological features of indigenous chicken populations of Ethiopia	11
<i>N. Dana, T. Dessie, L. H. van der Waaij & J.A.M. van Arendonk</i>	
Egg production potentials of certain indigenous chicken breeds from South Africa	25
<i>J.A.N. Grobbelaar, B. Sutherland & N.M. Molalagotla</i>	
The use of indigenous cattle in terminal cross-breeding to improve beef cattle production in Sub-Saharan Africa	33
<i>M.M. Scholtz & A. Theunissen</i>	
Caractérisation morphométrique et reproductive des taureaux et vaches N'Dama du Congo	41
<i>F. Akouango, C. Ngokaka, P. Ewomango & Kimbembe</i>	
Caractérisation phénotypique des populations de poules locales (Gallus Gallus) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun	49
<i>J.C. Fotsa, X. Rognon, M. Tixier-Boichard, G. Coquerelle, D. Poné Kamdem, J.D. Ngou Ngoupayou, Y. Manjeli & A. Bordas</i>	
Croissance pondérale et productivité de la poule locale Gallus domesticus en élevage fermier au Congo	61
<i>F. Akouango, P. Bandtaba y C. Ngokaka</i>	
Caracterización genética de Kappa caseínas y Beta lactoglobulinas del Bovino Criollo de cuatro Comunidades Andinas del Perú	67
<i>E. Veli y E. Rivas</i>	
Caracterización etnológica y propuesta del estándar para la raza bovina colombiana Criolla Casanare	73
<i>H.J. Sastre, E. Rodero, A. Rodero, M. Herrera y F. Peña</i>	
Recent publications	81
Instructions for contributors	95
Instructions pour les auteurs	99
Instrucciones para los autores	103

Editorial Advisory Board

Editor-in-Chief: **B. Scherf**, Animal Genetic Resources Branch, FAO
Editors: **S. Galal; I. Hoffmann**
Editorial Board: **L. Alderson**
J.S. Barker
J. Boyazoglu
J.V. Delgado Bermejo
J.F. Garcia
H. Jianlin
J. Mueller
O. Mwai
C. Nimbkar
D. Notter
L. Ollivier
D. Steane
E. vanMarle-Koster

The following is the address for each of the members of the Editorial Advisory Board.

Beate Scherf, Animal Production Officer, Animal Genetic Resources Branch, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Viale delle Terme di Caracalla 1, 00153 Rome, Italy
email: beate.scherf@fao.org

Salah Galal, Animal Production Department, Faculty of Agriculture, University of Ain Shams, P.O. Box 68, Hadaeq Shubra 11241, Cairo, Egypt
email: sgalal@tedata.net.eg

Irene Hoffmann, Chief, Animal Genetic Resources Branch, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Viale delle Terme di Caracalla 1, 00153 Rome, Italy
email: irene.hoffmann@fao.org

Lawrence Alderson, Countrywide Livestock Ltd, 6 Harnage, Shrewsbury, Shropshire SY5 6EJ, UK
email: lawrence@clltd.demon.co.uk

Stuart Barker, Emeritus Professor University of New England; Honorary Professor University of Queensland, 114 Cooke Road, Witta, Maleny, Qld 4552, Australia
email: sbarker@une.edu.au

Jean Boyazoglu, 51 Porte de France, 06500, Menton (PACA), France
email: jean.boyazoglu@wanadoo.fr

Juan Vicente Delgado Bermejo, Departamento de Genética, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Edificio C-5 (Gregor Mendel), 14071 Córdoba, Spain
email: id1debej@lucano.uco.es

Jose Fernando Garcia, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular Animal, Rua Clóvis Pestana, Aracatuba, Brazil
email: jfgarcia@terra.com.br

Han Jianlin, Institute of Animal Science (IAS), Chinese Academy of Agricultural Sciences, No. 2, Yuan Ming, Yuan Xi Lu, Haidian District, Beijing 1000193, P.R. China
email: h.jianlin@cgiar.org

Joaquin Mueller, National Institute of Agricultural Technology (INTA), CC 277, Valle Verde, San Carlos de Bariloche, 8400 Rio Negro, Argentina
email: jmueller@bariloche.inta.gov.ar

Okeyo Mwai, International Livestock Research Institute (ILRI), P.O. Box 30709 Nairobi 00100, Kenya
email: o.mwai@cgiar.org

Chanda Nimbkar, Animal Husbandry Division, Nimbkar Agricultural Research Institute, P.O. Box 23, Phaltan, Maharashtra, India
email: chanda.nimbkar@gmail.com

David Notter, Department of Animal and Poultry Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA 24061, USA
email: drnotter@vt.edu

Louis Ollivier, 8 Impasse Calmette, 78350 Jouy-en-Josas, France
email: louis.ollivier@free.fr

David Steane, 99 Moo 7, Baan Rong Dua, Tha Kwang, Saraphi, Chiang Mai 50140, Thailand

Este vanMarle-Koster, Department of Animal & Wildlife Sciences, Faculty of Natural & Agricultural, Sciences, University of Pretoria, 0002 Pretoria, South Africa
email: este.vanmarle-koster@up.ac.za

Editorial

The Twelfth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture took place in Rome in October 2009. The meeting represented an opportunity for the 171 member countries of the Commission to review progress made in the implementation of the *Global Plan of Action for Animal Genetic Resources*. The Commission also adopted a Funding Strategy for the implementation of the *Global Plan of Action* and urged donors to enhance their financial support, and requested FAO to implement it. The report of the Twelfth Regular Session is now available on the Commission's Web site.¹

As the negotiations of the International Regime on Access and Benefit-sharing within the Convention on Biological Diversity are expected to be concluded in 2010, the Commission meeting was preceded by a special information seminar on policies and arrangements for access and benefit-sharing. A number of papers on the topic were prepared and are available on the Commission's Web site. These include a paper entitled *The use and exchange of animal genetic resources for food and agriculture*.² It concludes that in all regions, livestock keepers and breeders utilize animal genetic resources for food and agriculture (AnGR) that originated in other regions. The current pattern of international exchange of genetic material in livestock species is rather one-sided: the transfer of genetic material from the developed "North" to the developing "South" and between the regions of the North is far greater than that occurring from South to North. Livestock keepers remain the main custodians of AnGR diversity and only few AnGR are held in the public domain. Most exchange takes place on the basis of private contracts or informal arrangements between individuals or companies. Unless otherwise specified in the contract, the assumption is normally that the owners of the breeding animals (or other genetic material) acquired through such exchanges are permitted to use the genetic resources involved for further breeding as they wish. International exchange of AnGR is at present little affected by regulatory frameworks except in zoosanitary matters. Sector-specific national access legislation is rare and there is no legally binding international legal framework specifically for the AnGR sector. It is obvious that as the structure of the animal breeding sector and patterns of exchange of genetic material differ greatly from those

prevailing in the crop sector, the provisions for plant genetic resources cannot simply be transferred to the livestock sector.

The Commission adopted a resolution on policies and arrangements for access and benefit-sharing for genetic resources for food and agriculture. The resolution notes, *inter alia*, the interdependence of countries regarding genetic resources for food and agriculture in that all countries depend on genetic resources originating elsewhere to address environmental, climate change, natural resource, sustainable development and food security challenges. The resolution highlighted the need for cooperation among the various organizations and fora dealing with access and benefit sharing. It invites the Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity and its Ad Hoc Open-ended Working Group on Access and Benefit-sharing to take into account the special nature of agricultural biodiversity, in particular genetic resources for food and agriculture, their distinctive features, and problems needing distinctive solutions, noting that in developing policies they might consider sectoral approaches which allow for differential treatment of different sectors or sub-sectors of genetic resources, different genetic resources for food and agriculture, different activities or purposes for which they are carried out. It also invites these bodies to explore and assess options for the International Regime on Access and Benefit-sharing that allow for adequate flexibility to acknowledge and accommodate existing and future agreements relating to access and benefit-sharing developed in harmony with the Convention on Biological Diversity.

The outcome of the negotiations on the International Regime on Access and Benefit-sharing, at the Tenth Meeting of the Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity, to be held in Japan in October 2010, will be important for the livestock sector.

On another note, the Commission endorsed guidelines for *Preparation of national strategies and action plans*³ and *Breeding strategies for sustainable management of animal genetic resources*⁴, the first two in a series of publications being prepared by FAO to support countries in the implementation of the *Global Plan of Action*. These guidelines are the results of much committed effort during the last decade.

¹ <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-meetings/cgrfa-comm/en/>

² <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/017/ak222e.pdf>

³ <http://www.fao.org/docrep/012/i0770e/i0770e00.htm>

⁴ <http://www.fao.org/docrep/012/i1103e/i1103e00.htm>

Editorial

La Douzième session ordinaire de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture a eu lieu à Rome en octobre 2009. Pour les 171 pays membres de la Commission, la réunion a été l'occasion pour examiner les progrès accomplis dans la mise en œuvre du *Plan d'action mondial pour les ressources zoogénétiques*. La Commission a également adopté une stratégie de financement pour la mise en place du *Plan d'action mondial* et a exhorté les donateurs à augmenter leur soutien financier, et a demandé à la FAO de l'appliquer. Le rapport de la Douzième session ordinaire est maintenant disponible sur le site Web de la Commission¹.

La finalisation des négociations du régime international relatif à l'accès et au partage des avantages dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique étant prévue en 2010, la réunion de la Commission a été précédée par un séminaire spécial d'information sur les politiques et les dispositions relatives à l'accès et au partage des avantages. Un certain nombre de documents sur ce sujet ont été préparés et sont disponibles sur le site Web de la Commission. Parmi ces documents, on trouve le document intitulé *L'utilisation et l'échange des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture*². La conclusion de ce document est que dans toutes les régions, les éleveurs et les sélectionneurs utilisent des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture originaires d'autres régions. Le modèle courant de l'échange international de matériel génétique des espèces d'animaux d'élevage est plutôt inégal: le transfert de matériel génétique du «Nord» développé vers le «Sud» en développement et entre les régions du Nord est beaucoup plus important que le transfert entre le Sud et le Nord. Les éleveurs restent les gardiens principaux de la diversité des ressources zoogénétiques et uniquement quelques rares ressources zoogénétiques sont de domaine public. La plupart des échanges ont lieu sur la base de contrats privés ou d'arrangements informels entre des individus ou des sociétés. A moins qu'il ne soit autrement spécifié dans le contrat, on suppose habituellement que les propriétaires des animaux reproducteurs (ou d'autre matériel génétique) acquis par le biais de ces échanges peuvent utiliser à leur guise ces ressources génétiques pour d'autres sélections. L'échange international des ressources zoogénétiques est à présent rarement affecté par des cadres réglementaires, à l'exception des questions zoosanitaires. Les législations nationales relatives à l'accès, spécifiques au secteur, sont rares et il n'existe aucun cadre légal juridiquement contraignant spécifique pour le secteur des ressources zoogénétiques. Il est évident que, compte tenu du fait que la structure du secteur

de la sélection animale et les modèles d'échange du matériel génétique sont très différents par rapport à ceux qui existent dans le secteur végétal, les dispositions existantes pour les ressources phylogénétiques ne peuvent pas être simplement transférées au secteur de l'élevage.

La Commission a adopté une résolution sur les politiques et sur les dispositions relatives à l'accès aux ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture et au partage des avantages en découlant. La résolution fait remarquer, entre autres, l'interdépendance des pays en ce qui concerne les ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture car tous les pays dépendent des ressources génétiques venant d'ailleurs pour aborder les défis relatifs à l'environnement, au changement climatique, aux ressources naturelles, au développement durable et à la sécurité alimentaire. La résolution a mis l'accent sur le besoin de coopération entre les différentes organisations et forums qui s'occupent de l'accès et du partage des avantages. Dans le cadre de la résolution, la Conférence des Parties de la Convention sur la diversité biologique et son groupe de travail spécial et ouvert sur l'accès et le partage des avantages sont invités à prendre en compte la nature particulière de la biodiversité agricole, des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture en particulier, les caractéristiques et les problèmes distincts appelant des solutions particulières. On fait remarquer que, dans l'élaboration des politiques, ils pourraient prendre en considération des approches sectorielles qui permettent un traitement différencié des secteurs ou sous-secteurs des ressources génétiques, des différentes ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture, des différentes activités ou des objectifs différents pour lesquels elles sont menées. Ces organismes sont également invités à explorer et à évaluer des alternatives pour le régime international sur l'accès et le partage des avantages prévoyant un degré de souplesse approprié à reconnaître et intégrer les accords présents et futurs relatifs à l'accès et au partage des avantages élaborés conformément à la Convention sur la diversité biologique.

Les résultats des négociations du Régime international relatif à l'accès et au partage des avantages, qui seront présentés à la Dixième réunion de la Conférence des Parties de la Convention sur la diversité biologique prévue au Japon en octobre 2010, seront très importants pour le secteur de l'élevage.

En abordant un autre sujet, la Commission a approuvé les directives pour la *Préparation de stratégies et de plans d'action nationaux pour les ressources zoogénétiques*³ et les directives pour *Stratégies d'amélioration génétiques*

¹ <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-meetings/cgrfa-comm/fr/>

² Disponible en anglais à l'adresse électronique <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/017/ak222e.pdf>

³ <http://www.fao.org/docrep/012/i0770f/i0770f00.htm>

*pour la gestion durable des ressources zoogénétiques*⁴, les deux premiers documents faisant partie d'une série de publications préparées par la FAO pour soutenir les pays

dans la mise en œuvre du *Plan d'action mondial*. Ces directives sont le résultat du grand effort engagé au cours de la dernière décennie.

⁴ <http://www.fao.org/docrep/012/i1103e/i1103e00.htm>

Editorial

En octubre de 2009 tuvo lugar en Roma la duodécima sesión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. La reunión representó una oportunidad para que 171 países miembros de la Comisión revisaran el avance alcanzado en la implementación del *Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos*. La Comisión también adoptó una Estrategia de Financiación para la aplicación del Plan de acción mundial, instó a los donantes a aumentar su apoyo financiero, y solicitó a la FAO su implementación. El informe sobre la duodécima sesión ordinaria está disponible en la página web de la Comisión.¹

Como se espera que las negociaciones del Régimen internacional de acceso y participación en los beneficios dentro del Convenio sobre la diversidad biológica se concluyan para 2010, la reunión de la Comisión fue precedida por un seminario sobre políticas y acuerdos para el acceso y participación en los beneficios. Se preparó un buen número de trabajos sobre el tema, que están disponibles en la página web de la Comisión. Éstos incluyen un trabajo titulado *Uso e intercambio de recursos zoogenéticos para la alimentación y la agricultura*.² Concluye que en todas las regiones, los propietarios y mejoradores de ganado utilizan recursos zoogenéticos para la alimentación y la agricultura (RZAA, AnGR por sus siglas en inglés) originarios de otras regiones. El actual patrón de intercambio internacional de material genético en las especies de ganado es bastante unilateral, dado que la transferencia de material genético desde el “norte” desarrollado al “sur” – considerado en vías de desarrollo – y entre las regiones del norte, es mucho mayor que la existente desde el sur y al norte. Los propietarios del ganado siguen siendo los principales guardianes de la diversidad de los AnGR y sólo una pequeña cantidad de estos RZAA siguen siendo de dominio público. La mayor parte del intercambio tiene lugar en base a contratos privados o acuerdos informales entre particulares o compañías. Salvo que sea especificado en el contrato, normalmente, a los propietarios de los animales destinados a mejora genética (u otro tipo de material genético), adquiridos por medio de tales intercambios, se les permite utilizar dichos recursos genéticos destinados a posteriores mejoras genéticas como estimen oportuno. Excepto para temas zoonosarios, el intercambio internacional de RZAA está en estos momentos poco influido por marcos regulatorios. El acceso a la legislación nacional al respecto es escasa y no existe un marco de trabajo legal obligatorio para el sector de los RZAA. Como la estructura del sector relacionado con la mejora genética de los animales, así como las pautas para el intercambio de su material genético, son muy diferentes a las que prevalecen en el sector de los cultivos, resulta obvio que los modelos establecidos

para la provisión de recursos fitogenéticos no puedan ser extrapolados al sector del ganado.

La Comisión adoptó una resolución sobre políticas y acuerdos para el acceso y la participación en los beneficios para los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (RGAA, GRFA por sus siglas en inglés). Las notas de la resolución, *inter alia*, destacan que, en todo el mundo, la interdependencia de los países en relación a los RGAA requiere el uso de los recursos originados en otros lugares con objeto de poder abordar desafíos relacionados con el medio ambiente, el cambio climático, los recursos naturales, el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria. La resolución destacó la necesidad de cooperación entre diferentes organizaciones y acerca del acceso y participación en los beneficios. Se invita a la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la diversidad biológica y su Grupo de Trabajo especial de composición abierta sobre acceso y participación en los beneficios a tener en cuenta la especial naturaleza de la biodiversidad agrícola, en especial a los RGAA, dado que por el hecho de presentar características muy particulares, también se necesita que sus problemas sean tratados de forma diferente; destacándose que, en el caso de las políticas en desarrollo, se deberían considerar enfoques sectoriales que permitan, para tratamientos diferenciales de distintos sectores o subsectores de recursos genéticos, distintos RGAA, y distintas actividades o propósitos para ser llevadas a cabo. Asimismo, se invita a estas entidades a analizar y evaluar opciones para el Régimen internacional de acceso y participación en los beneficios, que permitan la flexibilidad adecuada para reconocer y acomodar los acuerdos actuales y futuros en relación al acceso y participación en los beneficios desarrollados, en armonía con el Convenio sobre la diversidad biológica.

El resultado de las negociaciones sobre el Régimen internacional de acceso y participación en los beneficios, en la décima reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la diversidad biológica, que tendrá lugar en Japón en Octubre de 2010, será importante para el sector relacionado con el ganado.

En otra nota, la Comisión aprobó líneas directrices para la *Preparación de las estrategias nacionales y los planes de acción* sobre los recursos zoogenéticos³ y *Estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos*⁴, las dos primeras de una serie de publicaciones que están siendo preparadas con la FAO para apoyar a los países a implementar el Plan de acción mundial. Estas líneas directrices son el resultado del compromiso de trabajo adquirido a lo largo de la última década.

¹ <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-meetings/cgrfa-comm/es/>

² <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/017/ak222e.pdf>

³ <http://www.fao.org/docrep/012/i0770s/i0770s00.htm>

⁴ <http://www.fao.org/docrep/012/i1103e/i1103e00.htm>

Morphological and genetic characterization of Ganjam sheep

R. Arora, S. Bhatia and A. Jain

Sheep Genomics Laboratory, Animal Genetics Division, National Bureau of Animal Genetic Resource, P.O. Box 129, Karnal-132001 Haryana, India

Summary

Ganjam is an important sheep breed in the Orissa State in the eastern region of India. They are reared mainly for meat. The present study was conducted to characterize the Ganjam breed both phenotypically and genotypically at the DNA level using microsatellite markers. A survey was conducted in the breeding tract to study the habitat, body biometry, management practices and reproductive and productive performance of Ganjam sheep. A total of 604 animals were studied for morphological characteristics. The animals are medium sized with hairy fleece. Their coat colour varies from brown to dark tan. The average flock size is 35. Measurements were recorded for body weight, body length, height at withers, chest girth, ear length and horn length in 366 adult animals. A set of 25 microsatellite markers was used to assess the genetic variability in 50 DNA samples extracted from randomly collected blood samples of unrelated Ganjam sheep across their breeding tract. A total of 137 alleles were identified across the 25 markers. The allele diversity (5.48), mean observed heterozygosity (0.623) and gene diversity (0.685) estimates elucidated substantial genetic diversity within the Ganjam breed. The Mode Shift Test implied that a reduction in the effective population size or a recent genetic bottleneck was very unlikely in this indigenous breed of sheep. The within population inbreeding estimate values for the investigated population (0.087) showed a low rate of inbreeding.

Keywords: *Ganjam sheep, genetic characterization, India, phenotypical characterization*

Résumé

La race Ganjam est une race ovine importante de l'état d'Orissa, dans la région orientale de l'Inde, élevée principalement pour la viande. La présente étude a été conduite pour caractériser la race Ganjam d'un point de vue phénotypique ainsi que génotypique au niveau de l'ADN en utilisant les marqueurs microsatellites. L'enquête a été effectuée dans la zone d'élevage pour étudier l'habitat, la biométrie corporelle, les pratiques de gestion, la performance de reproduction et de production du mouton Ganjam. Au total, on a étudié les caractéristiques morphologiques de 604 animaux. Les animaux ont une taille moyenne et une toison velue. La couleur de la robe varie du marron au fauve foncé. La taille moyenne des troupeaux est de 35 animaux. Les mensurations ont été enregistrées pour le poids corporel, la longueur du corps, la hauteur au garrot, la circonférence de poitrine, la taille des oreilles et des cornes de 366 animaux adultes. Un assortiment de 25 marqueurs microsatellites a été utilisé pour évaluer la variabilité génétique dans 50 échantillons d'ADN extraits du sang recueillis au hasard parmi des moutons Ganjam sans relation dans leur zone d'élevage. Au total, on a identifié 137 allèles dans les 25 marqueurs. Les estimations de la diversité allélique (5,48), de l'hétérozygoté moyenne observée (0,623) et de la diversité génétique (0,685) ont mis en évidence une diversité génétique substantielle au sein de la race Ganjam. Le test de déplacement de mode laisse supposer que la réduction de la taille effective de population ou un goulet d'étranglement génétique récent était très improbable dans cette race indigène de moutons. Dans le cadre de la consanguinité de la population, les estimations (F_{IS}) pour la population examinée (0,087) ont indiqué un faible taux de consanguinité.

Mots-clés: *mouton Ganjam, Ind, caractérisation phénotypique, caractérisation génétique*

Resumen

La Ganjam es una importante raza ovina del Estado de Orissa de la región oriental de la India, criada principalmente para la producción de carne. El presente estudio fue realizado para caracterizar la raza Ganjam fenotípica y genéticamente -a nivel de ADN usando marcadores moleculares de tipo microsatélite. Se llevó a cabo una encuesta como parte de la mejora genética realizada con objeto de estudiar el hábitat, la biometría corporal, las prácticas de manejo, así como los rendimientos reproductivos y productivos de la oveja de raza Ganjam. Se estudiaron las características morfológicas sobre un total de 604 animales. Los individuos de esta raza son de mediano tamaño y vellón abierto. El color del manto varía desde el castaño hasta el canela oscuro. El tamaño medio de los rebaños se sitúa en 35 ejemplares. Las medidas tomadas fueron el peso corporal, el diámetro longitudinal, la alzada a la cruz, el perímetro torácico, la longitud de la oreja y la del cuerno sobre un total de 366 animales. Un conjunto de 25 marcadores moleculares de tipo microsatélites fue utilizado para evaluar la variabilidad genética en 50 muestras de ADN extraídas aleatoriamente de muestras de sangre pertenecientes a ovejas de la raza Ganjam no emparentadas como parte de acciones encaminadas a su mejora genética. Se identificaron un total de 137 alelos diferentes a través de 25 marcadores moleculares. La diversidad de los alelos (5,48), heterocigosidad media

observada (0,623) y la diversidad de genes (0,685) estimada, aclara que existe una gran diversidad genética dentro de la raza Ganjam. La prueba “Mode Shift” indica que tanto una reducción del tamaño efectivo de la población como un reciente cuello de botella de la población han sido muy poco probables en esta raza autóctona ovina. Asimismo, se observó un bajo nivel del endogamia dentro de la población objeto de estudio (0,087).

Palabras clave: *Oveja Ganjam, India, caracterización fenotípica, caracterización genética*

Submitted 7 December 2007; accepted 28 November 2008

Introduction

Ganjam is one of the recognized sheep breeds of the eastern region of India. The animals are mainly distributed in Orissa State and derive their name from the Ganjam District of the state. According to the Basic Animal Husbandry Statistics from the Government of India (2006), the indigenous sheep comprise about 99.25 percent of the total sheep population of Orissa. The Ganjam breed animals are well adapted to the agroclimatic conditions and vegetation of the region. Families that are less privileged economically, especially of the *Gola* community, normally rear these sheep for mutton under a fairly simple and extensive management system with the help of their family members. Despite their economic importance to the rural poor for living and sustenance, Ganjam sheep are inadequately characterized (Acharya, 1982; Mishra *et al.*, 2004). The present study was therefore undertaken to evaluate the characteristics of the Ganjam breed both phenotypically and at the DNA level to have a holistic picture (information) of this breed. The results of this study may prove useful in suggesting some guidelines for suitable improvement and conservation of this breed.

Methodology

The breeding tract was visited, and the distribution of the breed was identified through discussions with various officers of the Animal Husbandry Department. The survey was conducted in the Ganjam, Nayagarh, Cuttack, Gajpati, Rayagada, Koraput, Phulbani, Khorda and Puri Districts of Orissa State for phenotypic characterization of this breed under field conditions. Information on the morphological characterization and performance parameters of Ganjam sheep was collected through interaction with the farmers, personal observations and on the spot recording from 49 farmers' flocks totaling more than 1500 sheep.

Genetic characterization of Ganjam sheep was achieved using ovine microsatellite markers (Table 1; FAO, 1996) that are highly polymorphic, codominantly inherited and ubiquitous in nature (Litt and Luty, 1989). Fresh blood samples were randomly collected from 50 unrelated Ganjam sheep across their breeding tract in line with Global Project for the Maintenance of Domestic Animal Genetic Diversity (MoDAD) recommendations (FAO, 1996). Blood sampling was coordinated with owners and veterinary officers. DNA

was extracted from the white blood cells using the standard phenol/chloroform/isoamyl alcohol extraction protocol (Sambrook, Fritsch and Maniatis, 1989).

The loci were amplified by polymerase chain reaction in 25- μ l volumes using 100-ng template DNA, 200 μ M of each deoxyribonucleotide triphosphate, 50 ng of each primer, 1.5 mM of $MgCl_2$, 0.5 U of Taq DNA polymerase and 1 \times Taq buffer. A common touchdown programme as suggested under the MoDAD Project with no extension step was used. Polymerase chain reaction products were checked on 2 percent agarose gel, and the alleles were resolved on a 6 percent denaturing polyacrylamide gel by silver staining according to Bassam, Gustavo and Gresshoff (1991). The genotype of each individual animal at 25 different loci was recorded by direct counting. Allelic size range was estimated using a 10-bp sequencing ladder as a standard molecular weight marker.

Statistical analysis

The allele number for each locus was scored manually from the silver stained gels. The effective number of alleles was calculated as the reciprocal of the homozygosity.

Estimates of the expected heterozygosity were calculated according to Nei (1978). A measure of heterozygote deficiency or excess (average within population inbreeding estimate [F_{IS}]) was estimated according to Wright's method (1978). The software package POPGENE 3.2 (Yeh *et al.*, 1999) was used for the analyses. The polymorphism information content was calculated according to Botstein *et al.* (1980). The population was analyzed for the presence of genetic bottlenecks via the Sign Test, Standardized Differences Test and Wilcoxon Test (under the infinite allele mode, two phase model and stepwise mutation model of microsatellite evolution) using BOTTLENECK software (Piry, Luikart and Cornuet, 1999).

Results and Discussion

Habitat

Based on the present survey observations, Ganjam sheep breed are distributed in the Ganjam, Gajpati, Rayagada, Koraput, parts of Phulbani, Nayagarh, Khorda and Puri Districts of Orissa (Figure 1). Some animals of this breed, although in less pure form, are also found in Cuttack District. However, according to earlier reports,

Table 1. The primer sequences and chromosomal localization of the used microsatellites.

S. No	Microsatellite marker	Primer sequences (5-3')	Chromosomal location
1	BM757	F-TGGAAACAATGTAAACCTGGG R-TTGAGCCACCAAGGAACC	9
2	BM827	F-GGGCTGGTCGTATGCTGAG R-GTTGACTTGCTGAAGTGACC	3
3	BM1314	F-TTCTCCTCTTCTCTCCAAAC R-ATCTCAAACGCCAGTGTGG	22
4	BM6506	F-GCACGTGGTAAAGAGATGGC R-AGCAACTTGAGCATGGCAC	1
5	BM6526	F-CATGCCAAACAATATCCAGC R-TGAAGGTAGAGAGCAAGCAGC	26
6	BM8125	F-CTCTATCTGTGGAAAAGGTGGG R-GGGGGTTAGACTTCAACATACG	17
7	CSSM31	F-CCAAGTTTAGTACTTGTAAAGTAGA R-GACTCTTAGCACTTTATCTGTGT	23
8	CSSM47	F-TCTCTGTCTTATCACTATATGGC R-CTGGGCACCTGAAACTATCATCAT	2
9	HUJ616	F-TTCAAACACTACATTGACAGGG R-GGACCTTTGGCAATGGAAGG	13
10	OarAE129	F-AATCCAGTGTGTGAAAAGACTAATCCAG R-GTAGATCAAGATATAGAAATTTTTCAACACC	5
11	OarCP20	F-GATCCCCTGGAGGAGGAAACGG R-GGCATTTTCATGGCTTAGCAGG	21
12	OarCP34	F-GCTGAACAATGTGATATGTTCCAGG R-GGGACAATACTGTCTTAGATGCTGC	3
13	OarFCB48	F-GAGTTAGTACAAGGATGACAAGAGGCAC R-GACTCTAGAGGATCGCAAAGAACCAG	17
14	OarFCB128	F-CAGCTGAGCAACTAAGACATACATGCG R-ATTAAGCATCTTCTCTTTATTTCCCTCGC	2
15	OarHH35	F-AATTCGATTCAGTATCTTTAACATCTGGC R-ATGAAAATATAAAGAGAATGAACCACACGG	4
16	OarHH41	F-TCCACAGGCTTAAATCTATATAGCAACC R-CCAGCTAAAAGATAAAAAGATGATGTGGGAG	10
17	OarHH47	F-TTTATTGACAAACTCTCTCTCTAACTCCACC R-GTAGTTATTTAAAAAATATCATACCTCTTAAGG	18
18	OarHH64	F-CGTTCCTCACTATGGAAAGTTATATATGC R-CACTCTATTGTAAGAATTTGAATGAGAGC	4
19	OarJMP8	F-CGGGATGATCTTCTGTCCAAATATGC R-CATTGCTTTGGCTTCAGAACCAG'AG	6
20	OarJMP29	F-GTATACACGTGGACACCGCTTTGTAC R-GAAGTGGCAAGATTCAGAGGGGAAG	24
21	OarVH72	F-CTCTAGAGGATCTGGAATGCAAAGCTC R-GGCCTCTCAAGGGGCAAGAGCAGG	25
22	OMHC1	F-ATCTGGTGGGCTACAGTCCATG R-GCAATGCTTTCTAAATTCTGAGGAA	20
23	RM004	F-CAGCAAAAATATCAGCAAACCT R-CCACCTGGGAAGGCCTTTA	15
24	TGLA137	F-GTTGACTTGTAAATCACTGACAGCC R-CCTTAGACACACGTGAAGTCCAC	5
25	TGLA377	F-GACTGTCATTATCTTCCAGCGGAG R-GATCTCTGGTTGAAATGGCCAGCAG	2

the breed exists only in the Koraput, Phulbani and part of Puri Districts of Orissa (Acharya, 1982). The area mostly consists of saline and sandy coastal soil. The temperature ranges from a minimum of 11.5 °C in winter (i.e. December–January) to a maximum of 39 °C in summer (i.e. May–June). The region receives annual rainfall of about 134 cm from the southwesterly monsoons, and 74 percent of this rainfall is received during June to September. Cyclones and hail are common in this area. Irrigation is mainly by tubewell and open wells. Rice (*Oriza sativa*) is the major crop; pulses (Family

Leguminosae), groundnut (*Arachis hypogaea*), potato (*Solanum tuberosum*) and sugarcane (*Saccharum officinarum*) are also cultivated.

Morphological characterization

Physical characteristics were established for 604 animals (37 rams, 329 ewes and 238 lambs). The animals are medium sized, slender and leggy. The backline and noseline are straight. The coat colour ranges from brown to dark

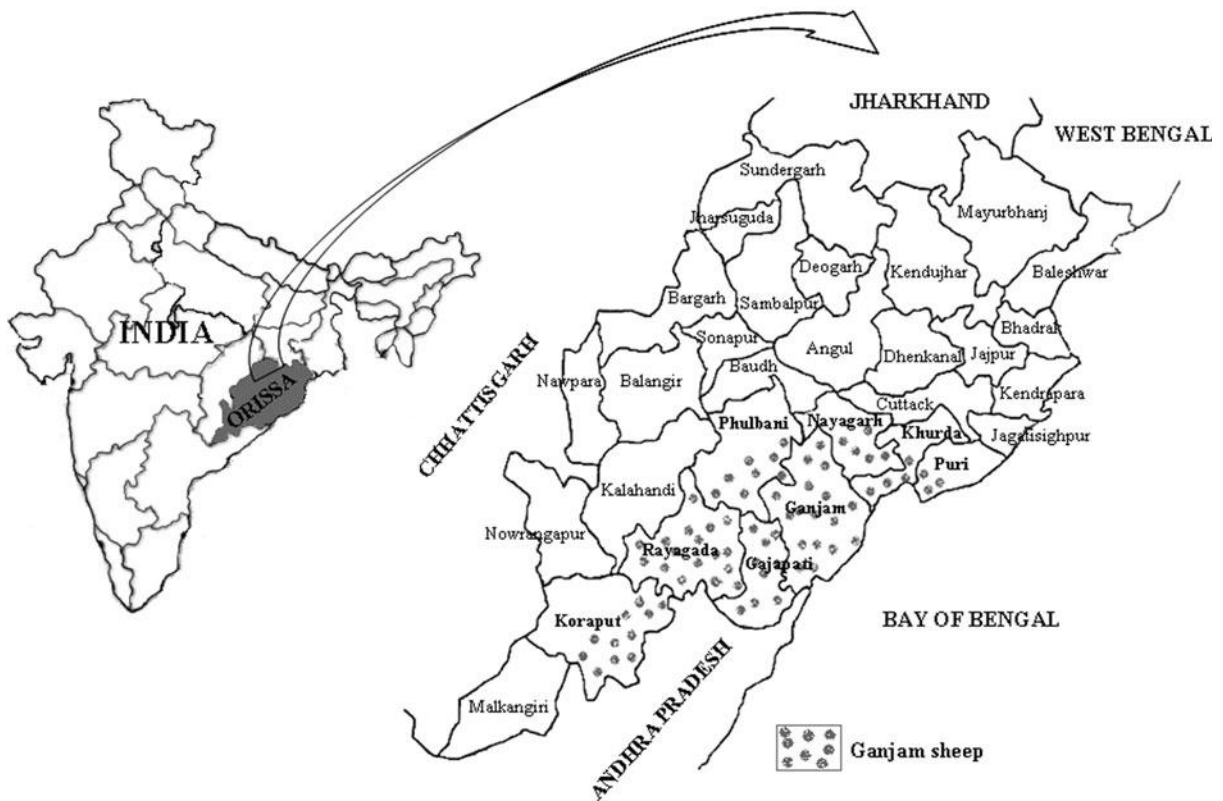


Figure 1. Distribution of Ganjam sheep.

tan, but some of the animals are white. Some animals have white spots on the forehead, face and body (Figures 2, 3 and 4). The ears are medium to long, and the tail is short and thin. Males are horned and females polled, and the sheep are usually not shorn. Hairy and short fleece covers the body of Ganjam animals. However, rams have long hair below the neck and hindquarters. Body measurements

were recorded on 366 animals of both sexes. The averages of the various body measurements are presented in Table 2. The farmers dispose of the surplus males to local traders according to their need or breeding requirements, so the males that were measured were mostly breeding rams. The rams exhibited higher estimates for all parameters except ear length, which was slightly higher



Figure 2. Ganjam ram.



Figure 3. Ganjam ewe with lamb.

in ewes. Mishra *et al.* (2004) documented the effect of season and sex on body weight and body measurements (length, height and girth) in a flock of Ganjam sheep raised by a farmer of the *Gola* community.

Management practices

A typical flock consists of about 35 animals with 1 ram, about 26 ewes and 8 lambs or hoggets. Acharya (1982) reported the average flock size to be 60 animals (1 ram, 36 ewes and 23 lambs) with a range of 10 to 500 animals, depending on the economic condition and landholding of

the farmer. Other livestock kept by some of the farmers are cattle, goats and poultry. The animals are usually housed in separate open sheds adjacent to or in part of the owner's house (Figure 4). In some cases they are also kept in the open. However, the lambs up to 1 month of age are provided with basket-type enclosures (Figure 2). Providing tree loppings to the sheep is a common practice, but no supplementations are given. The animals are allowed to graze on natural grasses (*Cynodon doctylon*, *Cenchrus ciliaris*) and shrubs (*Acacia arabica*, *Ziziphus mauritiana*) from 9 to 10 a.m. in the morning to 6 p.m. in the evening for a distance of 5–10 km. During migration this distance may increase to



Figure 4. Housing of Ganjam sheep.

Table 2. Body measurements in Ganjam sheep.

Parameter	Ram (<i>n</i> = 37)		Ewe (<i>n</i> = 329)	
	Average ±SE	Range	Average ±SE	Range
Body wt. (kg)	27.0±0.96	19–41	23.9±0.63	14–36
Body length (cm)	60.7±0.50	54–69	58.7±0.36	50–69
Height at withers (cm)	67.7±0.48	61–78	64.9±0.45	52–74
Chest girth (cm)	72.7±0.68	63–88	69.5±0.47	54–79
Ear length (cm)	11.6±0.52	7–14	12.0±0.55	3–18
Horn length (cm)	20.9±1.5			

Note: SE, standard error.

15–20 km. Most of the flocks migrate from January to June to nearby areas like Nimsala, Palur, Ambri, Sunkara, Khalikot, Rambha, Narayan, Phasla and Bhalsa.

Reproduction and breeding

Pure and selective breeding is followed in the farmer's flock. Rams are selected on the basis of body size, conformation and long horns. Mating is by natural service, and breeding takes place from July to October. The age of first breeding for males is 8–12 months with a breeding life of 2–4 years. Mishra *et al.* (2004) reported that the average age at first conception for females was 11.36 ± 0.11 months in a farmer's flock. The majority of the lambing takes place during November–February. The age at first lambing observed in the present study was 15–24 months. The lambing rate is 60–90 percent, which varies from farmer to farmer and year to year. Litter size is single, and twinning is rare. Similar observations were made by Acharya (1982) and Mishra *et al.* (2004) in Ganjam

flocks. A photograph of Ganjam lambs taken during the survey is presented in Figure 5.

Health management

Only some of the farmers vaccinate their sheep against foot and mouth disease, enterotoxaemia and peste des petits ruminants and use anthelmintics like Oxytoclozanil, Albendazole, Fenbendazole, Piperazine and so forth. Others neither vaccinate their sheep nor deworm them.

Utility

Ganjam sheep are primarily maintained for mutton. Male lambs are sold at 5–6 months of age for US \$13–15 or at 7–10 months of age for US \$20–30 to the traders. Old ewes are sold for US \$15–20. Rams are sold for slaughter at a price of US \$38–50. The selling price of the animals is based on body size, body weight and arbitrary body score determined by butchers or middlemen. Sheep are not slaughtered for personal consumption, but some of the sheep farmers reported consumption of dead sheep. Sheep droppings are either sold or used to fertilize the farmer's own fields. Some of the farmers exchange it for straw or fodder. The income from sheep droppings is about US \$0.006–0.008 per sheep per day. Milk production is 100–250 ml per day, and the lactation length is about 4 months. The milk is used for the lamb and rarely for home consumption.

Genetic characterization

Microsatellite profiles for 25 loci located on 19 chromosomes were recorded for Ganjam sheep. Allele frequencies



Figure 5. Ganjam lambs.

Table 3. Genetic diversity indices across 25 microsatellite markers in Ganjam sheep.

Locus	Na	Ne	Ho	He
BM757	3	2.23	0.609	0.551
BM827	6	4.62	0.696	0.783
BM1314	5	4.05	0.778	0.759
BM6506	3	1.76	0.444	0.433
BM6526	6	2.95	0.348	0.662
BM8125	5	2.48	0.524	0.598
CSSM31	9	7.87	0.857	0.873
CSSM47	3	1.27	0.238	0.214
HUJ616	5	3.10	0.826	0.678
OarAE129	3	2.42	0.105	0.587
OarCP20	4	2.87	0.667	0.652
OarCP34	6	4.54	0.762	0.780
OarFCB48	7	4.50	0.667	0.778
OarFCB128	3	2.57	0.667	0.611
OarHH35	9	7.10	0.565	0.859
OarHH41	4	3.21	0.609	0.689
OarHH47	8	5.67	0.800	0.824
OarHH64	5	4.45	0.600	0.776
OarJMP8	5	3.98	0.818	0.749
OarJMP29	7	5.62	0.773	0.822
OarVH72	5	2.47	0.739	0.595
OMHC1	8	5.31	0.909	0.812
RM4	6	2.93	0.217	0.660
TGLA137	7	3.88	0.818	0.743
TGLA377	5	2.87	0.545	0.652
Mean	5.48	3.79	0.623	0.685
SD	1.85	1.62	0.212	0.144

Note: Na, observed number of alleles; Ne, effective number of alleles; Ho, observed heterozygosity; He, expected heterozygosity; SD, standard deviation.

ranged from 0.022 to 0.863. Genetic diversity indices are provided in Table 3. A total of 138 alleles were detected across the 25 microsatellite loci that were typed, and the actual number of observable alleles at each locus ranged from 3 (BM757, BM6506, CSSM47, OarAE129, OarFCB128) to a maximum of 9 (CSSM31 and OarHH35) in this breed. The mean number of alleles (allele diversity) was 5.48 across these loci. The effective number of alleles, which is lower than the observed number of alleles, was between 1.27 (CSSM47) and 7.87

(CSSM31). The average observed heterozygosity was less than expected. The intrapopulation observed heterozygosity ranged from 0.105 (OarAE129) to 0.909 (OMHC1). The expected heterozygosity per locus varied from 0.214 (CSSM47) to 0.873 (CSSM31) in Ganjam sheep. The values of the mean observed heterozygosity and gene diversity (mean expected heterozygosity) were 0.623 and 0.685, respectively, which were relatively similar to those of other domestic sheep breeds investigated earlier (Arora and Bhatia, 2004, 2006; Bhatia and Arora, 2007; Sodhi,

Table 4. Test for null hypothesis under three microsatellite evolution models.

	Models of microsatellite evolution		
	IAM	TPM	SMM
Sign test			
Exp. no. of loci with heterozygosity excess	14.51	14.80	14.90
Obs. no. of loci with heterozygosity excess	24*	19	16
Probability	0.00002	0.06301	0.40918
Standardized differences test			
T_2 values	4.598*	3.129*	0.854
Probability	0.00000	0.00088	0.19654
Wilcoxon Rank Test			
Probability of heterozygosity excess	0.00000*	0.00103*	0.39571

Bottleneck (rejection of null hypothesis of mutation drift equilibrium).

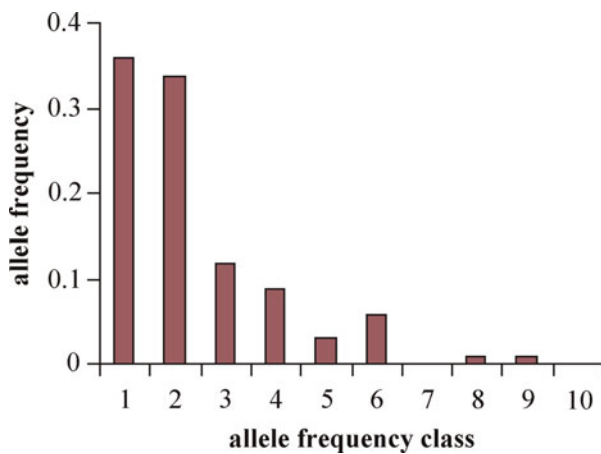


Figure 6. Mode shift analysis depicting absence of genetic bottleneck in Ganjam sheep.

Mukesh and Bhatia, 2006). The results showed that Ganjam sheep breed possesses a substantial level of genetic diversity that might be used in planning breeding strategies.

The Ganjam breed showed a significant ($p < 0.05$) deviation from Hardy–Weinberg equilibrium at four loci (BM757, BM6506, BM6526, OarVH72). This deviation might represent nonrandom mating, selection or the presence of null alleles. It was not possible to estimate the extent of null alleles because no pedigree records were available for analysis and care was taken to collect blood samples from unrelated animals only. However, there did not appear to be significant deviations from equilibrium across all loci within this population. Subsequent analyses were therefore carried out on the basis that Hardy–Weinberg equilibrium prevailed in the investigated breed.

The polymorphic information content, a parameter indicative of the degree of informativeness of a marker, exhibited a range of 0.199 (CSSM47) to 0.859 (CSSM31). In the present study the majority of the markers (84 percent) were highly informative ($PIC > 0.5$), followed by moderately informative (12 percent, $0.25 < PIC < 0.5$) and least informative (4 percent, $PIC < 0.25$) markers (Botstein *et al.*, 1980). These observations suggested the additional utility of these markers for population assignment (MacHugh *et al.*, 1998) in indigenous sheep.

The BOTTLENECK program was used to test for genetic bottlenecks in the recent breeding history of this breed (Cornuet and Luikart, 1996). Under the assumption of the stepwise mutation model, the most suitable model for microsatellite evolution, neither the sign and standardized differences tests nor the Wilcoxon Signed Rank Test revealed any significant results ($p > 0.05$, Table 4). These findings indicated the absence of a genetic bottleneck in the investigated population, and the population can be considered in mutation drift equilibrium. In addition, the typical L-like distribution of the allele frequencies (Figure 6) further supported that a recent genetic bottleneck or reduction in effective population size (up to 40–80 generations) was not present in Ganjam sheep.

The F_{IS} value was 0.087 with a range of -0.241 (OarVH72) to 0.821 (OarAE129). The positive F_{IS} value that was observed was not significant ($p > 0.05$), thereby indicating a very low rate of inbreeding in the population.

Conclusion

Ganjam is an important sheep genetic resource in its habitat and contributes substantially to the income of the poor farmers rearing them. Because of the substantial genetic variation comparable with other indigenous sheep breeds of India that were investigated earlier and the absence of any systematic cross-breeding programme in the area, there is no immediate threat to Ganjam sheep from a conservation point of view. Nevertheless, Ganjam has sufficient potential for improvements in body weight and meat output, so the need for improvement programmes through selective breeding is imperative. Efforts have been initiated in this direction at the Orissa University for Agriculture and Technology, Bhubaneswar, Orissa. The proposed programme of the Orissa State Livestock Policy Sector in 2002 (<http://www.orissa.gov.in/fisheries&ard/livestockpolicy.pdf>) also involved the supply of breeding rams through selected breeders. Proper implementation and strengthening of these measures along with (i) creation of awareness among the sheep rearers for better health and management practices by training of small holders or rural technicians and (ii) provision of proper support and subsidy to the farmers by the appropriate agencies for acquiring breeding stocks will not only improve production but will also ensure the sustainable conservation of Ganjam sheep.

Acknowledgements

This work was financially supported by the Indian Council of Agricultural Research (ICAR, New Delhi). The authors thank the Director, National Bureau of Animal Genetic Resource, for providing laboratory facilities. Thanks are also extended to Dr N.K. Routray, Chief District Veterinary Officer, Dr D. Hota, Subdivisional Veterinary Officer, and the Animal Husbandry Directorate, Bhubaneswar, Orissa, for their help and coordination in the collection of blood samples from farmers' flocks; and Mr Rakesh Kumar, Sheep Genomics Laboratory, and Mr Deepak Rai, DNA Fingerprinting Unit, National Bureau of Animal Genetic Resource, Karnal, for accomplishing the blood sampling from Ganjam animals.

References

- Acharya, R.M. 1982. *Sheep and goat breeds of India*. FAO Animal Production and Health Paper 30. Rome, FAO of United Nations.
- Arora, R. & Bhatia, S. 2004. Genetic structure of Muzzafarnagri sheep based on microsatellite analysis. *Small Rum. Res.*, 54: 227–230.
- Arora, R. & Bhatia, S. 2006. Genetic diversity of Magra sheep from India using microsatellite analysis. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 19(7): 938–942.

- Bassam, B.J., Gustavo, C.A. & Gresshoff, P.M.** 1991. Fast and sensitive silver staining of DNA in polyacrylamide gels. *Anal. Biochem.*, 196(1): 80–83.
- Bhatia, S. & Arora, R.** 2007. Genetic characterization and differentiation of Indian sheep breeds using microsatellite marker information. *Kor. J. Genet.*, 29(3): 297–306.
- Botstein, D., White, R.L., Skolnick, M. & Davis, R.W.** 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am. J. Hum. Genet.*, 32: 314–331.
- Cornuet, J.M. & Luikart, G.** 1996. Description and power analysis of two tests for detecting recent population bottlenecks from allele frequency data. *Genetics*, 144: 2001–2014.
- FAO.** 1996. *Global Project for the Maintenance of Domestic Animal Genetic Diversity (MoDAD)*. (available at <http://www.fao.org/dad-is/>).
- Government of India Ministry of Agriculture.** 2006. *Basic Animal Husbandry Statistics*. AHS Series 10. Krishi Bhawan, New Delhi, Department of Animal Husbandry, Dairying and Fisheries (available at <http://www.dahd.nic.in>).
- Litt, M. & Luty, J.A.** 1989. A hypervariable microsatellite revealed by in-vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *Am. J. Hum. Genet.*, 44: 397–401.
- MacHugh, D.E., Loftus, R.T., Cunningham, P. & Bradley, D.G.** 1998. Genetic structure of seven European cattle breeds assessed using 20 microsatellite markers. *Anim. Genet.*, 29: 333–340.
- Mishra, P.K., Barik, N., Patro, B.N. & Nayak, S.** 2004. Production potentiality of Ganjam sheep under extensive management. *Indian J. Small Rum.*, 10(2): 171–172.
- Nei, M.** 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583–590.
- Piry, S., Luikart, G. & Cornuet, J.M.** 1999. BOTTLENECK – a computer program for detecting reductions in the effective size using allele frequencies. *J. Hered.*, 90: 502–503.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. & Maniatis, T.** 1989. *Molecular cloning: A laboratory manual*. 2nd ed. Cold Spring Harbor, NY, USA, Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sodhi, M., Mukesh, M. & Bhatia, S.** 2006. Characterizing Nali and Chokla sheep differentiation with microsatellite markers. *Small Rum. Res.*, 65: 185–192.
- Wright, S.** 1978. *Variability within and among natural populations*. Vol. 4. Chicago, IL, USA, University of Chicago Press.
- Yeh, F.C., Boyle, T., Rongcai, Y., Ye, Z. & Xian, J.M.** 1999. *POPGENE version 1.31* (available at <http://www.ualberta.ca/~fyeh/fyeh>).

Morphological features of indigenous chicken populations of Ethiopia

Nigussie Dana^{1,2}, Tadelle Dessie³, Liesbeth H. van der Waaij⁴ and Johan A.M. van Arendonk²

¹Ethiopian Agricultural Research Institute, P.O. Box 32, Debre Zeit, Ethiopia; ²Animal Breeding and Genomics Center, Wageningen University, P.O. Box 338, 6700 AH, Wageningen, The Netherlands; ³International Livestock Research Institute, P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia; ⁴Adaptation Physiology Group, Wageningen University, P.O. Box 338, 6700 AH, Wageningen, The Netherlands

Summary

This study describes the variations in the physical features and the useful attributes of different populations of indigenous chickens. Five populations of chickens in different regions of Ethiopia were studied based on 13 qualitative traits recorded for a total of 1 125 chickens. Additional measurements on quantitative traits (shank length and body weight) were also included. Descriptive statistics (nonparametric and *F* tests) were used to analyze the data. Each of the study populations possessed multiple variants of plumage colours and other physical features. However, white body plumage is one of the prominent features of Farta chickens and red is predominant in the other populations. Pea comb is the dominant comb type in all regions. Most of the chickens in the high altitude regions have yellow skin. The geographic distribution and frequency of naked neck chickens are generally small, and the available small proportion is found mainly in the low altitude regions. Males in all populations are heavier and taller than the females. Body weights range from 1 411 g (Konso) to 1 700 g (Horro) in adult males and from 1 011 g (Konso) to 1 517 g (Sheka) in females. Most of the morphological traits that were studied showed a very low level of associations with each other.

Keywords: *indigenous chickens, morphological characters*

Résumé

Cette étude décrit les variations des caractéristiques physiques et les attributs utiles des différentes populations de poules indigènes. On a étudié cinq populations de poules dans des régions différentes de l'Éthiopie sur la base de 13 caractères qualitatifs enregistrés sur un total de 1125 poules. D'autres mensurations sur les caractères quantitatifs, sur la hauteur du jarret et sur le poids corporel ont été également incluses. Les statistiques descriptives, les tests non paramétriques et du rapport des variances (test *F*) ont été utilisés pour analyser les données. Chaque population étudiée avait des variants multiples de couleurs du plumage et d'autres caractéristiques physiques. Cependant, le plumage blanc du corps est une des caractéristiques prédominantes des poules Farta tandis que le rouge est prédominant dans les autres populations. La crête en pois est la crête dominante dans toutes les régions. La plupart des poules des régions à haute altitude ont la peau jaune. La distribution géographique et la fréquence des poules Naked Neck sont généralement faibles et la petite proportion disponible se trouve principalement dans les régions des plaines. Les mâles de toutes les populations sont plus lourds et plus grands que les femelles. Les poids corporels variaient entre 1411 (Konso) et 1700 grammes par oiseau (Horro) pour les mâles adultes et entre 1011 (Konso) et 1517 grammes par oiseau (Sheka) pour les femelles. La plupart des caractères morphologiques étudiés indiquaient un niveau très faible d'association des uns avec les autres.

Mots-clés: *poules indigènes, caractères morphologiques*

Resumen

Este estudio describe las variaciones en relación a características físicas y atributos útiles de diferentes poblaciones de gallinas locales. Se estudiaron cinco poblaciones de gallinas de distintas regiones de Etiopía, partiendo de 13 rasgos cualitativos recogidos sobre un total de 1.125 gallinas. También se incluyeron medidas adicionales sobre rasgos cuantitativos, como la longitud del tarso y la longitud del cuerpo. Descriptivos estadísticos, no paramétricos y pruebas *F*, fueron utilizados para el análisis de datos. Cada población estudiada poseía múltiples diferencias en cuanto al color del plumaje y a otras características físicas. Sin embargo, el plumaje de color blanco es una de las características más destacadas de las gallinas Farta, mientras que el color rojo es predominante en otras poblaciones. La cresta tipo guisante es la más común en todas las regiones. La mayor parte de las gallinas de las zonas de mayor altitud poseen la piel de color amarillo. La distribución geográfica y la frecuencia de gallinas de cuello desnudo es generalmente baja. Asimismo, es importante destacar que la menor proporción disponible para este tipo de gallinas se halla principalmente en las regiones de baja altitud. Los machos de todas las poblaciones son más pesados y poseen mayor talla que las hembras. Los pesos corporales variaron desde 1.411 (Konso) hasta 1.700 gr./ave (Horro) en machos adultos, y desde 1.011 (Konso) a 1.517 gr./ave (Sheka) en hembras. La mayor parte de los rasgos morfológicos estudiados demostraron estar poco relacionados con otros.

Palabras clave: *gallinas locales, caracteres morfológicos*

Submitted 25 March 2009; accepted 2 September 2009

Introduction

The indigenous chickens of Ethiopia have various names and are characterized on different grounds, as in many other parts of Africa. Teketel (1986) characterized them on the basis of plumage colour, for example, *Kei* (red) or *Tikur* (black). Tadelle (2003) referred to them as “local chicken ecotypes” and Halima *et al.* (2007b) as “native chicken populations”, both named on the basis of the geographic region of sampling. Each local ecotype or native population actually comprised chickens with a wide range of morphologic or genetic diversity. Thus far, only 5 Ethiopian chicken types have been listed in the Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS) of the FAO (derived from FAO, 2008) and 10 in the Domestic Animal Genetic Resources Information System (DAGRIS) of the International Livestock Research Institute (ILRI; derived from DAGRIS, 2008), including those listed in DAD-IS. This small number represented in the databases indicates the shortage of data on chicken genetic resources in Ethiopia, suggesting that much of the diversity that exists in the locally adapted populations still remains undocumented.

Identification and characterization of the chicken genetic resources generally requires information on their population, adaptation to a specific environment, possession of traits of current or future value and sociocultural importance, which are crucial inputs to decisions on conservation and utilization (Weigend and Romanov, 2001). Indigenous chickens of the tropics are important reservoirs of useful genes and possess a number of adaptive traits (Horst, 1989).

Genetic variations in chickens can be described, among other approaches, using monogenic traits based on pigmentation differences and comb types. Pigmentation differences, which are attributable to melanin, produce a variety of plumage colours in the chickens. The presence and level of melanin pigments such as trichochrome is related to feather colour and is considered to be indicative of genetic differences among certain plumage colours (Smyth, 1990). Similarly, the presence or absence of the carotenoid pigments, primarily xanthophylls, in the feed is responsible for the diversity in skin colour of chickens. The genetic basis of this variation was described by Eriksson *et al.* (2007).

In addition to their significance in describing genetic variations and adaptive attributes, qualitative morphological traits have important economic value in chickens. There are specific choices for plumage and skin colours that affect preferences of different geographic markets around the world (Jiang, 1999; Smyth, 1990). In Ethiopia there is no specific preference for skin colour, and plumage colour is only second in importance to live weight in affecting market preference for chickens (D. Nigussie *et al.*, unpublished data). In certain communities of Ethiopia (Leulseged, 1998) and other parts of Africa (Gueye,

1998), it has cultural and religious functions as well. In northern Ethiopia both producer–sellers and intermediary traders of chickens attach the highest market preference to plumage colour and feather distribution followed by comb type (Aklilu, 2007). This clearly suggests that qualitative traits with specific characteristics must be carefully identified and considered in developing breeding strategies.

The objectives of this study were to describe the physical features of different populations of indigenous chickens and to assess the morphological variations among the populations in order to depict the useful attributes of indigenous chickens. This work will also contribute to the existing scarce information on the indigenous chicken genetic resources of Ethiopia.

Materials and methods

A list of physical descriptors was prepared to record both qualitative morphological characters and certain quantitative traits. In each of the study regions, individual households were selected that kept only local chickens. Moreover, each of the selected farmers was interviewed to describe the family history of the flock, and only unrelated adult birds were sampled for the recording. Neighbouring households were skipped to avoid the risk of sampling chickens sharing the same cock.

Naming of indigenous chickens

There are certain discrepancies in the nomenclature of the indigenous chickens of Ethiopia that forfeited retrieval, utilization and comparison of results that are published or unpublished thus far. To avoid such discrepancies and limit further variations, we adopted the naming referred to by Halima *et al.* (2007b), which uses the term indigenous instead of native, in the context of the classification proposed by Tixier-Boichard *et al.* as cited in Weigend and Romanov (2001) for chickens comprising domesticated but unselected populations.

Description of study areas

The study areas were selected considering the agro-ecology, socioeconomic significance of chicken production and population of indigenous chickens based on the atlas published jointly by the International Food Policy Research Institute and the Central Statistics Authority (CSA, 2006). Five *woredas* (districts) were covered in the study: Farta (Amhara region), Mandura (Benshangul Gumuz region), Horro (Oromia region) and Konso and Sheka (southern region). The ecological and demographic features of the study areas are described in Table 1 and the sampling sites are illustrated in Figure 1.

Table 1. Ecological and demographic characteristics of sampling areas.

Woreda ¹	Farta	Mandura	Horro	Konso	Sheka
Ecology	Cool to very cold submoist	Hot, subhumid lowland	Tepid to cool wet highland	Humid lowland to wet highland	Cool wet highland
Altitude (range, m asl., for sampling sites)	2700–2870	1047–1426	2580–2810	1471–1898	2285
Annual RF (mm)	1250–1599	900–1300	1200–1800	500–700	1400–2000
Mean annual temp. (°C)	9–25	25–32	22–26	24–37	13–25
Human population	256 513	31 000	84 596	206 607	47 955
Av. family size	7	5	6	5	7
No. of chickens, total	136 410	23 186	34 991	107 588	50 491
No. of local chickens	123 869	21 171	29 780	86071	46 456
No. of exotic chickens ²	12 541	2 015	5 211	21518	4 035
Major ethnic community	Amhara	Amhara, Gumuz, Agew, Oromo	Oromo	Konso	Sheka, Kaffa, Menja

¹Woreda is an administrative domain at the third level down a region and immediately below a zone.

²Exotic chickens distributed by the office of Agriculture since 2005. (This study was conducted in 2007.)

Data collection and analysis

Morphological variations were studied based on feather distribution (presence or absence of feathers on the neck); feather morphology; colours of the body plumage, neck, breast and back feathers; shank colour; skin colour; earlobe colour; comb type and head and body shapes. Data

were recorded for a total of 1 125 indigenous chickens of both sexes following the FAO descriptors for chicken genetic resources (FAO, 1986): 225 chickens (~8 months or older) each of Farta, Mandura, Horro, Konso and Sheka Woredas. Descriptions of comb types were based on illustrations presented by Somes (1990). The morphologic



Figure 1. A map of Ethiopia showing the location of sampled populations of indigenous chickens in Farta, Mandura, Horro, Konso and Sheka. Pink areas denote high altitude regions and sky blue areas represent low altitude regions. See Table 1 for detailed descriptions of the sampling sites.

variables were recorded in different character states (see Appendix 1). Each character state was recorded as a binomial variable (1 if present, 0 if not). Measuring tapes and a spring balance were used to measure the respective shank length and body weight of individual chickens in the field.

Data were analyzed using the SPSS 12.0 statistical package (SPSS, 2003). Binomial variables from records on qualitative morphologic characters were reported as percentages.

The qualitative data were analyzed for descriptive statistics using frequency procedures and cross-tabulation of SPSS. The Kruskal–Wallis Test was applied to test the effects of populations or regions of sampling on each of the qualitative morphological variables. The Binomial Test was used to analyze the significance of the differences within the population in feather morphology, feather distribution and skin colour; the Cochran Test was applied to test the differences in shank and earlobe colours, comb type and head and body shapes.

The generalized linear modeling procedure of SPSS was used to analyze the quantitative data, fitting live weight and shank length as independent variables and region of sampling (the populations) and sex of the chickens as fixed factors. The age of the chickens was not included in the model because only 8-month-old or older adults were sampled.

Results and discussion

Description of the populations

The morphological characteristics of the different populations of indigenous chickens in this study are delineated

in Tables 2, 3, 4, 5, 6 and 7. The specific features of each population are elaborated in the following sections. The data disaggregated by sex is only presented for morphological traits, showing some interesting variations between the sexes because of space limitations.

Farta chickens

Farta chickens (Figure 2) are found in the Amhara regional state in northern Ethiopia at altitudes ranging from 2 700 to 2 870 m above sea level (asl) in a cool to very cold, sub-moist ecological zone. The population of these chickens numbers about 123 800, and they are kept by the Amhara community (Table 1). They are maintained under scavenging regimens with occasional supplementation and sheltered in the family house (D. Nigusie *et al.*, unpublished data). The chickens have predominantly white body plumage that occurs at similar frequency in both sexes. Red (25 percent) and *gebsima* (wheaten strips on a black background) are the typical plumage colours in males but are not observed in females (Table 6). The other peculiar feature in males is a black breast (locally referred to as *libe tikur*), which is almost absent in females (Table 2). Naked neck chickens were not found in the population. About 55 percent of the birds have yellow skin, 65 percent of which are males (Table 4). The population is mainly pea combed (54 percent) followed by duplex combs (26 percent). Crest head (locally referred to as *gutya*) and blocky body shape are the predominant features in both sexes (Table 5). The average shank length of adult males is 8.2 cm and that of adult females is 6.6 cm. Adult males weigh about 1 630 g and females 1 054 g (Table 7).

Table 2. Description of body plumage and breast feather colours of indigenous populations of chickens sampled from different regions (percentage of chickens within the population, number of chickens sampled per population = 225, N = 1 125).

Feather colour	White	Black	Red	Gebsima	Teterima	Brown	Kokima	Grey	Zigrima	Golden	Multiple
Body plumage <i>N</i> (%)	184 (16)**	81 (7)	227 (20)	82 (7)	66 (6)**	217 (19)**	31 (3)**	66 (6)**	131 (12)**	6 (1)	34 (3)**
Farta	33 ^a	5	15 ^a	8	11 ^a	12 ^a	3	2	5	0	4
Mandura	17 ^b	8	19 ^b	7	5 ^b ^c	20	1	8	10	0	1
Horro	14 ^{bc}	5	22 ^{bc}	5	2 ^b	16	6 ^a	9	18 ^a	0	2
Konso	11 ^{bc}	9	21 ^{bc}	10	6 ^c	18	3	5	11	0	7 ^a
Sheka	7 ^c	9	23 ^c	7	4 ^b ^c	30 ^b	1	6	11	0	1
Breast colour <i>N</i> (%)	193 (17)**	174 (16)*	23 (2)**	24 (2)**	99 (9)**	372 (33)**	15 (1)	163 (15)**	37 (3)**	3 (0)	22 (2)
Farta	33 ^a	19 ^{ab}	0	0	16 ^a	21 ^a	1	7	0	0	3
Mandura	16	13 ^b	0	1	9 ^b	32 ^b	0	22 ^a	4	0	3
Horro	13	20 ^a	1	1	2 ^c	29 ^c	3	25 ^a	2	0	3
Konso	14	12 ^b	7 ^a	6 ^a	6 ^b	34 ^b	2	9	7 ^a	0	3
Sheka	10	13 ^b	2	3	9 ^b	49 ^d	1	9	3	0	1

Note: Different superscript letters within each column indicate significant differences between the populations or regions, based on the Kruskal–Wallis Test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$). **Gebsima**, wheaten strips on black background; **Teterima**, black or red speckles on white background; **Kokima**, white or grayish strips on brown or reddish background; **Zigrima**, black and white spotted feather; *N* (%), figures within each row of body plumage and breast colours denote the number of individuals having the specific feather colour out of the total number of chickens (1 125) sampled in all populations, and the numbers in parentheses show their respective proportions.

Table 3. Description of neck and back feather colours of indigenous populations of chickens sampled from different regions (percentage of chickens within population, number of chickens sampled per population = 225, N = 1 125).

Feather colour	White	Black	Red	Gebsuma	Teterima	Brown	Kokima	Grey	Zigrima	Golden	Multiple
Neck colour	203	77	173	71 (6)	63 (6)	176	22 (2)	14	103 (9)	172	51 (5)
<i>N</i> (%)	(18)**	(7)*	(15)**		**	(16)**	**	(1)	**	(15)**	**
Farta	35 ^a	6	10 ^a	7	10 ^a	8 ^a	1	0	4	19	4
Mandura	21 ^b	8	13 ^{ab}	4	6 ^b	15 ^b	1	1	9	18	4
Horro	14	2 ^a	14 ^{bc}	7	1 ^c	14 ^b	5 ^a	2	18 ^a	20	3
Konso	13	9	19 ^c	8	6 ^b	18 ^{bc}	2	1	8	8 ^a	8 ^a
Sheka	8	9	22 ^c	5	5 ^b	23 ^c	0	1	7	10 ^a	10 ^a
Back colour	181	95	242	66 (6)	71 (6)*	216	32	56	132	9 (1)	25 (2)*
<i>N</i> (%)	(16)**	(8)	(22)			(19)**	(3)**	(5)**	(12)**		
Farta	33 ^a	7	20 ^a	7	10	12	2	1	5	0	3
Mandura	16	9	19 ^a	6	7	20	1	7 ^a	12	2	1
Horro	14	6	21 ^{ab}	3 ^a	2 ^a	16	7 ^a	9 ^a	20 ^a	1	1
Konso	12	2 ^a	22 ^{ab}	7	7	19	3	4	11	0	4
Sheka	7 ^b	9	26 ^b	6	7	28 ^a	1	4	11	2	3

Note: Different superscript letters within each column indicate significant differences between the populations or regions, based on the Kruskal–Wallis Test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$). **Gebsuma**, wheaten strips on black background; **Teterima**, black or red speckles on white background; **Kokima**, white or grayish strips on brown or reddish background; **Zigrima**, black and white spotted feather; *N* (%) figures within each row of neck and back colours denote the number of individuals having the specific feather colour out of the total number of chickens (1 125) sampled in all populations, and the numbers in parentheses show their respective proportions.

Mandura chickens

The Mandura (Figure 3) population is found in the Benshangul Gumuz regional state in northwest Ethiopia at altitudes ranging from 1 047 to 1 426 m asl in a hot, sub-humid lowland ecological zone. They are reared by mixed communities of Amhara, Gumuz and Agaw. The population of these chickens is relatively small, estimated to be only 21 200 (Table 1). Most of the households keeping these chickens provide separate shelters for housing during

the night, but they spend the day scavenging in the backyards supplemented with grains and food leftovers (D. Nigussie *et al.*, unpublished data). Brown is the most predominant plumage in the population followed by red, white and *kokima* (white or grayish strips on brown or reddish background; Table 2). Complete red is typical of males (38 percent of male plumage) but absent in females. Hens have all variants of colours including *zigrima* (24 percent), the most predominant, which is almost absent

Table 4. Variations in the morphology and distribution of feathers and colours of skin, shank and earlobe of indigenous populations of chickens (percentage of chickens within the population).

	Farta (%)	Mandura (%)	Horro (%)	Konso (%)	Sheka (%)	Total (%)	Chi-Sq.
Feather morphology			**	**			
Normal	53	52	66	64	54	58	16.5
Silky	47	48	34	36	46	42	16.5
Feather distribution	**	**	**	**	**		
Normal	100	97	100	97	96	98	14.9
Naked neck	0	3	0	3	4	2	14.9
Skin colour		**	**	*	**		
White	45	68	35	58	34	48	76.5
Yellow	55	32	65	42	66	52	76.5
Shank colour	**	**	**	**	**		
White	13	16	31	31	28	28	34.4
Black	5	21	12	15	12	12	25.0
Yellow	81	63	57	54 ^a	60	60	43.4
Earlobe colour	**	**	**	**	**		
White	26	56	52	43	24	40	79.1
Red	62	41	45	44	68	52	53.4
Yellow	12	3	3	13	8	8	28.3

Note: Asterisks indicate significant differences between rows at the 5% (*) and 1% (**) probability levels, based on the Binomial Test for feather morphology, feather distribution and skin colour, and the Cochran Test for shank and ear lobe colours. Chi-Sq., the chi-square values within a row denote significant differences between populations or regions ($p < 0.01$), based on the Kruskal–Wallis Test.

Table 5. Variations in comb type and head and body shapes of indigenous populations of chickens (percentage of chickens within the population).

	Farta (%)	Mandura (%)	Horro (%)	Konso (%)	Sheka (%)	Total (%)	Chi-Sq.
Comb type	**	**	**	**	**		
Single	6	13	13	14	20	13	18.8
Rose	14	15	14	22	12	16	9.9
Pea	52	55	56	49	54	53	
Walnut	1	3	4	10	9	6	25.5
Duplex	27	14	13	4	4	13	68.2
Head shape	**	**	**	**	**		
Snake head	6	15	23	35	21	20	61.8
Crest	75	51	33	1	8	34	371.4
Flat	19	34	44	64	71	46	165.7
Body shape	**	**	**	**	**		
Blocky	88	84	90	82	88	87	
Triangular	4	8	8	15	11	9	18.7
Wedge	8	8	2	3	1	4	23.8

Note: Asterisks indicate significant differences between rows at the 1% probability level according to the Cochran Test. Chi-Sq., the chi-square values within a row denote significant differences between populations or regions ($p < 0.01$), based on the Kruskal–Wallis Test.

in males (Table 6). The majority of males (about 40 percent) possess shining red back feathers that are entirely absent in females. Almost all chickens have normal feather distribution except a small proportion (3 percent) of naked neck chickens (Table 4). The majority of the birds have white skin, regardless of sex, and most of the chickens are pea combed (55 percent). The average shank length of adult males is 8.4 cm and that of females is 7.1 cm. Adult males weigh about 1 652 g and females 1 426 g (Table 7).

Horro chickens

Horro chickens (Figure 4) are found in the Oromia regional state in western Ethiopia at altitudes ranging from 2 580 to 2 810 m asl in a tepid to cool wet highland ecological zone. The size of the population is estimated to be about 29 800, and the Oromo ethnic community raises them (Table 1). Horro chickens are reared under scavenging management with supplemental feeding, and in most cases the birds are sheltered in the family house during the night (D. Nigussie *et al.*, unpublished data). The single most important plumage colour of males is red (60 percent). Only 3 percent of the females are red and the most frequent colour is zigrima, which is totally absent in males. All chickens have feathered necks. Yellow is the dominant skin colour in both sexes (Table 6). The predominant body shape is blocky (Table 5). However, quite a large proportion of cocks (22 percent) have a triangular body shape. The average shank length of adult males is 8.8 cm and that of females is about 6.8 cm. Adult males weigh about 1 700 g and females 1 372 g (Table 7).

Konso chickens

These chickens (Figure 5) are found in the Southern Nations, Nationalities and Peoples Regional State in

south Ethiopia at altitudes ranging from 1 471 to 1 898 m asl in a humid lowland to wet highland ecological zone. The population is estimated to be approximately 107 600, and the major ethnic community keeping this population is the Konso (Table 1). Konso chickens are reared under scavenging management. The proportion of households practicing supplementary feeding is the smallest compared to farmers in other regions, although about 62 percent supplemented their chickens (D. Nigussie *et al.*, unpublished data). Unlike other regions, most of the farmers (82 percent) here provide separate housing for their chickens. Most of the cocks (43 percent) have red body plumage whereas brown (28 percent), zigrima (17 percent) and black (15 percent) are the prominent plumage colours in hens. About 4 percent of the cocks and less than 2 percent of the hens have naked necks. Both white (54 percent) and yellow (46 percent) skin colours exist (Table 4). However, 56 percent of the cocks have yellow skin (Table 6). The birds are mainly pea combed (49 percent) followed by a relatively large proportion of rose comb (22 percent). The shape of the head is mainly flat (45 percent); most of the chickens have blocky body shapes (Table 5), although about 17 percent of the cocks and 13 percent of the hens have a triangular body shape. The average shank length of adult males is 10.1 cm and that of females is 7.1 cm. Adult males weigh about 1 411 g and females 1 011 g (Table 6).

Sheka chickens

The population of Sheka chickens (Figure 6) is found in the Southern Nations, Nationalities and Peoples Regional State in south Ethiopia at an altitude of 2 285 m asl in a cool wet highland ecological zone. They are reared mainly by the Sheka and other very small populations of Kaffa and Menja communities. The Sheka population is about 46 450 (Table 1). The proportion of households

Table 6. Variations in certain morphological characters between sexes of indigenous chicken populations (% of chickens within sex).

Trait category	Character	Farta		Mandura		Horro		Konso		Sheka		Total (%)	
		M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)
Body plumage colour ¹	White	34.0	32.1	19.6	14.4	12.3	14.5	13.3	8.7	6.5	7.7	18.7	14.2
	Black	2.7	9.0	3.7	11.0	2.7	6.6	2.0	15.0	9.3	8.5	4.1	10.0
Red	Red	24.5	1.3	38.3	0.8	60.3	3.3	42.9	3.9	41.7	6.0	39.3	3.2
	Gebsuma	12.9	0.0	12.1	2.5	9.6	1.3	19.4	2.4	13.9	0.9	13.6	1.5
Brown	Brown	8.2	20.5	16.8	22.0	4.1	22.4	5.1	28.3	22.2	36.8	11.6	26.1
	Kokima	0.0	6.4	0.0	2.5	1.4	8.6	0.0	4.7	0.0	2.6	0.2	5.1
Zigrima	Zigrima	0.0	15.4	0.9	23.7	0.0	27.6	3.1	16.5	0.0	20.5	0.7	21.4
	Normal	39.5	79.5	27.1	75.4	28.8	84.2	35.7	86.6	26.9	78.6	32.3	81.4
Feather morphology	Silky	60.5	20.5	72.9	24.6	71.2	15.8	64.3	13.4	73.1	21.4	67.7	18.6
	White	35.4	64.1	69.2	66.1	45.2	30.3	43.9	69.3	37.0	31.6	44.7	48.1
Skin colour	Yellow	65.6	35.9	30.8	33.9	54.8	69.7	56.1	30.7	63.0	68.4	55.3	51.9
	Single	6.8	5.1	9.3	16.1	9.6	14.5	14.3	14.2	13.9	25.6	10.7	15.6
Comb type	Rose	2.0	35.9	2.8	26.3	6.8	18.4	16.3	26.8	8.3	16.2	6.7	23.7
	Pea	48.3	59.0	52.3	57.6	34.2	65.1	48.0	49.6	56.5	52.1	48.8	56.8
Walnut	Duplex	2.0	0.0	6.5	0.0	12.3	0.0	15.3	6.3	13.9	4.3	9.3	2.2
	Blocky	40.8	0.0	29.0	0.0	37.1	2.0	6.1	3.1	7.4	1.7	24.7	1.5
Body shape	Blocky	82.3	98.7	71.0	95.8	71.2	99.3	76.5	86.6	77.8	97.4	76.4	95.4
	Triangular	4.8	1.3	13.1	4.2	21.9	0.7	17.3	12.6	20.4	2.6	14.4	4.4
Wedge	Wedge	12.9	0.0	15.9	0.0	6.8	0.0	6.1	0.8	1.9	0	9.2	0.2

¹The percentage values for plumage colours do not add to 100 because only the major colours variants were considered here.

Note: **Gebsuma**, wheaten strips on black background; **Kokima**, white or grayish strips on brown or reddish background; **Zigrima**, black and white spotted feather.

Table 7. Adult live body weight and shank length of the different populations of indigenous chickens.

		Farta	Mandura	Horro	Konso	Sheka	Total
Live weight (g/bird, \pm SD)	Male	1 630 ^a (685)	1 652 ^b (504)	1 700 ^b (437)	1 411 ^a (281)	1 697 ^b (497)	1 612 ^{**} (458)
	Female	1 054 ^a (298)	1 426 ^b (349)	1 372 ^b (344)	1 011 ^a (223)	1 517 ^b (355)	1 266 ^{**} (373)
Shank length (cm, \pm SD)	Male	8.2 ^a (1.2)	8.4 ^b (1.3)	8.8 ^b (1.0)	10.1 ^c (0.6)	9.4 ^c (0.9)	9.1 ^{**} (1.1)
	Female	6.6 ^a (0.5)	7.1 ^a (0.7)	6.8 ^a (0.6)	7.1 ^a (0.6)	7.8 ^b (0.6)	7.0 ^{**} (0.7)

Note: Means in a row with different superscript letters denote significant differences between populations or sampling regions ($p < 0.05$) and asterisks within a column indicate significant differences between males and females for each parameter at the 1% (** level of probability.

providing separate housing and sheltering the chickens in the family house is almost equal. Most households practice supplementary feeding (D. Nigussie *et al.*, unpublished data). Brown is the predominant plumage followed by red, zigrima and black (Table 2). Cocks (42 percent) have mostly red plumage (Table 6). A brown breast is typical of both sexes, but black is the second largest breast colour in cocks (22 percent), locally referred to as libe tikur. Cocks are chiefly red or golden on the neck, and hens are mainly brown necked. Six percent of the hens and 3 percent of the cocks have naked necks. The majority of the chickens in the population have white skin, yellow shank and red earlobes (Table 4). The population is mainly pea combed (54 percent) with 20 percent single combs. The average shank length of adult males is 9.4 cm and that of females is about 7.8 cm. Adult males weigh about 1 697 g and females 1 517 g (Table 7).

Chicken populations

The chicken population of Ethiopia seems to have been consistently declining in the last few years. According to FAO (2000), it was estimated that there were 65 million chicken, more than 95 percent of which comprised indigenous chickens. Estimates of the population of indigenous chickens were 42.9 million in 2003 (Central Agricultural Census Commission, 2003), which declined to about 30 million in 2005 (CSA, 2005). The

average flock size of indigenous chickens kept per rural smallholder family varied from 6 to 10 (Alemu, 1995; Halima, Nesor and vanMarle-Koster, 2007a). The average estimated size of indigenous flocks per household was quite small in the current study: only about 3.5 (ranging from 2.1 in Konso to 6.5 in Sheka).

Morphological variations

Tables 2 and 3 show the proportions of the different body plumage, breast, neck and back feather colours in the chicken populations of different regions. In agreement with the results reported from other regions of Ethiopia (Halima *et al.*, 2007b), each population in this study possessed multiple variants of feather colours, although there were highly significant differences among the different populations in the proportion of specific feather colours characterizing them. White, red, brown and zigrima are the dominant colours of most of the populations, except for the breast colour that comprises large proportions of black and grey instead of red and zigrima feathers (Table 3). The presence of multiple variants of feather colours within a population is also a typical feature characterizing indigenous fowl in other parts of Africa (Badubi, Rakereng and Marumo, 2006; Gueye, 1998) and Asia (Bhuiyan *et al.*, 2005).

The Farta population comprises the largest proportion (33–35 percent) of chickens with white body plumage, breast, neck and back feathers. Halima *et al.* (2007b)



Figure 2. A single combed 'gebsima' male, and a female chicken of the white plumage that predominantly characterizes the Farta population.



Figure 3. A Mandura chicken with a silky feather morphology prevalent in the population and predominantly characterizing the males.

also reported the white feather colour of the Farta chicken population as one of its prominent features. Conversely, the populations in the southern (Konso and Sheka), Benshangul-Gumuz (Mandura) and Oromia regions (Horro) constituted larger numbers of chickens with red body plumage compared to the population in the north (Farta). Interestingly, this pattern is compatible with the farmers' stated preferences for plumage colour in the respective regions reported by D. Nigussie *et al.* (unpublished data) as a separate part of this study. The fact that farmers consider plumage colour as one of the



Figure 4. Male and female chickens of Horro. Males are predominantly of deep red body plumage colour.



Figure 5. The Konso chicken scavenging in the family backyard. Some of the naked neck chickens recorded in this study were found in the Konso population.

important selection criteria in the traditional breeding practices appeared to have a favourable affect on the frequencies of the most preferred white and red plumage colours.

A golden colour is a characteristic peculiar to the neck feathers (Table 3). The proportion of chickens having golden neck feathers is significantly smaller in the southern populations of Konso and Sheka (8–10 percent) compared to all others (19–20 percent).

The populations in the high altitudes (Farta, Horro and Sheka) constitute larger proportions of yellow skinned chickens relative to the others, and there were significant



Figure 6. A Sheka male showing a triangular body shape found at a much higher proportion compared to males in all other populations, except the Horro. However, it is a characteristic feature of males in all populations.

differences between the proportions of yellow and white skinned chickens in all regions except Farta (Table 4). However, despite the ecological region, the proportion of males with yellow skins was larger than that of females. This is probably because the scavenging feed resource base is relatively better in the high altitude regions compared to low altitude areas and the foraging behavior of cocks is stronger than the hens. The yellow skin colour is the result of the expression of carotenoid pigments in the skins of birds (Smyth, 1990). According to Eriksson *et al.* (2007), it is generally considered to be associated with the individual's adaptive fitness that reflects its nutritional status or health that is indicative of its foraging efficiency and immune status.

The naked neck (*Na*) gene is described as one of the major genes in local chickens of the tropics that has desirable effects on heat tolerance and adult fitness (Horst, 1989). However, the number of chickens expressing this gene is quite small (23 out of a total of 1 125, i.e. <2 percent) in the populations that we studied (Table 4). As expected, these are found mainly among the populations in low altitude regions with warm climates (Mandura in the west region and Konso in the southern region). The exact size and geographic distribution of naked neck chickens in Ethiopia is not clearly established, and only a very limited number of works have been reported thus far (Teketel, 1986). The total frequency of chickens carrying the *Na* gene in the populations that we studied was smaller than the proportion (6 percent) reported in Nigeria (Gueye, 1998) and in Botswana (3.6 percent; Badubi *et al.*, 2006). An important reason for this is that farmers did not prefer the naked neck chickens (Aklilu, 2007), ultimately favouring selection against this valuable gene. Thus, it appears that the future of the *Na* gene is at stake unless measures are taken towards its conservation.

The overall pattern of the variation in comb type is similar to that reported by Halima *et al.* (2007b). The highest proportions of single, rose and walnut combs were found in the southern populations (rose and walnut in Konso, and single and walnut in Sheka), whereas the Farta population constituted a significantly larger proportion (27 percent) of chickens with duplex combs (Table 5). In contrast, the major proportion of indigenous chickens in all regions in this study carried the pea comb (49–56 percent). The pea comb gene (*P*) is related to an important effect in breeding for tropical conditions in terms of reduced frequency of breast blisters and improved late juvenile growth (Horst, 1989). Although the effect of the *P* gene on growth might be indirect, the reduced frequency of breast blisters directly results from the presence of a ridge of thickened skin in pea combed birds that runs the length of the keel over the breast bone (Somes, 1990). However, the high frequency of pea combs and the opposite very low frequency of walnut combs in the current populations probably

needs further verification. Somes (1990) indicated the possibility of classification errors with regard to comb types and suggested that it is useful to examine the breast ridge in distinguishing between birds with pea and single combs and between those with rose and walnut combs. The breast ridge is a well-established manifestation of the *P* gene that is also characteristic of walnut combed birds. We did not investigate the breast ridge in this study.

Most of the chickens in the northern population (75 percent in Farta) were identified with crest heads, but flat heads were a characteristic feature of those in the south (64 percent in Konso and 71 percent in Sheka). The populations were significantly different from each other in terms of head shape characteristics, except that comparable proportions of flat head chickens were found in the south (Table 5). This probably suggests that head shape can be considered as one of the most important morphological characteristics to discriminate between different populations of indigenous chickens.

The average body weight of adult males and females varied significantly among the populations. Females in Mandura, Horro and Sheka populations were significantly heavier than those in Farta and Konso populations (Table 6). The weight ranges for males (1.4 kg in Konso to 1.7 kg in Horro) and females (1.0 kg in Konso to 1.5 kg in Sheka) in the current study were within the ranges reported earlier by Mebratu (1997) for different “plumage colour types” of indigenous chickens of Ethiopia reared under confined management regimens (1.3–1.7 kg for males and 1.0–1.2 kg for females). However, the ranges in this study were much higher than those reported by Halima *et al.* (2007b) for seven indigenous populations of chickens in north Ethiopia that were kept under intensive management conditions (1.0–1.5 kg for males and 0.64–0.87 kg for females at 22 weeks of age).

The discrepancies could be attributable to the variation in the age of the birds (there were no records of the exact age of birds in this study) or were simply indicative of the negative effects of confined management on the performance of local chickens. Studies in Ethiopia showed that indigenous chickens have very poor adaptation to confined environments and suffered huge mortality (up to 90 percent) and morbidity resulting in poor performance (Brannang and Pearson, 1990).

Males were significantly heavier and particularly so in the Farta, Horro and Konso populations by 36, 20 and 28 percent, respectively, compared to the females. Cocks in the Konso population and the hens of Sheka have significantly longer shanks compared to their counterparts in other populations. Males in all populations have significantly longer shanks, about 17 percent (Farta and Sheka) to 30 percent (Konso) longer compared to the females. The

chickens in this study were generally shorter relative to their Tanzanian counterparts (Msoffe *et al.*, 2001). However, the ranges in shank length were somewhat similar to those reported by Badubi *et al.* (2006) for the indigenous chickens of Botswana and close to the figures reported by Halima *et al.* (2007b), especially for the Mecha chickens of Ethiopia.

Variations in morphological characteristics between males and females

Most of the morphological characteristics varied between the males and females. Interesting variations were observed in the body plumage colour, feather morphology and comb type. Males in most regions were largely identified with silky, bright red plumage and higher proportions of duplex combs, and females had peculiarly mixed plumage colours (zigrima and kokima) with a larger proportion of rose combs.

The absence of feathers on the neck (naked neck), recorded at a very low frequency (23 birds out of a total of 1 125), characterized both sexes. About 70 percent of the naked neck chickens had brown, white or red body plumage colours, which is because about 56 percent of the chickens in the entire population carried these colours.

Generally, silky feather morphology, red body plumage and back feather colour and black breast were the prominent features observed at high frequencies in males, probably suggesting that a considerable proportion of cocks in the regions that were studied carried at least some of the physical features ascribed to the red jungle fowl. Crawford (1990) stated that the feather colour of red jungle fowl is retained almost exactly in the black breasted red phenotype of domestic fowl and in males the colours are enhanced by modifications in feather morphology.

Conclusion

Although generally not considered as ideal measures of genetic variability, the morphological traits were found to be useful in describing different populations of indigenous chickens. The populations in this study carried multiple variants of plumage colours and other physical features. However, there were certain features characterizing each population such as the distinctly predominant white plumage colour and crest head of the Farta chickens in the north and the prominent red body plumage and flat head in the southern populations. Likewise, the populations in the high altitude regions were predominantly (55 percent in Farta, 65 percent in Horro and 66 percent in Sheka) characterized by yellow skin colour, a trait reflecting the adaptive fitness of birds under foraging environments. Other attributes that are important in breeding for tropical conditions were also identified, such as the pea comb gene, in populations of all regions, and the naked neck gene, particularly in those of

low altitude areas. However, the limited geographic distribution and the very small frequency of the naked neck chickens that we found in this study suggests that the future of the *Na* gene associated with this trait is at stake unless measures are taken towards its conservation.

Acknowledgements

This project is funded by The Netherlands Foundation for the Advancement of Tropical Research (WOTRO). This project is a collaborative work between Wageningen University and ILRI. We sincerely thank the farmers who participated in the project.

References

- Aklilu, H.A.** 2007. *Village poultry in Ethiopia: socio-technical analysis and learning with farmers*. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. 178 pp. (Ph.D. thesis)
- Alemu, Y.** 1995. Poultry production in Ethiopia. *World Poult. Sci. J.*, 51: 197–201.
- Badubi, S.S., Rakereng, M. & Marumo, M.** 2006. Morphological characteristics and feed resources available for indigenous chickens in Botswana. CIPAV, Columbia, Livestock Research for Rural Development (available at <http://www.cipav.org.co/>).
- Bhuiyan, A.K.F.H., Bhuiyan, M.S.A. & Deb, G.K.** 2005. Indigenous chicken genetic resources in Bangladesh: current status and future outlook. *Anim. Genet. Resour. Info.*, 36: 73–84.
- Brannang, E. & Pearson, S.** 1990. *Ethiopia animal husbandry*. Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences. 127 pp.
- Central Agricultural Census Commission.** 2003. *Statistical report on farm management practices, livestock and farm managements*. Addis Ababa, Ethiopia. 420 pp.
- Central Statistics Authority.** 2005. *Report of 2004–2005*. Addis Ababa, Ethiopia. 365 pp.
- Crawford, R.D.** 1990. Origin and history of poultry species. Poultry genetic resources: evolution, diversity, and conservation. In R.D. Crawford, ed. *Poultry breeding and genetics*, pp. 1–59, Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Domestic Animal Genetic Resources Information System.** 2008. International Livestock Research Institute, Nairobi (available at <http://dagris.ilri.cgiar.org/>).
- Eriksson, J., Larsen, G., Gunnarsson, U., Bed'hom, B., Tixier-Boichard, M., Stromstedt, L., Wright, D., Jungerius, A., Vereijken, A., Randi, E., Jensen, P. & Andersson, L.** 2007. Identification of the yellow skin gene reveals the hybrid origin of domestic fowl. *PLoS Genet.*, 4(2): e1000010 (doi:10.1371/journal.pgen.1000010).
- FAO.** 1986. *Animal genetic resources data banks: descriptor lists for poultry*. Animal Production and Health Paper 59/3, pp. 13–27. Rome.
- FAO.** 2000. *Production year book*. Rome.
- FAO.** 2008. *Domestic animal diversity information system*. Rome (available at <http://www.fao.org/dad-is/>).
- Gueye, E.F.** 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World Poult. Sci. J.*, 54: 73–86.

- Halima, H., Neser, F.W.C. & vanMarle-Koster, E.** 2007a. Village based indigenous chicken production system in north-west Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 39: 189–197.
- Halima, H., Neser, F.W.C., vanMarle-Koster, E. & deKock, A.** 2007b. Phenotypic variation of indigenous chicken populations in northwest Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 39: 507–513.
- Horst, P.** 1989. Native fowls as reservoir for genomes and major genes with direct and indirect effect on the adaptability and their potential for tropically oriented breeding plans. *Arch. Geflugel.*, 53(3): 93–101.
- International Food Policy Research Institute & Central Statistical Agency.** 2006. *Atlas of the Ethiopian rural economy [CD-ROM]*. Washington, DC, and Addis Ababa, Ethiopia.
- Jiang, X.** 1999. *Broiler breeding: breeding goals, selection schemes and the usefulness of local breeds of China*. Wageningen, The Netherlands, Wageningen University. 185 pp. (Ph.D. thesis)
- Leulseged, Y.** 1998. *Study on production systems of indigenous and improved poultry in rural areas of North Wollo*. Alemaya, Ethiopia, Alemaya University of Agriculture. 102 pp. (M.Sc. thesis)
- Mebratu, G.Y.** 1997. Experiences from an FAO poultry development project in Ethiopia. In E.B. Sonaiya, ed. *Proceedings of the International Workshop on Sustainable Rural Poultry Production in Africa*, pp. 57–65. Addis Ababa, Ethiopia, International Livestock Research Institute.
- Msoffe, P.L.M., Minga, U.M., Olson, J.E., Yongolo, M.G.S., Madesen, J., Gwaksa, P.S. & Mtambo, M.M.A.** 2001. Phenotypes including immunocompetence in scavenging local chicken ecotypes in Tanzania. *Trop. Anim. Health Prod.*, 33: 341–354.
- Smyth, J.R.** 1990. Genetics of plumage, skin and eye pigmentation in chickens. In R.D. Crawford, ed. *Poultry breeding and genetics*, pp. 109–168. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Somes, R.G.** 1990. Mutations and major variants of plumage and skin in chickens. In R.D. Crawford, ed. *Poultry breeding and genetics*, pp. 169–208. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- SPSS.** 2003. *Statistical package for social sciences. SPSS 12.0 for Windows*. Chicago, SPSS Inc.
- Tadelle, D.** 2003. *Phenotypic and genetic characterization of local chicken ecotypes in Ethiopia*. Berlin, Humboldt University of Berlin, 209 pp. (Ph.D. thesis)
- Teketel, F.** 1986. *Studies on the meat production potential of some local strains of chickens in Ethiopia*. Geissen, Germany, J.L. University of Geissen. 186 pp. (Ph.D. thesis)
- Weigend, S. & Romanov, M.N.** 2001. Current strategies for the assessment and evaluation of genetic diversity in chicken resources. *World Poult. Sci. J.*, 57: 275–287.

Appendix 1. Definition of variables used to describe morphological characters.

Morphological character	Variable (dummy) ¹	Description ²
Feather distribution	1	Normal or feathered neck
	2	Naked neck
Feather morphology	1	Normal feathers
	2	Silky feathers
Plumage colours:	1	Complete white
Body plumage	2	Complete black
Neck feather	3	Complete red
Breast feather	4	Gebsima
Back feather	5	Teterima
	6	Brown
	7	Kokima
	8	Grey
	9	Zigrima
	10	Golden
	11	Multiple mixed colours
Shank colour	1	White
	2	Black
	3	Yellow
Skin colour	1	White
	2	Yellow
Earlobe colour	1	White
	2	Red
	3	Yellow
Comb type ³	1	Single
	2	Rose
	3	Pea
	4	Walnut
	5	Duplex
Head shape	1	Looks like snake head
	2	Looks like snake head but also has hair, is crest head
	3	Flat
Body shape ⁴	1	Blocky
	2	Triangular
	3	Wedge

¹Each character state was recorded as a binomial variable (1 if present, and 0 if not).

²Colour descriptors are local feather color identifications used by farmers: Gebsima, wheaten strips on black background; Teterima, black or red speckles on white background; Kokima, white or grayish strips on brown or reddish background; Zigrima, black and white spotted feather.

³Blocky body shape is meant to represent a horizontal, oblong body resembling the distinct characteristic shape of the Rhode Island Red and the Rhode Island White. Wedge shape represents almost the opposite feature, oblong but vertical.

⁴Descriptions of comb types were based on illustrations presented by Somes (1990).

Egg production potentials of certain indigenous chicken breeds from South Africa

J.A.N. Grobbelaar¹, B. Sutherland² and N.M. Molalagotla¹

¹*Agricultural Research Council, Livestock Business Division, Irene, Private Bag x2, Irene 0062, South Africa;* ²*Faculty of Science, Department of Animal Sciences, Tshwane University of Technology, Private Bag x680, Pretoria 0001, South Africa*

Summary

The aim of this study was to determine the egg production potentials of four different indigenous chicken breeds in South Africa: Potchefstroom Koekoek, Venda, Ovambo and Naked Neck. The White Leghorn breed was used as the control. The egg production potentials were evaluated over two consecutive production cycles of 52 weeks (used as replicates). Data were collected at the experimental farm of the Agriculture Research Council at Irene. Treatment means were separated using Fisher's protected *t*-test least significant difference at the 5 percent level of significance and the percentage mortality rate by means of a row by column chi-square test. No significant differences were observed between breeds on the mean age to the production of the first egg. The White Leghorn was superior ($p \leq 0.05$) to all four of the indigenous breeds for the mean number of eggs and percentage hen-housed egg production produced per production cycle. The Potchefstroom Koekoek was also superior ($p \leq 0.05$) to the other three indigenous breeds for these parameters. There was no difference between the Ovambo and Naked Neck breeds. The percentage mortality rate for the White Leghorn (39.5 percent) was significantly ($p \leq 0.05$) different from that of the Venda, Ovambo and Potchefstroom Koekoek (22.2 percent). No differences were observed among the Potchefstroom Koekoek, Venda, Ovambo and Naked Neck (32.3 percent) or between the White Leghorn and Naked Neck with regard to the mean percentage mortality.

Keywords: *chicken, egg production, indigenous*

Résumé

Le but de l'étude était de déterminer le potentiel de production en œufs de quatre espèces de poules d'Afrique du Sud (Potchefstroom Koekoek, Venda, Ovambo et Naked Neck) ainsi que la Leghorn Blanche. Le potentiel de production en œufs fut évalué sur deux cycles de production consécutifs de 52 semaines (utilisé comme résultats reproductibles). Les données furent recueillies à la ferme expérimentale du Conseil de Recherche Agricole, à Irene. Les moyens de traitement furent séparés en utilisant le test *t* protégé de Fisher différence la moins significative au niveau d'importance de 5 percent et le pourcentage du taux de mortalité au moyen d'un test d'une ligne par colonne χ^2 . Aucune différence significative ne fut décelée entre les espèces de l'âge moyen jusqu'à la production du premier œuf. Des différences significatives ($p \leq 0.05$) se présentèrent pour le pourcentage moyen des poules hébergées et le nombre d'œufs produit par cycle de production entre les Leghorn Blanches et les quatre espèces indigènes. Avec ces paramètres le Potchefstroom Koekoek, diffère de façon significative des autres trois espèces. Aucune différence ne soit obtenue entre le s Ovambo et les Naked Neck. Une différence significative ($p \geq 0.05$) c'est produit pour le pourcentage moyen du taux de mortalité entre Les Leghorns Blanches et les Potchefstroom Koekoek, les Venda et les Ovambo. Aucune différence ne fut obtenue entre les Potchefstroom Koekoek, les Venda, les Ovambo et les Naked Neck ainsi que entre les Leghorn Blanches et les Ovambo par rapport au pourcentage moyen de mortalité.

Mots-clés: *indigène, poules, production d'œufs*

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el potencial de puesta de cuatro diferentes razas locales de gallinas presentes en Sudáfrica. Éstas fueron la Potchefstroom Koekoek, la Venda, la Ovambo y la Naked Neck (cuello desnudo). Se utilizó a la Leghorn Blanca como control. Los potenciales de puesta fueron evaluados a lo largo de dos ciclos consecutivos de producción de 52 semanas (utilizados como duplicados). Los datos fueron tomados en la granja experimental del Consejo de Investigación Agrícola en Irene. Los medios del tratamiento fueron separados utilizando la prueba T protegida de Fisher, diferencia menos significativa al nivel de importancia del 5 percent, y el porcentaje de tasa de mortalidad por medio de una fila a través de la prueba χ^2 . No se hallaron diferencias significativas entre razas con respecto a la edad de puesta del primer huevo. La Leghorn Blanca fue superior ($p \leq 0.05$) en cuanto al número medio de huevos producidos, y para el porcentaje de huevos puestos por ciclo de producción con respecto a las cuatro razas locales. La Potchefstroom Koekoek fue también superior ($p \leq 0.05$) con respecto al número de huevos producidos en comparación a las otras tres razas locales para los parámetros mencionados anteriormente. No se evidenciaron diferencias entre la Ovambo y la Naked Neck. El porcentaje de mortalidad para la Leghorn Blanca (39,5 percent) fue significativamente diferente ($p \leq 0.05$) a las de la Venda, Ovambo y Potchefstroom Koekoek (22,2 percent). No

se observaron diferencias entre la Potchefstroom Koekoek, la Venda, la Ovambo y la Naked Neck (32,2 percent), o entre la Leghorn Blanca y la Naked Neck, con respecto al porcentaje de mortalidad medio.

Palabras clave: *local, gallina, producción de huevos*

Submitted 30 June 2008; accepted 10 September 2009

Introduction

The poultry production systems for egg production in South Africa can be divided into three distinct systems: commercial egg production, semi-intensive egg production and household egg production (South African Poultry Association, 2006). Most of the chicken eggs for human consumption are produced by 319 commercial enterprises in South Africa, which have an estimated 10 000 employees (South African Poultry Association, 2006). For the commercial farmer to be financially viable, the following egg production parameters are important:

- the number of eggs produced by a hen in a production cycle must exceed 280 eggs,
- a daily hen-housed egg production of 75 to 95 percent,
- a low mortality rate, and
- an efficient feed conversion ratio.

In contrast to the commercial egg producer, the farmers who want to produce eggs commercially under semi-intensive conditions prefer to keep a chicken breed that can produce sufficient eggs, survive under semi-intensive conditions and provide profits. Normally these farmers do not expect the chickens to lay the number of eggs and reach the high percentage of hen-housed egg production achieved by the commercial breeds. However, they need to know the number of eggs produced per hen in a production cycle as well as the daily percentage of hen-housed egg production. This information will enable the farmer to make an informed choice among the different breeds that are available for semi-intensive production.

To produce eggs commercially under a semi-intensive system, the farmer must provide the chickens with sufficient housing, a suitable type of feed and sound general management practices regarding feeding, hygiene and temperature control. *Pluimvee Bulletin/Poultry Bulletin* (South African Poultry Association, 2006) stated that the number of small-scale egg producing farmers known to them in South Africa is 1 745, and this number was still increasing. The number of eggs produced by these small-scale egg producers is not known.

According to our observations, most of the rural farmers and village households in South Africa keep a few chickens under extensive or semi-intensive conditions with minimum or no input. The birds must scavenge for most of their nutritional needs. No or very little shelter or enclosures are provided. Sonaiya (2003) defined village chickens as involving any genetic stock, improved or unimproved, that was raised extensively or semi-intensively in relatively small numbers

(usually less than 100 at a time). Naido (2003) stated that these chickens were left to free range or scavenge for food, with little or no feed supplementation. According to Nhleko *et al.* (2003), village chickens are among the most adaptable domestic animals that can survive cold and heat, wet and drought, sheltered in cages, unsheltered outside or roosting in trees. Some subsistence farmers keep these chickens for household production (meat and eggs) only. Other subsistence farmers keep them for household production (meat and eggs) and to supplement their income. These farmers want to keep a chicken that can produce sufficient meat and eggs, become broody and hatch their own chickens to make the owner independent in egg and white meat production. Although they raise these chickens, the farmers need a breed with genetic traits for the ability to produce an optimum number of eggs and meat. These chickens must also be able to produce eggs, survive and hatch chickens under extensive conditions.

There are several indigenous chicken breeds in South Africa such as Potchefstroom Koekoek, Venda, Naked Neck, Ovambo, Natal Game, Zulu and Nguni to name a few of the most popular ones. Up to now there was not much detailed information available on the egg production potentials of any of the South African indigenous chicken breeds under either extensive or intensive conditions. Several researchers (Adetayo and Babafunso, 2001; Ramlah, 1996; Yami, 1995) estimated the egg production potential of some of the indigenous chickens of other African countries. These results are published and available to the farmers who want to keep certain types of chickens. Adetayo and Babafunso (2001) reported that the Nigerian indigenous chickens kept in cages and fed commercial feed produced 80 to 90 eggs per hen in a period of 280 days with a mean egg weight of 36.8 g. In Ethiopia these chickens produced between 40 and 99 eggs under extensive conditions per year. The average egg weight was 40 g per egg in more intensive systems (Yami, 1995). In Malaysia the rate of hen-housed production varied between 17.1 percent using a semi-intensive system and 48.9 percent using an intensive system with egg weights of 42.5 and 46.0 g, respectively (Ramlah, 1996). In Botswana the annual egg production per hen under village conditions ranges from 20 to 100 eggs with an average egg weight of 30–50 g (Gueye, 1998). If the egg production rates of South African indigenous chickens are available, it will enable the farmer to make an informed choice of which breed to keep from the different indigenous breeds available for semi-intensive egg production.

Description of the indigenous breeds used in this trial

To distinguish the indigenous chicken breeds that were used in this study from other indigenous chicken breeds in South Africa, a general description of these birds is provided.

Potchefstroom Koekoek

According to Fourie and Grobbelaar (2003), the Potchefstroom Koekoek (Figure 1) was bred at the Potchefstroom Agricultural College during the 1950s by a researcher named Marais. This breed is a composite of the White Leghorn, Black Australorp and Bared Plymouth Rock. This breed can therefore be considered as a locally developed breed. The name Koekoek refers to the barred colour pattern of the birds. Most of the laying hens that were available for egg production during the developmental period of the Potchefstroom Koekoek laid white shelled eggs. The consumer, however, preferred brown shelled eggs. Therefore, the Potchefstroom Koekoek was developed for the following specific production traits: the hens should lay a brown shelled egg with an average weight of 55.7 g and the carcass should be attractive with a deep yellow coloured skin. The Potchefstroom Koekoek cocks and culled hens are used for meat production. Today the meat of this breed is still very popular among local communities and is preferred to that of the commercial broiler hybrids. The Koekoek's colour pattern is a sex-linked gene that is very useful for colour sexing in cross-breeding for egg producing types of hens used in medium input production systems. This breed is very popular among rural farmers in South Africa and neighbouring countries for egg and meat production as well as their ability to hatch their own offspring (Grobbelaar, 2008).



Figure 1. Potchefstroom Koekoek chickens.

Venda

In 1979 a veterinarian, Dr Naas Coetzee, identified the distinctive Venda chickens (Figure 2) in the Venda area of the Limpopo Province of South Africa and described the breed. Although similar chickens were later identified in the Southern Cape and in the Qua-Qua region of the Free State Province, the name Venda derived from the original description was retained (Fourie and Grobbelaar, 2003). Some of the original chickens were brought to the Poultry Breeding Section of the Agricultural Research Council at Irene for breeding to prevent the breed from becoming extinct.

Ovambo

A researcher at the Poultry Breeding Section at Irene visited the Ovamboland District of Namibia in 1975 and saw the Ovambo breed (Figure 3). He collected some of these chickens and brought them to the Poultry Breeding Section of the Agricultural Research Council at Irene to establish a stock colony and prevent the breed from becoming extinct (Fourie and Grobbelaar, 2003).

Naked Neck

The origin of the Naked Neck breed (Figure 4) is disputed, but the breed was probably introduced by early traders from Malaysia on their journey around the continent (van Marle-Koster and Nel, 2000). It is therefore possible that the Dutch East Indian Company introduced Naked Neck chickens in the seventeenth century to the Cape of Good Hope (Fourie and Grobbelaar, 2003). Therefore, this breed is recognized as an indigenous breed. The Naked Neck is a very adaptable breed and can be found all over South Africa, even in diverse climates.



Figure 2. Venda chickens.



Figure 3. Ovambo chickens.

Adaptability of the Venda, Ovambo and Naked Neck

The Venda, Ovambo and Naked Neck breeds can easily fly into trees to roost for the night or to escape ground predators. These chickens have a variety of colour patterns, which assist in camouflaging to protect them from ground predators. These breeds are well adapted to diverse temperatures and to scavenging for food. They will eat anything from grass seeds, household scraps and insects to small rodents. Some farmers use these breeds for natural tick and fly control by placing a movable chicken house at their kraals or by having a chicken house close to their dairy. These breeds are well suited for use in rural areas for egg and meat production. These breeds get broody and will hatch their own chickens (Fourie and Grobbelaar, 2003).



Figure 4. Naked Neck chickens.



Figure 5. White Leghorn chickens.

White Leghorn

According to Viljoen (1979), the White Leghorn (Figure 5) is one of the oldest chicken breeds known to humans. This breed originated in Italy and was already well known during the Roman Empire. This breed was exported to the United States of America, the United Kingdom and Australia early in the nineteenth century. The Leghorn was solely bred as an egg producer and is widely used in cross-breeding to develop new layer hybrids. Viljoen (1979) also stated that during the 1940s the South African Leghorns came mostly from England, America and Denmark. Generally, this breed is not broody.

Materials and methods

Our investigation was conducted on the experimental farm of the Agriculture Research Council at Irene. Irene is a village approximately 20 km south of Pretoria in the Gauteng Province of South Africa. It is situated at latitude 25.91° and longitude 28.21° with an altitude of 1 526 m above sea level and has an annual average rainfall of 717 mm.

To be able to determine the egg production potentials of the four indigenous breeds (Potchefstroom Koekoek, Venda, Ovambo and Naked Neck), a trial was conducted over two consecutive egg production cycles of 52 weeks each, commencing in 2001. The chickens used in this trial were hatched from the parent stock kept at the Poultry Breeding Section of the Live Stock Business Division of the Agriculture Research Council at Irene. No selection for the improvement of egg production was performed on the parent stock colonies during the last 25+ years, and no selection was applied during any of the experimental years.

The experimental birds were kept on a deep litter floor system in naturally ventilated houses (45 × 12 m and 2.5 m high). For the control of ventilation and heat, the houses

were equipped with adjustable plastic curtains. Each house contained 60 individual cages that were 4 × 2 m and 1.8 m high. Each cage was equipped with one automatic Bell-drinker, one self-feeder and one nesting box with five nests.

For both years the experimental hens were reared from 1 day old to 16 weeks of age in an environmentally controlled house containing individual cages that were 3.0 × 4.0 m and 1.5 m high. The chickens were raised under infrared brooders (100 chickens per lamp) up to 4 weeks of age using the normal prescribed temperatures for rearing chickens. The chickens were fed a commercial pullet starter (19 percent protein) for the first 2 weeks and a pullet grower (15 percent protein) until the hens started to lay. The lighting regime, as previously used at the poultry breeding section, was 23 hours light for the first week, 20 hours light for the second week and 17 hours up to 16 weeks of age. At the age of 16 weeks the chickens were placed in the laying houses. All hens that reached maturity were kept to replenish the parent stock colony. The cocks were selected for their physical appearance in regard to size, head formation, legs, toes and colour patterns, according to the breed standards (Figures 1, 2, 3, 4 and 5). During the experimental period a standard commercial laying pellet (105) from ALZU Feeds® was used and fed ad lib. The chickens had free access to clean drinking water supplied by the local authority. A constant daylight length of 17 hours was maintained throughout the study. Eggs were collected twice daily: in the morning at 8:30 a.m. and in the afternoon at 2:00 p.m. To ensure that there was no mixing of eggs between the breeds, the identification of the breed was written on each egg. All eggs were recorded in the egg record book of the Poultry Section and captured with the Eggs 2000® computer program. The eggs were sorted by removing the dirty and cracked eggs from the egg trays. The remainder of the eggs were then graded into small (<43 g), medium (44–50 g), large (51–61 g), extra large (62–66 g) and jumbo (>66 g) by means of a Moba grading machine.

Number of hens that were kept

The numbers of hens per breed that were kept during the 2 years of the experiment are described in Table 1.

Table 1. The number of experimental hens kept per breed per year.

Breed	Number of hens per year	
	2001	2002
Potchefstroom Koekoek	76	100
Ovambo	96	100
Venda	67	100
Nacked Neck	48	62
White Leghorn	80	135

Data collected for each year

The data collected over a 52-week period were the age of the hens at the time of laying the first egg (sexual maturity), mean number of eggs laid per bird, percentage daily hen-housed egg production, number of eggs per grade and mortality.

Determination of sexual maturity

To determine the period to sexual maturity, the number of days to the production of the first egg (of the group) was calculated from the hatching date of the hen to the production of the first egg.

Determination of total number of eggs produced per production cycle

The total number of eggs produced per hen per production cycle of the two 52-week production cycles was calculated as follows:

$$\frac{\text{Total number of eggs produced (per breed) for a month}}{\text{Total number of hens (per breed) alive during the month}}$$

The total number of eggs per hen per month was then added together to determine the total number of eggs per hen per production cycle over the two 52-week production cycles. The average for the two production cycles was then calculated.

Determination of daily percentage of hen-housed egg production

The daily percentage of hen-housed egg production over the two 52-week production cycles was calculated according to the method described by North and Bell (1990, p. 350):

$$\frac{\text{Average daily number of eggs produced} \times 100}{\text{Number of hens housed}} = \text{daily percentage of hen-housed egg production for the period.}$$

Further, the area under the curve for the daily percentage hen-housed egg production over 13 months was calculated to determine the significant difference between the daily percentage of hen-housed egg production.

Statistical analyses

Data on the age at first egg, mean number of eggs laid per bird and daily egg production were collected each year for the group rather than for individual hens. Thus, the 2 years of data were used as blocks in the randomized complete

block design and the year by breed interaction effect was used as the estimate of the error variance.

The model for the randomized complete block design testing for differences between breeds was the following:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij},$$

where Y_{ij} is the measurement for the i th breed and j th year, μ is the overall mean effect, α_i is the i th breed effect and ε_{ij} is the random error variation.

Treatment least square means were separated using Fisher's protected t -test least significant difference at the 5 percent level of significance ($p \leq 0.05$; Snedecor and Cochran, 1980) for the egg production parameters. These parameters are the mean age of the hens (days) to the production of the first egg, the mean distribution of egg quality and grades, the mean percentage of hen-housed egg production and the mean number of eggs produced per hen per year.

The significance of the mortality rate was tested using a row by column chi-square test.

Results and discussion

There were no significant differences ($p = 0.33$) among breeds in the mean age to the production of the first egg. Although the data indicated no significant differences among the breeds, the Naked Neck (129.0 days) and White Leghorn (120.5 days) tend to produce their first egg at a younger age than the Potchefstroom Koekoek (138.5 days), Venda (139.0 days) and Ovambo (134.5 days). These findings are in contrast to the sexual maturity (production of first egg) found by Ramsy, Harris and Kotze (no date), who stated that the sexual maturity for the Potchefstroom Koekoek was 130 days, the Venda 143 days, the Ovambo 143 days and the Naked Neck 155 days. The difference between the results obtained during this investigation and the results obtained by Ramsy *et al.* (no date) could be attributed to various factors such as the rearing process. Ramsy *et al.* gave no indication of the method of rearing. Demeke (2004) reported

that in a trial conducted in Ethiopia the comparative egg production performance of local Ethiopian hens and White Leghorn hens under rural household conditions, a combination of rural household conditions plus 50 g of commercial supplementary feed and intensive conditions, the mean days to sexual maturity for the White Leghorn were 165, 158 and 149 days, respectively. These results obtained by Demeke's (2004) results were not only in contrast to the results obtained for the White Leghorn of 120.5 days during this trial, but they also emphasized the effect on the mean days to sexual maturity by the methods used during rearing. The early sexual maturity obtained for the Naked Neck and White Leghorn, compared to the other indigenous breeds of South Africa, during this trial can most likely only be attributed to genetic differences because all the chickens were reared under identical environmental conditions such as housing, lighting and nutrition.

No significant differences among the breeds for cracked, dirty, small, medium, large and extra-large eggs were found (Table 2). The White Leghorn and Ovambo produced higher percentages of jumbo eggs than the rest of the breeds, especially at the later stage of the production cycle. It is impossible to compare the above-mentioned egg quality and sizes to other findings in the literature because the literature only gives the mean egg weights. Adetayo and Babafunso (2001) reported that the mean egg mass of the Nigerian indigenous chickens was 36.8 g. Gueye (1998) indicated that the mean egg mass of the indigenous chickens in Ethiopia was 40 g using an intensive system during trials conducted at the Jimma College of Agriculture. Nhleko *et al.* (2003) reported that the mean mass of eggs collected from indigenous chickens from subsistence households in the rural district of Paulpietersburg, northeastern Kwazulu-Natal, South Africa, was 48.9 g. Although the above-mentioned authors reported the mean egg weights, no indication of the percentages of small, medium, large, extra large and jumbo were given. During this investigation a complete study was conducted of the different economic egg grades that were available as sellable eggs. Although these indigenous chickens did not produce the high numbers of eggs per

Table 2. Least square mean percentage distributions of egg quality and grades.

Breed	Cracks	Dirty	Small	Medium	Large	Extra Large	Jumbo
Potchefstroom Koekoek	2.80	4.25	4.27	22.00	61.14	2.05	3.49
Venda	2.80	5.84	3.28	26.87	59.54	0.03	1.64
Ovambo	3.65	11.64	3.79	17.74	56.42	0.07	6.69
Naked Neck	2.49	3.70	8.02	23.36	57.96	0.95	3.52
White leghorn	2.32	8.95	3.35	10.93	62.85	3.95	7.65
SEM	0.355	3.7	1.29	3.42	3.24	1.656	1.092
F probability	0.249	0.574	0.212	0.143	0.676	0.503	0.069
LSD (5%)	Not applicable						
CV (%)	17.8	76.1	40.1	23.9	7.7	165.6	33.5

Note: SEM, standard error of the mean.

LSD, least significant difference at the 5% level; CV, coefficient of variation.

Table 3. Least square mean area under the curve percentage of daily hen-housed egg production for the two production cycles.

Breed	Mean area under the curve
Potchefstroom Koekoek	618.6 ^b
Venda	489.2 ^c
Ovambo	400.7 ^d
Naked Neck	443.1 ^{cd}
White leghorn	872.6 ^a
SEM	15.69
<i>F</i> probability	0.001
Least significant of means (5%)	61.59
CV (%)	3.9

Note: Breeds with different superscripts differ significantly at $p \leq 0.05$. SEM, standard error of the mean; CV, coefficient of variation.

year (in excess of 280) of the modern commercial hybrids, the number of sellable eggs produced by these hens was high (Potchefstroom Koekoek, 92.9 percent out of 195.9 eggs; Venda, 91.34 percent out of 153.7 eggs; Ovambo, 84.71 percent out of 125.5 eggs; Naked Neck, 97.99 percent out of 138 eggs).

There was a significant difference ($p \leq 0.05$) in the calculated area under the curve for the daily percentage of hen-housed egg production per production cycle (Table 3) between the White Leghorn (83.2 percent) and the Potchefstroom Koekoek (67.8 percent), Venda (54.0 percent), Ovambo (42.0 percent) and Naked Neck (57.5 percent). Between the indigenous breeds there was a significant difference ($p \leq 0.05$) in the daily hen-housed egg production percentage between the Potchefstroom Koekoek that had the highest daily hen-housed egg production percentage and the Venda, Ovambo and Naked Neck. There was also a significant difference ($p \leq 0.05$) for the daily hen-housed egg production percentage between the Venda and Ovambo. There was no significant difference for the daily hen-housed egg production percentage between the Naked Neck and Ovambo or the Naked Neck and Venda. According to Ramlah (1996), the daily hen-housed egg production was 29.3–48.9 percent in

Table 4. Least square mean of number of eggs produced per hen over two 52-week production cycles.

Breed	Number of eggs per hen
Potchefstroom Koekoek	195.9 ^b
Venda	153.7 ^c
Ovambo	125.5 ^d
Naked Neck	138.9 ^{cd}
White Leghorn	279.5 ^a
SEM	5.3
<i>F</i> probability	0.001
LSD	20.75
CV	4.2

Note: Breeds with different superscripts differ significantly at $p \leq 0.05$. SEM, standard error of the mean; LSD, least significant difference; CV, coefficient of variation.

Malaysia under intensive conditions. The South African indigenous chickens, with the exception of the Ovambo, performed much better than the indigenous breeds of Malaysia under comparable conditions.

A significant difference ($p \leq 0.05$) for the number of eggs produced per production cycle (Table 4) was observed between the White Leghorn, which produced 275.9 eggs per year, and the Potchefstroom Koekoek (195.9), Venda (153.7), Naked Neck (138.9) and Ovambo (125.5). For the indigenous breeds, a significant difference ($p \leq 0.05$) for the number of eggs per hen per year was obtained between the Potchefstroom Koekoek and the other three indigenous breeds. There was also a significant difference ($p \leq 0.05$) between the Venda and Ovambo. There was no significant difference between the Naked Neck and the Ovambo or the Naked Neck and Venda. The number of eggs per hen per production cycle of the four indigenous chicken breeds of South Africa was determined by Van Marle-Koster and Casey (2001), who kept the chickens in battery cages in an environmentally controlled house. They obtained 204 eggs per hen per production cycle (51 weeks) for the Potchefstroom Koekoek and 139 eggs per production cycle for the Naked Neck. These findings were similar to those obtained in this trial for the 195.9 eggs per production cycle for Potchefstroom Koekoek and the 138.9 eggs for the Naked Neck. In contrast, they obtained 122 eggs per production cycle for the Venda and 91 eggs for the Ovambo. The number of eggs per production cycle was much lower than the number of eggs per production cycle of 153.7 for the Venda and 125.5 for the Ovambo obtained during this trial. These results support the number of eggs obtained during this trial for the Potchefstroom Koekoek and the Naked Neck, but they are in contrast to the number of eggs obtained for the Venda and Ovambo. The contrast in the number of eggs produced in this trial and that obtained by Van Marle-Koster and Casey (2001) for the Venda and Ovambo might be because the hens were kept under different conditions.

The South African indigenous chickens generally performed much better in all egg production parameters evaluated during this investigation under intensive conditions than those reported in other African countries. This might be attributed to the genetic potential as well as the feed composition and housing provided for the indigenous chicken breeds of South Africa.

The percentage of mortality of White Leghorn (39.5 percent) was significantly ($p \leq 0.05$) different from that of the Potchefstroom Koekoek (22.2 percent), Venda (19.2 percent) and Ovambo (19.9 percent), but did not differ from the Naked Neck (32.9 percent). The high mortality rate of the White Leghorn may be ascribed to the poor adaptability of the chickens when placed in the laying house. Approximately 15 percent of the hens died in the first 3 months after they were placed in the laying house.

References

- Adetayo, A.S. & Babafunso, S.E.** 2001. Comparison of the performance of Nigerian indigenous chickens from three agro-ecological zones. *Livestock Res. Dev.*, 13: 2 (available at <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/2aded132.htm>).
- Demeke, S.** 2004. *Egg production performance of local and White Leghorn hens under intensive and rural household conditions in Ethiopia*. CIPAV (available at <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/2/deme1602.htm>).
- Fourie, C. & Grobbelaar, J.A.N.** 2003. *Indigenous poultry breeds*, pp. 20–21. Krugersdorp, Germany, Wing Nut Publications.
- Grobbelaar, J.A.N.** 2008. *Egg production potentials of four indigenous chicken breeds in South Africa*. Pretoria, Tshwane University of Technology. (M.Tech. thesis)
- Gueye, E.F.** 1998. Village egg and chicken meat production in Africa. *World Poult. Sci. J.*, 54: 73–85.
- Naidoo, M.** 2003. *Indigenous poultry production systems in Northern Kwazulu-Natal, South Africa*, pp. 66–73. Paper presented at the 1st National Workshop on Indigenous Poultry Development, Nature and Development Group of Africa (NGO Registration No. 026-851-NPO).
- Nhleko, M.J., Slippers, S.C. & Nsahlai, I.V.** 2003. *A preliminary report of on-farm performance of rural chickens kept under farmers' management*, pp. 79–83. Paper presented at the 1st National Workshop on Indigenous Poultry Development, Nature and Development Group of Africa (NGO Registration No. 026-851-NPO).
- Nhleko, M.J., Slippers, S.C., Lubout, P.C. & Nsahlai, I.V.** 2003. *Characterisation of the traditional poultry production in the rural agricultural system of Kwazulu-Natal*, pp. 74–78. Paper presented at the 1st National Workshop on Indigenous Poultry Development, Nature and Development Group of Africa (NGO Registration No. 026-851-NPO).
- North, M.O. & Bell, D.D.** 1990. *Commercial chicken production manual*, 4th edition. New York, Van Nostrand Reinhold.
- Ramlah, A.H.** 1996. Performance of village chickens in Malaysia. *World Poult. Sci. J.*, 52: 75–79.
- Ramsy, K., Harris, L. & Kotze, A.** No date. *Sa. Landrace breeds: South Africa's indigenous and locally developed farm animals*. Pretoria, Farm Animal Conservation Trust.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G.** 1980. *Statistical methods*, 7th edition, p. 507. Ames, IA, USA, Iowa State University Press.
- Sonaiya, E.B.** 2003. *Village poultry and its role in rural Africa*, pp. 16–30. Paper presented at the 1st National Workshop on Indigenous Poultry Development, Nature and Development Group of Africa (NGO Registration No. 026-851-NPO).
- South African Poultry Association.** 2006. Official mouthpiece of the South African Poultry Association. *Pluimvee Bull./Poult. Bull.*, April: 166.
- Van Marle-Koster, E. & Nel, L.H.** 2000. Genetic characterization of native southern African chicken populations: evaluation and selection of polymorphic microsatellite markers. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 30(1): 1–6.
- Van Marle-Koster, E. & Casey, N.H.** 2001. Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *Anim. Genet. Resour. Info.*, 29: 71–78.
- Viljoen, W.C.J.** 1979. Hoenderasse – pluimvee. *Boerdery in Suid Afrika*, Pamphlet A.2. Pretoria, Department of Agriculture and Water Supply.
- Yami, A.** 1995. Poultry production in Ethiopia. *World Poult. Sci. J.*, 51: 197–201.

The use of indigenous cattle in terminal cross-breeding to improve beef cattle production in Sub-Saharan Africa

M.M. Scholtz^{1,2} and A. Theunissen³

¹ARC-Animal Production Institute, Private Bag X2, Irene 0062, South Africa; ²Department of Animal, Wildlife and Grassland Sciences, UFS, P.O. Box 339, Bloemfontein 9300, South Africa; ³Northern Cape Department of Agriculture, Land Reform and Rural Development, Private Bag X9, Jan Kempdorp 8550, South Africa

Summary

The role indigenous livestock can play in Africa's Livestock Revolution is not always recognized. In many parts of Africa pure breeding with indigenous breeds is the only viable production strategy because of adverse climatic and nutritional conditions. However, there are scenarios where the higher demands of exotic breeds and their cross-breds can be met. This article discusses the possibility of improving beef production through terminal cross-breeding with two South African cattle breeds, the Nguni and the Afrikaner, with different exotic breeds. Calving difficulties were limited and birth weights were restricted to the mid-parent value or below. Cross-breeding did not have a negative effect on cow performance such as weight change and fertility, but cow productivity increased. In most cases the weaning weight of cross-bred calves was the same or exceeded that of the pure sire breed, and the feed conversion ratio was always better than either of the two parent breeds. This made the feedlot performance of the cross-breds highly desirable. These results indicate that terminal cross-breeding with indigenous African breeds deserves more attention as a means of increasing the output of beef cattle in the subtropics and tropics. An added advantage of any system of terminal cross-breeding utilizing indigenous breeds is that the conservation and utilization of the indigenous breeds of Africa is ensured, because a constant stream of purebred females will be required.

Keywords: *Afrikaner, improved beef production, indigenous cattle, Nguni, terminal cross-breeding*

Résumé

Le rôle que les animaux d'élevage indigènes peuvent jouer dans la révolution de l'élevage en Afrique n'est pas toujours reconnu. Dans de nombreuses régions de l'Afrique, l'élevage en race pure avec les races indigènes est la seule stratégie de production viable à cause des conditions climatiques et nutritionnelles défavorables. Cependant, dans certains contextes, on peut trouver des demandes plus élevées pour les races exotiques et leurs croisés. Cet article aborde la possibilité d'améliorer la production de viande de bœuf par le biais de croisements terminaux avec deux races de bovins de l'Afrique du Sud, la race Nguni et la race Afrikaner, dans des croisements avec des races exotiques différentes. Les difficultés de vêlage ont été limitées et les poids à la naissance étaient restreints à la valeur moyenne parentale ou au-dessous de cette valeur. Les croisements n'ont pas eu d'effet négatif sur la performance des vaches comme le changement de poids et la fertilité, tandis que la productivité des vaches a augmenté. Dans la plupart des cas, le poids au sevrage des veaux croisés était le même ou supérieur par rapport au poids des pères de race pure et la capacité d'utilisation du fourrage était toujours meilleure que celle des deux races parentales, ce qui a rendu la performance de l'unité d'embouche des croisés hautement recherchée. Ces résultats indiquent que le croisement terminal avec les races indigènes africaines mérite plus d'attention en tant que moyen pour augmenter le rendement des bovins à viande dans les régions sous-tropicales et tropicales. Un autre avantage de tout système de croisement terminal qui utilise les races indigènes est que la conservation et l'utilisation des races indigènes de l'Afrique sont garanties, puisqu'un flot continu de femelles de race pure sera nécessaire.

Mots-clés: *bovins indigènes, croisement terminal, Nguni, Afrikaner, amélioration de la production de viande de bœuf*

Resumen

El papel que el ganado autóctono puede desempeñar en la Revolución Ganadera de África no es siempre reconocido. En muchas partes de África la cría de animales con razas locales es la única estrategia de producción viable, debido a las adversidades climáticas y a las condiciones nutricionales. Sin embargo, hay escenarios en los que existe demanda de razas exóticas y sus cruces. Este artículo trata acerca de la posibilidad de mejorar la producción de carne de ternera por medio de cruces terminales con dos razas bovinas sudafricanas, la Nguni y la Afrikaner, cruzadas con diferentes razas exóticas. Las dificultades durante el parto fueron limitadas y los pesos al nacimiento se limitaron al valor de los medios padres o más bajo. El cruzamiento no tuvo un efecto negativo sobre el rendimiento de las vacas, tal como el cambio de peso y la fertilidad, mientras que la productividad de la vaca aumentó. En la mayor parte de los casos el peso al destete de los terneros cruzados fue el mismo, o superior a aquellos cuyos padres eran de raza pura, y el índice de conversión fue siempre mejor que cualquiera de las dos razas padre. Bajo control de la alimentación el rendimiento altamente deseable. Estos

resultados demuestran que cruces terminales con razas locales africanas merecen más atención como medio para incrementar la producción de carne de ternera en el subtrópico y trópico. Una ventaja añadida de cualquier sistema de cruces terminales es la utilización de razas locales, lo que asegura la conservación y la utilización de las razas locales de África, dado que se requerirán constantemente hembras criadas en pureza.

Palabras clave: *bovino local, cruce terminal, Nguni, Afrikaner, producción de ternera mejorada*

Submitted 17 June 2008; accepted 29 September 2009

Introduction

Livestock production faces specific challenges as a result of a rise in human population numbers, urbanization and economic development, especially in developing countries. In the future these developments will lead to a significant rise in demand for livestock products, and they are referred to as the Livestock Revolution (Delgado *et al.*, 1999). The number of meat animals globally will have to increase to meet this demand (Steinfeld *et al.*, 2006). However, a significant increase in production levels is also crucial.

There is growing evidence that improving the productivity of subsistence, smallholder and emerging farmers operating on a noncommercial level has the potential to address poverty in agriculturally based economies (Hazell *et al.*, 2007), while the more commercialized (industrialized) production systems remain in balance with the natural environment (International Water Management Institute, 2007; United Nations Environment Programme, 2007).

There are significant differences between the cattle of the African continent and the New World countries of the Americas, Australia and New Zealand. Livestock was not endemic to these continents, and livestock farmers had to rely entirely on imported material to establish herds of cattle. In contrast, Africa is one of the centres of domestication (Bruford, Bradley and Luikart, 2003; Hanotte *et al.*, 2002) and is richly endowed with a large number of indigenous breeds that have adapted to the continent's prevailing conditions (Scholtz, 1988, 2005).

The type of production strategy to be followed in Africa will depend primarily on the environment and level of management. Experimental evidence of the fertility of cross-bred cows as summarized by Long (1980) and Schoeman (1999) indicated that, with a few exceptions, the fertility and calf viability of cross-bred cows was higher than that of the parent breeds. However, this was not the case in East and southern Africa under normal production conditions (Scholtz, 1988). According to Doren *et al.* (1985), Ferrell and Jenkins (1985), Thompson, Woods and Meadows (1986) and Calegare *et al.* (2007), a high level of nutrition and management is required before the potentially higher fertility of cross-bred cows can be utilized. With the relatively low level of nutrition and management that prevails in many parts of Africa, it

seems fruitless to try to improve maternal performance by cross-breeding.

In the more developed areas where managerial skills may be better but conditions are often harsh with relatively low levels of natural nutrition, terminal cross-breeding (all cross-bred progeny are slaughtered) with small indigenous cows may succeed in improving the output of beef cattle farming (Calegare *et al.*, 2007). A large proportion of the breeding herd must be available for cross-breeding for such a system of terminal cross-breeding to be successful. There is also the danger that some of the cross-bred females may leak and be used for indiscriminate crossing. With a reproductive life span of 16 years for cows and an average calving of 90 percent, which is possible with Nguni cattle, two-thirds of the herd can be utilized for terminal cross-breeding whereas one-third has to be reserved for maintaining the purebred population (Roux, 1992). Another issue of concern is the possible incidence of calving difficulties.

Research conducted some years ago in South Africa will be used in this article to demonstrate the performance of two indigenous breeds of South Africa as dam lines in terminal cross-breeding: the Nguni and Afrikaner.

Material and methods

The research on the Nguni was conducted over a 3-year period (1988–1990) and was partially reported by Scholtz and Lombard (1992). In this experiment Nguni females, the smallest beef breed in South Africa, were inseminated with Charolais and Simmentaler semen, and the Nguni (N) were also mated to a Chianina (Ch) type bull. Semen from the same Charolais (C) and Simmentaler (S) bulls was used to produce both the cross-bred and purebred offspring. It is important to note that heifers were not used for cross-breeding. The bulls were chosen because they were known to cause calving difficulties, and the S bull was withdrawn from an artificial insemination station for this reason. The cross-breds were compared to purebreds sired by the same bull and to purebred Ngunis from the same herd. This research was conducted on the farm Loskop South (25°18' south, 29° 20' east) situated in a Bushveld Region in the eastern

part of South Africa. Acocks (1975) classified the veld type as a tree savannah consisting of fairly dense bush with sour grass types as the main grazing component. Rainfall varies between 350 and 650 mm per year.

A number of the male progeny were also evaluated for postweaning growth rate and feed conversion ratio (FCR) under intensive feedlot conditions in a test that consisted of a 35-day adaptation period followed by a 140-day test.

The research on the Afrikaner (A) as a dam line was carried out at the Vaalhartz Research Station from 1980 to 1984. Els (1988) presented this information in his Ph.D. thesis, but it was never published elsewhere. The purpose of the research was to evaluate the performance of cross-breeding under natural grazing conditions in the northern Cape region of South Africa. Four sire breeds were used in cross-breeding with the Afrikaner as the dam line: the Brahman (B), Charolais (C), Hereford (H) and Simmentaler (S). Vaalhartz is near the town of Jan Kempdorp in the Northern Cape Province and is situated at 27°51' south, 24°50' east with a mixed *Tarchonanthus thornveld* type (Acocks, 1988). The annual rainfall is 440 mm per year. Vaalhartz can be regarded as a more suitable area for cattle farming than Loskop South.

In all cases the weaning weights were corrected to 205 days with the formula used by the South African National Beef Cattle Recording and Improvement Scheme (Bergh, 1999):

$$\begin{aligned} &[(\text{Actual weaning weight} - \text{birth weight})/\text{age at weaning} \\ &\quad \times 205\text{days}] + \text{birth weight} + \text{cow age correction factor} \\ &= \text{corrected 205 - day weaning weight} \end{aligned}$$

where the correction factor = corrected 205-day weaning weight.

Both studies utilized Harvey's (1972, 1976) computer program for the analyses.

Results

Foetal dystocia and preweaning deaths

No calving difficulties or perinatal deaths occurred in 29 C × N, 17 S × N and 17 Ch × N cross-bred calves or in 301 comparable purebred Nguni calves. Although the S bull had been withdrawn from an artificial insemination station because of calving difficulties, none were experienced in this experiment. If a 10 percent chance of dystocia or death exists, the probability of observing one or more cases in a sample of 63 would be $100 \times (1 - 0.9^{63}) = 99.9$ percent. If a 5 percent chance exists, the probability would be $100 \times (1 - 0.95^{63}) = 96.1$ percent. With only a moderate change of dystocia there would have been a very high chance of observing it in 63 births. Therefore, it seems that dystocia will be negligible if the Nguni is used as a dam line.

Table 1. The percentage of dystocia in pure breeds and crosses (number of births) Vaalharts data.

Sire breed	Dam breed				
	A	C	S	H	B
A	2.1 (96)	–	–	–	–
C	5.7 (35)	9.0 (67)	–	–	–
S	2.4 (41)	–	10.2 (49)	–	–
H	0.0 (35)	–	–	2.4 (84)	–
B	2.8 (36)	–	–	–	3.3 (30)

The percentage of dystocia observed in pure breeds and crosses at Vaalhartz is summarized in Table 1. A slightly higher percentage of dystocia was found in A cows when C, S or B bulls were used compared to A bulls. There was no dystocia when H bulls were used. In purebred C and S the percentage dystocia was higher than when these breeds were crossed with A cows. Thus, although calving difficulties were experienced with A as a dam line, they were limited and were lower than that of the purebred C and S.

The percentages of survival from birth to weaning of the N and its crosses are presented in Table 2. Although the percentage of preweaning deaths in the crosses was slightly higher (4 percent) than the N, the difference was not significant at the 10 percent level.

Preweaning performance

The preweaning performance values of the different breeds and crosses are provided in Table 3 and Table 4. The N calves had an average birth weight of 26.8 kg and the C × N calves 32.2 kg, but the pure C calves from the same sire had an average birth weight of 46.8 kg. The Nguni cows restricted the birth weight of the cross-bred calves to a level of 13 percent below the mid-parent value of 36.8 kg. In the Ch × N calves the average birth weights were almost the same as that of the pure N and significantly lower than the 34.0 kg average of the pure Ch. The average birth weight of S × N calves was also restricted to only 31.3 kg. These results indicate that maternal restriction of offspring birth sizes may be evident if the differences between sire and dam lines are large enough.

The average birth weight of C × N was 13 percent below the mid-parent value, but the average weaning weight (Table 3) was 6 percent above and the preweaning growth

Table 2. The percentage of survival from birth to weaning of the Nguni and its crosses.

Season	N	Crosses
1	98.9	96.0
2	97.6	95.5
3	97.6	88.2
Average	98.0	93.7

Table 3. The preweaning performance of the different breeds and crosses at Loskop South.

Genotype	Number of animals	Birth weight (kg)	Preweaning growth rate (g/day)	Weaning weight corrected to 205 days (kg)
N	301	26.8 ^a ± 0.2	761 ^a ± 5	183 ^a ± 1.0
C	40	46.8 ^d ± 0.9	836 ^{bc} ± 18	222 ^b ± 3.9
Ch	4	34.0 ^c ± 1.7	796 ^b ± 49	199 ^{ab} ± 10.6
C×N	29	32.2 ^c ± 0.6	893 ^c ± 16	215 ^b ± 3.6
S×N	17	31.3 ^{bc} ± 0.8	896 ^c ± 22	215 ^b ± 4.8
Ch×N	17	29.6 ^{ab} ± 0.8	900 ^c ± 23	214 ^b ± 4.9

Note: Means in the same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.10$).

rate 12 percent above the mid-parent value. In the Ch × N the average weaning weight was 12 percent above and the average preweaning growth rate was 16 percent above the respective mid-parent values. The average weaning weight of all crosses was approximately the same and was even higher than that of pure Ch (Table 3). An almost complete favourable dominance, and even over dominance, in the weaning weight of crosses is evident from these results.

The preweaning performance of the purebred breeds and the A crosses at Vaalhartz is presented in Table 4. The birth weight of C × A (42 kg) and S × A (40 kg) calves was restricted only to the mid-parent value. It appears that A cows, which are larger than N cows, did not restrict the birth weight of the C and S cross-bred calves to the same extent as N cows. In the H × A and especially B × A calves, the birth the weight was higher than that of both parent breeds, indicating over dominance.

The weaning weights of C × A (5 percent), H × A (7 percent) and B × A (7 percent) calves were higher than the mid-parent values of 203, 182 and 192 kg, respectively, whereas that of S × A only approximated the mid-parent value of 209 kg. The C × A calves were the heaviest at weaning (219 kg), followed by the S × A (210 kg) and B × A (206 kg).

The results at Loskop South and Vaalhartz suggest that A cows did not yield the same heterotic effect (negative on birth weight, and positive on weaning weight) as N cows. Furthermore, the C sire line seemed to yield more

favourable heterotic effects than S, H or B sire lines when mated with A cows.

Postweaning feedlot performance

The postweaning feedlot performance of a limited number of N, C, S and their crosses produced at Loskop South is provided in Table 5. The table indicates that the daily gain of C × N calves was 47 percent higher and that of S × N 39 percent higher than that of pure N. The growth rate of C × N calves is only about 6 percent lower than that of purebred C, indicating an almost complete dominance. This agrees with the well-documented results of Olentine *et al.* (1976), Smith *et al.* (1976), Southgate, Cook and Kempster (1982), Baker, Bryson and Knutson (1987) and De Bruyn (1991). All of these results indicate that the C is superior when utilized as a terminal sire in cross-breeding.

The FCR of C × N calves was better by 3 and 17 percent than that of purebred C and N, respectively, indicating over dominance. The same applied to S × N calves, where the FCR was 18 percent better than that of the purebred S and 11 percent better than that of the purebred N (Table 5), showing that the FCR may be improved when indigenous Sanga cattle are crossed with large European Taurus breeds.

Cow performance

There was no additional drain on cows producing cross-bred offspring because there was no difference in

Table 4. The preweaning performance of the different breeds and crosses at Vaalharts.

Genotype	Number of animals	Birth weight (kg)	Weaning weight corrected to 205 days (kg)
A	41	35 ^a ± 0.8	184 ^{ab} ± 3
C	40	47 ^c ± 0.9	222 ^{dc} ± 4
S	31	43 ^b ± 1.1	234 ^c ± 5
H	44	36 ^a ± 0.9	179 ^a ± 4
B	24	33 ^a ± 1.1	199 ^b ± 5
C×A	24	42 ^b ± 1.1	219 ^d ± 5
S×A	32	40 ^b ± 0.9	210 ^d ± 4
H×A	31	37 ^a ± 0.9	195 ^{abc} ± 4
B×A	29	41 ^b ± 0.9	206 ^{cd} ± 4

Note: Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.10$).

Table 5. Postweaning feedlot performance of Nguni, Charolais, Simmentaler and Nguni crosses.

	Genotype						
	Performance					Ratio	
	N	C	C×N	S	S×N	CN/ N	SN/ N
Number	16	5	5	2	4	–	–
Daily gain (g)	1.121	1.765	1.652	1.711	1.553	1.47	1.39
FCR	7.46	6.58	6.36	7.80	6.63	0.85	0.89

Note: FCR, Feed conversion ratio (feed intake/weight gain).

Table 6. Reconception rates of Nguni cows that suckled pure Nguni and cross-bred calves.

Season	Nguni	Crossbred
1	89.1	82.6
2	85.3	82.8
3	87.1	100.0
Average	87.2	87.4

Note: The Reconception rate is defined as the pregnancy percentage after the next mating season.

the weight change during the suckling period between N cows that suckled pure N or cross-bred calves. The N is a relatively high milk producer (7 kg/day) with a high butterfat content (6 percent). Together with the better efficiency of the cross-bred calves, larger weaner calves could be produced without any negative effect on the cow. This is also illustrated by the reconception rates (pregnancy percentage after the mating season) in Table 6, where there was no difference between cows that suckled pure N and cross-bred calves.

The ratio of the weaning weight of the calf to the dam weight at the birth of the calf (calf/dam) is an important estimate of productivity of the cow herd. It was calculated for Nguni cows (Loskop South) weaning pure N calves and cross-breeds (Table 7) and for the Afrikaner cows (Vaalharts) weaning pure A calves and cross-breeds (Table 8).

On average the ratio was 56.8 percent for cross-bred calves compared to 49.3 percent for pure N calves. The values of C × N and Ch × N calves were the highest at 57.2 percent with male calves approaching 60 percent (Table 7). In comparison, the national average for beef cattle in South Africa is 43.8 percent.

In the A cows the highest weaning ratio of 46.8 was achieved with C × A calves, followed by S × A (44.4)

Table 7. The ratio of the weaning weight of the calf/dam weight (birth of calf) of Nguni cows at Loskop.

Ratio	Genotype				
	N	Ch	C×N	S×N	Ch×N
Bull calves	51.4	46.7	59.3	58.2	59.3
Heifer calves	47.2	42.5	55.1	54.0	55.1
Average	49.3	44.6	57.2	56.1	57.2

Table 8. The ratio of the weaning weight of the calf/dam weight (birth of calf) of the different breeds and crosses at Vaalharts.

Ratio	Genotype								
	A	C	S	H	B	C×A	S×A	H×A	B×A
Ratio	38.4	41.3	45.4	41.3	41.0	46.8	44.4	40.4	43.8

and B × A (43.8), compared to the 38.4 of pure A calves (Table 8).

Discussion

These results supply evidence that maternal restriction of birth weight exists in crosses between animals of widely divergent mature weights and that some breeds may possess this ability as a special trait.

Despite the negative suppression on birth weight, the weaning weight and growth rate of the different crosses was close to that of the larger parent, especially in the Nguni crosses, indicating an almost complete dominance in postnatal growth and efficiency traits. The negative maternal effect on body weight at birth attributable to the smaller cows does not seem to persist up to postweaning performance but is to a large extent cancelled, especially with C as the sire line.

The advantages of terminal cross-breeding do not lie in the higher growth rates or better FCR of the cross-bred progeny per se. They instead depend on the extent to which the weight of the slaughter animal or feeder can be increased relative to that of the dam or breeding cow. This advantage follows because any system with large feeders from small breeding cows must be more efficient than one with feeders and breeders of equivalent size, simply because small dams eat less than large dams. This higher efficiency arises from a potential increase in weaning weight of up to 26 percent per cow exposed to mating, whereas the feed energy requirement only increases by 1 percent (MacNeil, 2005; MacNeil and Matjuda, 2007; MacNeil and Newman, 1991). In addition and of particular importance to the countries of Sub-Saharan Africa is the use of locally adapted, low input maternal breeds and the improvement of the production potential of the progeny using terminal sire breeds (Scholtz *et al.*, 1990). However, such a system will only be viable in Sub-Saharan Africa if the natural environment can support the higher production, the managerial demands can be met and other indigenous breeds react the same to cross-breeding as the Afrikaner and Nguni.

There is little advantage in the higher rate of growth per se, but the longer feedlot holding period of late maturing, fast growing animals will optimize a positive feed margin (low feed prices that makes it economical to feed animals longer). Thus, the highest profit margin for intensive feeding of slaughter cattle under such a scenario will most likely be realized with Charolais or other late-maturing crosses. This situation will be reversed if a positive feed margin changed to a negative margin (high feed prices), in which case earlier maturing, smaller framed, exotic breeds such as Angus should be used as sire lines. The advantage of terminal cross-breeding is the ease of catering for the prevailing feed margin by manipulating the type of sire to be used while keeping the dam herd the same. This

is in contrast to pure or rotational cross-breeding where the breed type of the dam has to be changed each time there is a change in the feed margin.

Conclusion

Indigenous African breeds, such as the Nguni and the Afrikaner, seem to be ideally suited as dam lines in terminal cross-breeding, because calving difficulties are limited and the feedlot performance of the F₁-crosses is highly desirable. The utilization of terminal cross-breeding involving indigenous breeds deserves more attention as a means of increasing output for beef cattle enterprises, especially in the subtropics and tropics of Africa. However, the sustainable implementation of such a system remains a challenge.

The first option is that smallholder farmers can act as a source of purebred indigenous animals for the more commercialized (industrialized) farmers, thereby ensuring a constant and viable market for their animals. This will result in benefit sharing by the communities that maintained these breeds in the past. Another option is to use the innovative mating system reported by Scholtz (2007). It is well known that the most fertile cows tend to come in heat early in the mating season. This system suggests that all cows are straight bred to indigenous bulls during the first part of the mating season, after which the indigenous bulls are all replaced by terminal sire bulls. The first calves to be born are thus purebred calves from the most fertile cows, and replacement heifers are selected from these calves. This system is currently being evaluated at Vaalharts Research Station with Angus as the sire line and Nguni as the dam line.

The biggest threat to the system is that farmers may start to use some of the cross-bred females as replacement heifers. In such cases, the advantages of terminal cross-breeding associated with heterosis, adaptability, hardiness, low maintenance and ease of calving are lost. With respect to the conservation of animal genetic resources, this is unacceptable because it may result in indiscriminate crossing to the detriment of indigenous genetic resources.

Perhaps the most important advantage of any system of terminal cross-breeding utilizing indigenous breeds is that the conservation and utilization of the indigenous breeds of Africa is ensured, because it requires a constant stream of purebred indigenous females.

References

- Acocks, J.P.H.** 1988. *Veld types of South Africa*. National Botanical Institute, Pretoria, South Africa, 146 pp.
- Baker, J.F., Bryson, W.L. & Knutson, R.** 1987. Feed intake and growth during finishing of Angus-, Charolais- and Piedmontese-sired calves when slaughtered at similar measurements of subcutaneous fat. *J. Anim. Sci.*, 65(Suppl.): 10–12.
- Bergh, L.** 1999. Introduction: beef cattle improvement scheme. In M. M. Scholtz, L. Bergh & D.J. Bosman, eds. *Beef breeding in South Africa*. Irene, South Africa, Agricultural Research Council, Animal Improvement Institute.
- Bruford, M.W., Bradley, D.G. & Luikart, G.** 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nat. Rev. Genet.*, 4: 900–910.
- Calegare, L., Alencar, M.M., Packer, I.U. & Lanna, D.P.D.** 2007. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nellore and Continental and British *Bos Taurus* × Nellore crosses. *J. Anim. Sci.*, 85: 2413–2422.
- De Bruyn, J.F.** 1991. *Production and product characteristics of different cattle genotypes under feedlot conditions*. University of Pretoria, South Africa. (D.Sc. thesis)
- Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S. & Courbois, C.** 1999. *Livestock to 2020: the next food revolution*. Washington, DC, International Food Policy Research Institute, FAO, and International Livestock Research Institute.
- Doren, P.E., Shumway, C.R., Kothmann, M.M. & Cartwright, T.C.** 1985. An economic evaluation of simulated biological production of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 60: 913–934.
- Els, D.L.** 1988. *Kruisteling vir vleisbeeste*. University of the Orange Free State, South Africa. (Ph.D. thesis)
- Ferrell, C.L. & Jenkins, T.G.** 1985. Cow type and nutritional environment: nutritional aspects. *J. Anim. Sci.*, 61: 725–741.
- Hanotte, O., Bradley, D.G., Ochieng, Y.V., Hill, E.W. & Rege, J.E.O.** 2002. African pastoralism: genetic imprints of origins and migrations. *Science*, 296: 336–339.
- Harvey, W.R.** 1972. *Instructions of use of least squares maximum likelihood mixed model general purpose program (LSMLMM)*. Columbus, OH, USA, Ohio State University.
- Harvey, W.R.** 1976. *Instructions of use of revised least squares and maximum likelihood mixed model general purpose program (LSMLMM)*. Columbus, OH, USA, Ohio State University.
- Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S. & Dorward, A.** 2007. *The future of small farms for poverty reduction and growth*. IFPRI Discussion Paper 42 (available at <http://www.ifpri.org/2020/dp/vp42.asp>).
- International Water Management Institute.** 2007. *Water for food, water for life. A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London, Earthscan, and Colombo, International Water Management Institute. 645 pp.
- Long, C.R.** 1980. Crossbreeding for beef production: experimental results. *J. Anim. Sci.*, 51: 1197–1223.
- MacNeil, M.D.** 2005. *Breeding objectives for Angus cattle in South Africa and the United States*, pp. 17–23. Paper presented at the 9th World Angus Forum Technology Meeting, Cape Town, South Africa.
- MacNeil, M.D. & Matjuda, L.E.** 2007. Breeding objectives for Angus and Charolais specialized sire lines for use in the emerging sector of South African beef production. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 37: 1–10.
- MacNeil, M.D. & Newman, S.** 1991. *Using heterosis to increase profit*, pp. 129–134. Paper presented at the International Beef Symposium, Great Falls, MN, USA.
- Olentine, C.G., Bradley, N.W., Boling, J.A. & Moody, W.G.** 1976. Comparison of Charolais-crossbred and Angus yearling steers finished on pasture. *J. Anim. Sci.*, 42(6): 1375.
- Roux, C.Z.** 1992. Maximum herd efficiency in meat production. III. Feeder–breeder dimorphism. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 22: 11–15.

- Schoeman, S.J.** 1999. Cross breeding in beef cattle. In M.M. Scholtz, L. Bergh & D.J. Bosman, eds. *Beef breeding in South Africa*. Irene, South Africa, Agricultural Research Council, Animal Improvement Institute.
- Scholtz, M.M.** 1988. *Selection possibilities for hardy beef breeds in Africa: the Nguni example*, pp. 303–319. Paper presented at the 3rd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding.
- Scholtz, M.M.** 2005. *The role of research and the seed stock industry in the in situ conservation of livestock genetic resources*, pp. 311–316. Paper presented at the 4th All Africa Conference on Animal Agriculture, Arusha, Tanzania.
- Scholtz, M.M.** 2007. Innovative mating practice to breed highly fertile replacement heifers in a terminal crossbreeding system. *SA. Anim. Sci.*, 8: 29–30.
- Scholtz, M.M. & Lombard, P.E.** 1992. Prospects and potential of Southern African cattle breeds: the Nguni example. *Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet.*, 10: 47–50.
- Scholtz, M.M., Roux, C.Z. & Lombard, P.E.** 1990. *Breeding strategies for beef cattle in the subtropics and tropics: terminal crossbreeding*, pp. 361–364. Paper presented at the 4th World Congress on Genetic Applications in Livestock Production.
- Smith, C.M., Laster, D.B., Cundiff, L.V. & Gregory, K.E.** 1976. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. *J. Anim. Sci.*, 43(1): 37.
- Southgate, J.R., Cook, J.L. & Kempster, A.J.** 1982. A comparison of the progeny of British Friesian dams and different sire breeds on 16- and 24-month beef production systems. 1. Live-weight gain and efficiency of feed utilization. *Anim. Prod.*, 34: 155–166.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & de Haan, C.** 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome, FAO, 390 pp.
- Thompson, C.E., Woods, S.G. & Meadows, S.E.** 1986. *Comparison of five dam breeds under two nutritional environments*, pp. 331–335. Paper presented at the 3rd World Congress on Genetic Applications in Livestock Production.
- United Nations Environment Programme.** 2007. *GEO4 global environment outlook, Environment for development*. Nairobi, Kenya, United Nations Environment Programme. 540 pp.

Caractérisation morphométrique et reproductive des taureaux et vaches N'Dama du Congo

F. Akouango¹, C. Ngokaka², P. Ewomango³ and E. Kimbembe⁴

¹Maître-assistant à l'Institut de Développement Rural Chef de Laboratoire des Productions Animales et Biodiversité Université Marien Ngouabi. BP. 69 Brazzaville, Congo; ²Maître-assistant à l'Institut de Développement Rural Laboratoire des Productions Animales et Biodiversité Université Marien Ngouabi. BP. 69 Brazzaville, Congo; ³Elève ingénieur en productions animales à l'Institut de Développement Rural Université Marien Ngouabi. BP. 69 Brazzaville, Congo; ⁴Elève ingénieur en productions animales à l'Institut de Développement Rural Université Marien Ngouabi. BP. 69 Brazzaville, Congo

Résumé

Dans cette étude, les mâles et femelles des bovins de race N'Dama élevés au Congo ont fait l'objet d'une étude morphométrique et reproductive. L'étude a concerné un troupeau reproducteur d'une moyenne de 255,1 ± 19,8 kg et 249,7 ± 26,4 kg de poids vif respectivement pour les mâles et femelles à 3 ans d'âge. La robe régulière est fauve uniforme avec des extrémités noires. On note quelques animaux blancs, pies noirs, ou parfois les taches blanches sont aspergées du brun.

Quelques mensurations moyennes corporelles ont été évaluées: la hauteur au garrot (115,3 ± 1,1 cm et 111,8 ± 0,9 cm), la longueur scapulo-ischiale (143,7 ± 3,1 cm et 140,8 ± 3,2 cm) et le périmètre thoracique (158,2 ± 4,2 cm et 144,4 ± 1,3 cm), respectivement pour les mâles et femelles.

Quand nous avons considéré la puberté comme étant l'âge au premier oestrus, à travers l'ensemble des critères comportementaux, l'âge à la puberté a oscillé autour de 458 ± 26 jours avec un poids de 168 ± 18 kg. En considérant la puberté comme étant le moment où s'établit un cycle semblable à celui d'un adulte prêt à être fécondé, les résultats sont différents: l'âge à la puberté donne 779 ± 119 jours avec un poids de 182 ± 16 kg.

Les génisses N'Dama nées en saison des pluies ont été plus précoces (461,2 ± 33 jours) avec un poids de 184,6 ± 21 kg, contre 767 ± 22 jours et 191,8 ± 21 kg en saison sèche. Le nombre de veaux nés par mère reproductrice a été de 0,8 veau.

Dans notre étude la puberté chez les taureaux est atteinte entre 16 et 20 mois, pour un poids de 151,8 ± 16 kg. Nous avons obtenu une corrélation positive ($r = 0,49 \pm 0,1$) entre la circonférence scrotale et le poids à la puberté.

Mots-clés: *morphométrique, reproduction, bovin, Congo*

Summary

This work describes a morphometric and reproductive study conducted on male and female N'Dama cattle in Congo. The study was concentrated on a herd having an average live weight of 255.1 ± 19.8 kg and 249.7 ± 26.4 kg respectively for male and female animals at 3 years of age. The regular coat is fawn with black legs. Some animals are piebald with occasional white patches and brown sprays.

Some average body measurements were evaluated: the wither height (115.3 ± 1.1 cm and 111.8 ± 0.9 cm), the length of the body from point of shoulder to point of buttock (143.7 ± 3.1 cm and 140.8 ± 3.2 cm) and the heart girth (158.2 ± 4.2 cm and 144.4 ± 1.3 cm) respectively for male and female animals.

When considering puberty as the age of first oestrus, by the overall behavioural criteria, the age of puberty fluctuated around 458 ± 26 days with a weight of 168 ± 18 kg. When considering puberty as the moment where a cycle similar to that of an adult ready to be fertilized is established, the results were different: the age of puberty became 779 ± 119 days with a weight of 182 ± 16 kg.

The N'Dama heifers born in the rainy season are more precocious (461.2 ± 33 days) with a weight of 184.6 ± 21 kg, against 767 ± 22 days and 191.8 ± 21 kg during the dry season. The number of calves born from a breeding dam was 0.8.

In our study, sire puberty was reached between 16 and 20 months, for a weight of 151.8 ± 16 kg. A positive correlation ($r = 0.49 \pm 0.1$) was obtained between scrotal circumference and puberty weight.

Keywords: *morphometric, reproduction, cattle, Congo*

Resumen

En este trabajo han sido objeto de estudio morfométrico y reproductivo tanto machos como hembras de la raza bovina N'Dama criados en el Congo. Dicho estudio se ha centrado en un grupo de reproductores con una media 255,1 ± 19,8 kg. y 249,7 ± 26,4 kg. de peso vivo para machos y hembras, respectivamente, a los 3 años de edad. La capa normal es la leonada uniforme con las extremidades de color negro. Se

han tenido en cuenta algunos animales de capa blanca, berrenda en negro, o a veces con las manchas de color blanco salpicadas de color castaño. Se obtuvieron las medias de algunas medidas corporales: alzada a la cruz ($115,3 \pm 1,1$ cm. y $111,8 \pm 0,9$ cm.), el diámetro longitudinal ($143,7 \pm 3,1$ cm. y $140,8 \pm 3,2$ cm.) y el perímetro torácico ($158,2 \pm 4,2$ cm. y $144,4 \pm 1,3$ cm.), respectivamente para los machos y para las hembras. Se ha considerado la pubertad como la edad al primer celo, a través del conjunto de criterios comportamentales, oscilando dicha edad a la pubertad alrededor de los 458 ± 26 días con un peso de 168 ± 18 Kg. Al considerar la pubertad como el momento en el que se establece un ciclo similar al de un adulto, listo para ser fecundado, los resultados son diferentes: la edad a la pubertad 779 ± 119 días con un peso de 182 ± 16 Kg. Las novillas de la raza N'Dama nacidas en la temporada de lluvias fueron más precoces ($461,2 \pm 33$ días) con un peso de $184,6 \pm 21$ Kg, frente a 767 ± 22 días $191,8 \pm 21$ Kg. en la estación seca. El número de terneros nacidos por madre reproductora ha sido de 0,8. En este estudio la pubertad en los toros se alcanza entre los 16 y los 20 meses de edad, con un peso de $151,8 \pm 16$ kg. Se ha obtenido una correlación positiva ($r = 0,49 \pm 0,1$) entre el perímetro escrotal y el peso a la pubertad.

Palabras clave: *morfométrico, reproducción, bovino, Congo*

Soumis: 2 Le septembre 2008; admis: 26 L'octobre 2008

Introduction

Au Congo Brazzaville, l'élevage tel qu'il est pratiqué, traditionnellement comme dans la majorité des pays subsahariens, repose pour l'essentiel sur l'exploitation des ressources naturelles pastorales (Djabakou *et al.*, 1991). Celles-ci, représentées par la végétation spontanée, connaissent des variations et des limitations sévères liées au rythme de pluies, à la nature du sol, à la situation topographique qui entravent régulièrement le bon développement des ressources fourragères (Diamouangana, 2003). La disponibilité des terres, des ressources fourragères et des eaux dont le pays dispose, donne la possibilité d'augmenter la productivité numérique et pondérale, seule combinaison permettant d'augmenter le cheptel bovin et de faire face à la demande croissante en produits d'origine animale (Bronson et Riesman, 1986). Comme les pays des régions centrale et occidentale d'Afrique, le Congo possède un bétail (bovins, ovins et caprins) dit "trypanotolérant" qui contribue déjà et peut encore contribuer davantage à leur mise en valeur (Chicoteau, 1991). L'élevage bovin congolais est caractérisé par une faible productivité, un nombre restreint de bétail, malgré d'énormes ressources fourragères, des terres disponibles et d'une importante hydrographie, sans oublier la température moyenne qui oscille autour de 23 °C avec une pluviométrie annuelle autour de 1200 mm qu'il dispose.

Bien que la quasi-totalité de la production animale soit assurée par l'élevage traditionnel, les efforts de la promotion du secteur sont presque basés exclusivement sur le transfert des techniques d'élevage visant à l'amélioration des productions animales. Des centres d'appui technique ont été créés ayant pour rôle la multiplication et la reproduction des animaux afin de les diffuser chez des paysans éleveurs et les fermiers privés nationaux.

Les projets initiés par les pouvoirs publics notamment le PRODER SUD, PRODER NORD, PRODER CENTRE et le Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA) dans le cadre du Document de Stratégies pour la Réduction de la Pauvreté (DSRP), ont permis aux acteurs privés économiques de s'investir pleinement en renforçant les groupements des paysans.

Deux grandes fermes bovines étatiques ont été relancées dans le sud du pays à la Dihessé au nord du pays et à Boundji au nord du pays. La compromise de la pratique d'élevage bovin par la présence de la mouche tsé-tsé n'étant plus d'actualité, car les troupeaux de *Bos taurus* sont ceux de la race N'Dama trypanotolérante; et qu'il est tout à fait possible d'y atteindre des niveaux de productivité raisonnables grâce à la chimioprévention et à l'application d'un programme sanitaire strict. Dans cette étude, les mâles et femelles des bovins de race N'Dama, élevés au Congo, ont fait l'objet d'une étude physique, morphométrique et reproductive.

Matériel et méthodes

Description de la zone d'étude

Les différentes manipulations ont eu lieu au centre d'appui technique de Boundji de 2007 à 2008. Ce centre a été lancé dans le cadre du programme pour le développement rural (PRODER NORD) initié par le gouvernement du pays.

La zone d'étude est située au sud de l'équateur, comprise entre $1^{\circ}37,692'$ de latitude sud et $14^{\circ}37,956'$ de longitude est. L'altitude oscille autour de 445 m. La végétation de la zone est une savane arbustive dont le tapis herbacé est floristiquement dominé par *loudetia demeusei*, l'*Hyparrhenia diplandra*, *Andropogon gayanus* du *Penniseteum* et du *Sétaria* aux abords du cours d'eau la Vouma. Cette zone étant septentrionale du Congo, est couverte par un climat de type guinéen forestier; elle se caractérise par une uniformité de températures et d'humidité atmosphérique. La température annuelle est comprise entre 25°C et 26°C avec une pluviométrie annuelle de 1600-1800 mm, l'humidité relative est de 75%.

Description du troupeau et mode d'élevage

L'étude a concerné un troupeau reproducteur de race N'Dama, trypanotolérante, de 300 têtes servant de troupeau reproducteur, pour répondre à la dynamique de repeuplement des élevages bovins au Congo, décimés pendant les conflits socio politiques connues en 1993, 1997 et 1998. Tous les

animaux avaient des aplombs réguliers. Les saillies étaient dirigées. Le mode d'élevage est le type semi-amélioré et l'alotement est fait selon le sexe, l'âge et le stade physiologique de l'animal. Les animaux séjournent dans des pâturages naturels. La nuit, ils sont regroupés dans des bâtiments où sont placés des abreuvoirs, des mangeoires, des blocs à pierre contenant du sel gemme. Dans l'aire de tri, les animaux subissent des traitements prophylactiques et sanitaires. Le plan de prophylaxie contre les grandes épizooties est régulièrement suivi (Pasteurellose, péripneumonie contagieuse bovine). Un bain détiqueur est installé pour servir de première barrière prophylactique et sanitaire. On y pratique la rotation des pâturages selon la végétation; la pratique de feux dirigés est courante en utilisant les pares feux sous forme des couloirs. Les pâturages sont délimités en parcelles et selon la végétation, les intervalles de séjour et de repos des animaux sont définis. Ces pâturages sont des parcours naturels caractérisés par des combinaisons de plantes fourragères et de plantes diverses. Les graminées les plus consommées sont l'*Hyparrhenia diplandra*, *Andropogon gayanus* du *Pennisetum* et du *Sétaria barbota*. On note en petite quantité du *panicum max*. L'inventaire floristique est pratiqué pour connaître la composition des pâturages et les différentes espèces fourragères. La composition chimique et la valeur énergétique de ces graminées varient selon les saisons et la nature morphogénétique de la plante.

Collecte des données pour la caractérisation physique et morphométrique

Certaines mensurations ont été effectuées par simple mesures au mètre ruban notamment: le poids vif, la hauteur au garrot, la longueur scapulo-ischiale, le périmètre thoracique, la hauteur au passage des sangles, la longueur de la croupe et de la tête, la largeur aux hanches et enfin la longueur du corps. Les différentes régions du corps ont été décrites.

Collecte des données pour la caractérisation de la reproduction

La consultation des fiches individuelles, l'observation et les pesées ont permis de connaître l'âge et le poids vif des animaux et l'âge à la puberté. Les signes de l'oestrus à base desquels nous nous sommes appuyées ont été les suivants: l'alternance d'agitation et repos en position couchée, l'émission fréquente des jets d'urine, léchage du corps, moins d'appétit, attirance d'autres vaches, agressivités, beuglements fréquents, écoulement génital, réflexe d'immobilisation. Ces observations ont été effectuées chez les génisses nées pendant la saison de pluies et pendant la saison sèche.

Dans la présente étude, nous avons considéré d'une part la puberté comme étant l'âge au premier oestrus, à travers l'ensemble des critères comportementaux et d'autre part, l'âge à la première immobilisation suivie d'un oestrus de 45 jours, ou encore le moment où s'établit un cycle semblable à celui d'un adulte prêt à être fécondé

(Coulomb, 1976) l'intervalle vèlage saillie fécondante, âge au premier vèlage dans cette caractérisation physiologique de reproduction des femelles, et le mètre ruban a été servi pour évaluer la hauteur testiculaire et la circonférence scrotale chez les mâles. Le pouvoir fécondant a été calculé à base de la formule $F = 365/i$, i étant l'intervalle entre 2 vèlages consécutifs.

Analyse statistique

Les données recueillies ont été enregistrées sur le tableur Excel de Microsoft et le logiciel STATITF et les résultats ont été présentés sous forme de moyennes et écart types, y compris quelques corrélations. Les comparaisons des moyennes ont été effectuées par Student t.

Résultats et discussion

Distribution des élevages bovins, caractéristiques physiques et morphométriques des bovins N'Dama au Congo



Légende:

Département de la Bouenza (ferme Dihesse)

Département de la Cuvette (ferme Ngolodoua)

Département de la Cuvette (ferme Boundji)

Département de la Cuvette (ferme Otsegni)

Département des Plateaux (ferme Lekana)

Département des Plateaux (ferme Nguié Gamboma)

Le cheptel bovin congolais est concentré en grande partie dans le département de la cuvette, et quelque peu dans les départements de la Bouenza et les Plateaux.

On s'accorde à reconnaître au N'Dama une très ancienne présence en Afrique vers les années 1534. Dans son berceau de race, le Fouta Djallon en Guinée, les bovins N'Dama et leurs propriétaires peuls sédentaires sont les anciens descendants des occupants du Sahara. Des noyaux de peuplement N'Dama ont été créés vers 1930 en Afrique centrale et l'espèce s'est adaptée sans problèmes grâce à sa trypanotolérance. La N'Dama est un bovin sans bosse et de taille moyenne. Sa robe régulière est fauve uniforme avec des extrémités noires. On note aussi quelques animaux pies noirs, et parfois les taches blanches sont aspergées du brun. Le cornage est solide et en lyre. La tête est excessive, le corps court avec des masses musculaires bien développées. Les membres sont fins et les sabots petits et durs. Avec son tempérament éveillé, la N'Dama est d'un caractère doux et s'adapte facilement aux conditions difficiles. Les photographies a b etc montrent les animaux dans le parc de motion et de tri.

Quelques mensurations morphométriques des animaux de 3,5 ans d'âge ont été évaluées et transcrites dans le tableau 1.

Caractérisation reproductive des femelles N'Dama au Congo

Quand nous avons considéré la puberté comme étant l'âge au premier oestrus, à travers l'ensemble des critères comportementaux (Coulomb, 1976), l'âge à la puberté a oscillé autour de 458 ± 26 jours avec un poids de 168 ± 18 kg (Tableau 2).

Par contre en faisant la même observation, en prenant cette fois-ci comme référence l'âge à la première immobilisation

suivie d'un oestrus de 45 jours, ou encore le moment où s'établit un cycle semblable à celui d'un adulte prêt à être fécondé, les résultats sont différents: l'âge à la puberté donne 779 ± 119 jours avec un poids de 182 ± 16 kg. Ceci pendant la saison sèche.

Il faut néanmoins noter que la puberté, selon la définition choisie, n'est pas synonyme de reproduction. Au sein d'une même population, l'âge à la puberté est corrélé à la croissance dans notre étude. Les animaux ayant une croissance rapide atteignent la puberté avant les autres. Cette corrélation positive ($r = +0,62$) entre la croissance et l'âge à la puberté confirme que la puberté dépend en fait, surtout du poids de l'animal. Plusieurs auteurs (Chicotéau *et al.*, 1990; Ralambofiringa, 1978) considèrent que la puberté se déclenche une fois que l'animal a atteint un certain pourcentage du poids adulte; ceci selon la race.

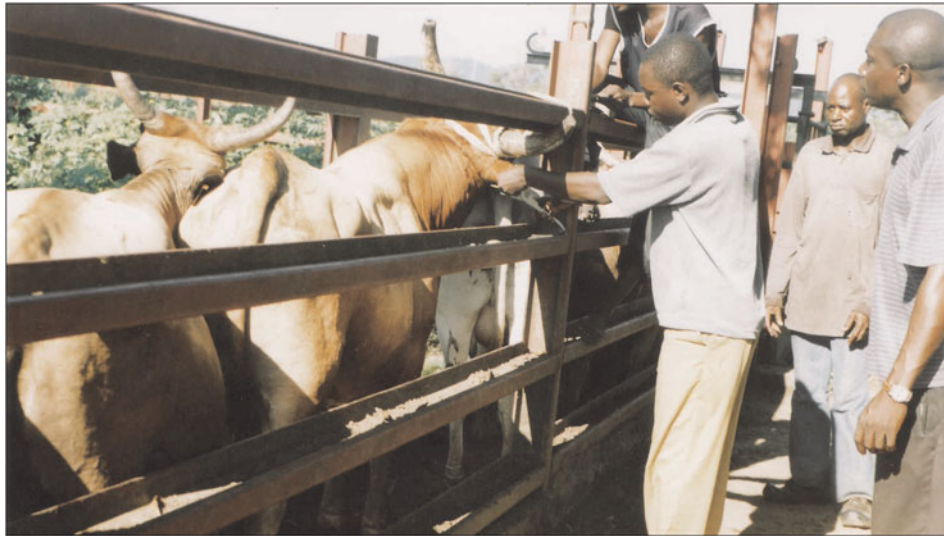
Meyer et Yesso (Yesso *et al.*, 1991) trouvent pour la race Baoulé un poids équivalent à 64% du poids adulte. Pour les N'Dama les mêmes auteurs observent une puberté à 60% du poids adulte. Il faut aussi souligner que tous les facteurs influant la croissance (potentiel génétique, alimentation et environnement) influencent beaucoup l'âge à la puberté.

Les génisses N'Dama nées en saison des pluies ont été plus précoces ($461,2 \pm 33$ jours) avec un poids de $184,6 \pm 21$ kg, contre 767 ± 22 jours et $191,8 \pm 21$ kg en saison sèche. La durée du cycle oestral qui se définit comme étant l'intervalle entre deux oestrus consécutifs a été de $21,6 \pm 0,6$ jours. L'acte a durée 10 h 34 ± 1 h 15. La durée de la gestation était de $281,3 \pm 5$ jours (Tableau 2).

Il était également défini une répartition mensuelle de 352 vêlages (relatifs à tous les animaux nés au cours de la période d'étude), et la saison de conception que l'on situe autour de 9 mois avant la mise bas. 46% des veaux avaient été conçus au cours de la période de 3 mois



Photographie a



Photographie b

précédant les pluies. Le nombre de veaux nés par mère reproductrice a été de 0,8 veau (le pouvoir fécondant $F = 365/i$ est inférieur à 1, i étant l'intervalle entre 2 vêlages consécutifs, qui était de $456,2 \pm 12$ jours). Ce résultat indique que le troupeau ne donne pas dans cette étude un veau par année. L'âge moyen au premier vêlage calculé pour 149 femelles était de 1528 ± 178 jours, soit $50,2 \pm 9,1$ mois. Ces résultats rejoignent à peu près ceux de certains auteurs. L'intervalle vêlage saillie fécondante ultérieure était de $165,1 \pm 15$ jours, ce qui est aussi très long.

Il s'agit là aussi des données de terrain dont la teneur dépend de la technicité de l'éleveur, les qualités des fourrages et des stress dus aux diverses origines dans les exploitations tenus dans les pâturages naturels.

Il faut aussi reconnaître que certaines génisses n'avaient pas encore atteint leur poids à la première conception. Il leur fallait par conséquent un peu plus de temps pour se remettre du stress de la parturition et reprendre leur croissance avant de recommencer à concevoir. En condition d'élevage extensif, l'accouplement est libre mais il faut penser à surveiller le poids au premier âge.

Tableau 1. Mensurations des mâles et femelles des bovins N'Dama du Congo.

Mensurations morphométriques	Femelles (33)	Mâles (30)
Poids vif, kg	249,7 ± 26,4	255,1 ± 19,8
Hauteur au garrot, cm	111,8 ± 0,9	115,3 ± 1,1
Périmètre thoracique, cm	144,4 ± 1,3	158,2 ± 4,2
Longueur scapulo-ischiiale, cm	140,8 ± 3,2	143,7 ± 3,1
Hauteur au passage des sangles, cm	54,2 ± 0,9	53,7 ± 0,8
Longueur de la tête, cm	43,3 ± 2	45,6 ± 1,5
Largeur de la tête, cm	22,1 ± 0,8	24,7 ± 1
Longueur de la croupe, cm	45,5 ± 0,7	46,3 ± 0,9
Largeur aux hanches, cm	39,9 ± 1,5	38,8 ± 0,8
Longueur du corps, cm	98,2 ± 0,3	103,8 ± 0,9

Dans la bibliographie, les taux de reproduction rapportés sont souvent calculés à partir de concepts différents: certains auteurs basent leurs calculs sur l'ensemble des veaux nés dans le troupeau, c'est à dire les veaux nés vivants, les avortements et les morts nés, tandis que d'autres auteurs considèrent le nombre des veaux vivants pour 100 reproductrices, ce qui correspond en fait au taux de vêlage.

Certains auteurs (Chicoteau *et al.*, 1990; Yesso *et al.*, 1991) considèrent que l'anoestrus lié à la lactation contribuerait à prolonger l'intervalle entre le premier accouplement et la conception et l'intervalle entre les vêlages en général.

Pour ce qui est de nos résultats, le groupage des naissances (la majorité) pendant la saison des pluies pourrait améliorer les résultats notamment dans les taux de naissances, la

Tableau 2. Caractéristiques de reproduction des femelles N'Dama.

Caractéristiques	Période premier oestrus n = 30	Période cycle adulte n = 30
Génisses nées en saison sèche		
Age à la puberté, jours	468,7 ± 26	779 ± 49*
Poids à la puberté, kg	168,8 ± 18	182 ± 16*
Génisses nées en saison des pluies		
Age à la puberté, jours	461,2 ± 33	767 ± 29*
Poids à la puberté, kg	184,6 ± 21	190 ± 17
Vaches en reproduction		
indépendamment de saison		
Durée cycle oestral, jours	21,6 ± 0,6	
Durée de l'oestrus, heures	10 h 34 ± 1 h 15	
Durée de gestation, jours	281,3 ± 5	
Corrélation GMQ – puberté	0,62 ± 0,03	
Gain moyen quotidien, g	162,9 ± 24	
Intervalle entre 2 vêlages, jours	456,2 ± 12	
Intervalle entre vêlage et saillie fécondante, jours	165,1 ± 15	
pouvoir fécondant $F = 365/i$	0,8	

*Différence significative des moyennes entre les 2 périodes au seuil de 5%.

croissance des veaux, et enfin la réduction de l'intervalle vêlage et saillie fécondante. Considérons aussi les insuffisances nutritionnelles qui sont en grande partie responsables du faible nombre de veaux nés par vache par an.

Il nous avait été informé par les éleveurs que les vaches qui n'avaient pas conçu au cours d'une saison de pluies donnée, n'étaient pas fécondées avant la prochaine. Il a été rapporté que ce soit chez les N'Dama ou chez les Baoulé, une influence de la saison au Burkina Faso, en climat de type soudanien, les génisses Baoulé nées en saison sèche et chaude (fin de saison sèche) ont une puberté plus précoce que celles nées en saison sèche et fraîche (début de saison sèche/350 et 446 jours). Les génisses N'Dama au Ghana (climat de type Guinéen) nées en saison de pluie ont également une puberté plus précoce que celles nées en saison sèche (648 et 797 jours).

Caractérisation reproductive des mâles N'Dama au Congo

La puberté chez le mâle est considérée comme étant la période physiologique au cours de laquelle se met en place sa fonction sexuelle et apparaissent les premiers spermatozoïdes (Yesso *et al.*, 1991). Dans cette étude la détermination de l'âge à la puberté a été faite selon l'apparition des premiers spermatozoïdes dans l'éjaculat (Tableau 3).

Dans notre étude la puberté chez les taureaux N'Dama trypanotolérants est atteinte entre 16 et 20 mois, pour un poids de $151,8 \pm 16$ kg. Les disparités concernant l'âge de la puberté observées découleraient du fait des variations de la vitesse de croissance de ces animaux. La connaissance du comportement sexuel des taureaux permet de mettre en place des techniques raisonnées sur le processus morphogénétique du sperme. Les éleveurs nous renseignent que les N'Dama sont très agressifs pendant les montes

Tableau 3. Puberté et Morphologie Testiculaire des mâles N'Dama.

Paramètres	N	X ± Et
Hauteur testiculaire gauche, cm	15	7,8 ± 1,1
Hauteur testiculaire droit, cm	15	7,8 ± 1,2
Circonférence scrotale, cm	15	22,7 ± 2
Age à la puberté, jours	15	536 ± 40
Poids à la puberté, kg	15	151,8 ± 16
Corrélation scrotale – poids	15	0,49 ± 0,1

Et – écart type; N – nombre d'observations.

et l'éjaculation. Ce qui fait souvent échouer les saillies, d'où la baisse de taux de fécondité, entraînant le faible pouvoir fécondant. Les montes naturelles demandent un travail rigoureux d'apprentissage chez les jeunes animaux.

L'évaluation des critères de jugement adaptés que nous avons menée, à savoir le comportement sexuel, la morphologie testiculaire permettrait entre autre de pouvoir établir une sélection sur la fertilité potentielle des candidats reproducteurs.

Les facteurs environnementaux agissant sur la croissance de ces animaux ont une influence sur l'âge à la puberté et sur l'ensemble de l'activité sexuelle. Cependant, selon Chicoteau (1991), en milieu naturel, l'activité sexuelle des taureaux N'Dama ne semble pas être affectée par les températures chaudes de la mi-journée; et le nombre de copulation avec une vache varie de 2 à 6 par jour, selon le nombre de vaches en chaleurs en même temps. Rappelons que l'alimentation est aussi le facteur intervenant, soit directement, soit indirectement en diminuant même la production de la testostérone, à laquelle est liée la concentration de fructose dans le plasma (Chicoteau *et al.*, 1990).



Photographie c

Les résultats observés dans ce présent travail indiquent un bon développement corporel et un potentiel physiologique de reproduction intéressant des animaux N'Dama élevés au Congo. L'étude des caractéristiques spermatozoaires des composantes hormonales et les paramètres biochimiques devraient être envisagés dans les prochaines recherches.

Au reste, l'amélioration de la production fourragère ou une meilleure utilisation des ressources disponibles pourrait contribuer à résoudre les problèmes nutritionnels, qui conditionnent également l'efficacité de l'amélioration des performances.

Conclusion

A travers cette étude, la documentation sur les caractéristiques morphométriques et sur quelques repères de reproduction des mâles et femelles de race N'Dama s'est encore approfondie. L'exploitation des races locales adaptées aux conditions difficiles du milieu constitue une stratégie réelle pour l'amélioration des productions. La trypanotolérance lui confère un avantage exceptionnel et qu'elle doit être l'objet des études approfondies dans les pays au sud du Sahara.

Références bibliographiques

- Bronson, F.H. & Riesman, P.P.** 1986. The biology of puberty. *Biol. Rev.*, 61: 157–195.
- Chicoteau, P., Thiombiano, D., Boly, H. & Cloe, C.** 1990. Contribution à l'étude de la puberté chez les bovins de race Baoulé. *Rev. EMVT.*, 43(4): 535–539.
- Chicoteau, P.** 1991. La reproduction des bovins tropicaux. *Rev. EMVT.*, 167(3/4): 241–247.
- Coulomb, J.** 1976. La race N'Dama. Quelques caractéristiques zootechniques. *Rev. EMVT.*, 29(4): 367–380.
- Diamouangana, J.** 2003. Les perturbations dans les formations végétales du Congo Brazzaville: valeurs indicatrices de quelques variables climatiques. *Annales Univ. M. Ngouabi*, 3(1): 93–101.
- Djabakou, K., Grundler, G., Lare, K. & Koubena, L.** 1991. Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes: N'Dama et baoulé. *Rev. EMVT.*, 44(3): 319–324.
- Ralambofiringa, A.** 1978. Notes sur les manifestations du cycle oestral et sur la reproduction des femelles N'Dama. *Rev. EMVT.*, 31(1): 91–94.
- Yesso, P., Meyer, G. & Doffangui, K.** 1991. Reprise post partum et cyclicité des vaches trypanotolérantes en fonction de la variation saisonnière en région centre de la Côte d'Ivoire. In: Troisième atelier de travail sur la reproduction du bétail trypanotolérant en Afrique de l'ouest et du centre, FAO RAF/88/100: 36–54. Banjul.

Caractérisation phénotypique des populations de poules locales (*Gallus Gallus*) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun

J.C. Fotsa¹, X. Rognon², M. Tixier-Boichard², G. Coquerelle², D. Poné Kamdem³,
J.D. Ngou Ngoupayou¹, Y. Manjeli⁴ and A. Bordas²

¹*Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 2123 Yaoundé, Cameroun;* ²*UMR INRA/AgroParisTech Génétique et Diversité Animales, Bâtiment 211, 78352 Jouy-en-Josas Cedex France;* ³*Station Spécialisée de Recherche Agricole de Mankon, B.P. 125 Bamenda, Cameroun;* ⁴*Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun*

Résumé

La caractérisation phénotypique des populations de poules locales a été réalisée dans la zone forestière humide. Un sous-ensemble de 48 villages répartis dans 16 départements des Provinces du Centre, Sud et Est a été déterminé avec les Agents Vulgarisateurs de Zones (AVZ), à partir duquel 751 sujets adultes ont été échantillonnés, mesurés et photographiés. Les oiseaux du Sud et de l'Est ont des poids similaires voisins de 1 400 g chez les mâles et de 1 160 g chez les femelles, contre 1 665 g et 1 259 g pour les poids respectifs des coqs et des poules du Centre, par ailleurs plus hauts sur pattes. La ponte annuelle déclarée est de 54 œufs au Sud contre 51 au Centre et 49 à l'Est tandis que le taux d'éclosion est généralement supérieur à 80%.

La diversité morphologique est caractérisée par la présence, à faible fréquence (1 à 10%), d'un assez grand nombre de mutations (tarse emplumé, huppe, cou nu, barbe et favoris, frisé, nanisme). En revanche, la mutation « peau jaune » est présente avec une fréquence importante (50 à 60%). La coloration du plumage est très variable, avec une fréquence plus élevée des couleurs noire étendue (locus *E*) et argentée (locus *S*).

Mots-clés: *Cameroun, poules locales, performances, phanérotique, forêt humide*

Summary

Phenotypic characterisation of local chicken populations was undertaken in the humid forest zone. Out of 48 village's subsets sampled by Zonal Extension Agents (AVZ) in the 16 divisions of the Centre, South and East provinces, 751 adult chickens were examined, measured and individual pictures were taken.

Birds from the South and East provinces were similar in body weight at around 1 400 g for males and 1 160 g for females versus 1 665 g and 1 259 g for male and female birds from the Centre, the latter being heavier and larger in size than their counterparts from South and East. Annual egg production calculated from farmers' declarations was higher for birds in South with 54 eggs versus 51 and 49 in Centre and East provinces respectively, while hatchability was generally above 80%.

Morphological diversity was characterized by a low frequency (1–10%) for a rather large number of mutations (feathered shanks, crest, naked neck, muffs and beard, frizzling, dwarfism). In contrast, the 'yellow skin' mutation was present with a high frequency (50–60%). Feather colour was very variable with a high frequency of widespread black (*E* locus) and silver (*S* locus) colours.

Keywords: *Cameroon, local chicken, performances, phaneroptic, humid forest*

Resumen

La caracterización fenotípica de poblaciones locales de gallinas fue llevada a cabo en una zona de bosque húmedo. Se partió de una muestra de 48 subgrupos existentes en pueblos repartidos en 16 departamentos de las provincias del Centro, Sur y Este, donde 751 gallinas adultas fueron muestreadas, medidas y fotografiadas individualmente. Las aves de las provincias del Sur y del Este fueron similares con respecto al peso corporal, alrededor de 1.400 gr. para los machos y 1.160 gr. para las hembras, frente a 1.665 gr. y 1.259 gr. para los machos y las hembras del Centro, estos últimos siendo mayores y de más peso que sus homólogos del Sur y del Este. La producción anual de huevos se calculó en base a la declaración de los criadores, siendo superior para las aves del Sur con 54 huevos, frente a 51 y 49 en las provincias del Centro y Sur, respectivamente; mientras que la capacidad para incubar fue generalmente superior al 80%. La diversidad morfológica estuvo caracterizada por una frecuencia baja (1–10%) para un alto número de mutaciones (tarse emplumado, cresta, cuello desnudo, mechones, barbilla, encrespamiento, enanismo). Por otro lado, la mutación relativa a

la “piel amarilla” estuvo presente con una mayor frecuencia (50–60%). El color del plumaje fue muy variable con una alta frecuencia para el negro extendido (E locus) y el color plata (S locus).

Palabras clave: Camerún, gallinas locales, rendimientos, faneróptica, bosque húmedo

Soumis: 23 L'avril 2007; admis: 11 Le novembre 2008

Introduction

Les volailles locales représentent une activité primordiale en zone rurale pour l'obtention d'un revenu à travers la vente d'œufs et d'oiseaux. Au Cameroun, les populations de poules locales, de faible productivité, représentent 70% du cheptel avicole. Les souches sélectionnées de poulet constituent 24% du cheptel avicole, alors que les autres espèces de volailles représentent 6% (Fotsa *et al.*, 2007a). L'effectif des populations de poules locales est passé de 13 millions en 1990 à plus de 35 millions en 2001 (Ngou Ngoupayou, 1990; INS-Cameroun, 2001). D'après Ngou Ngoupayou (1990) et Agbédé *et al.* (1995), le cheptel national avicole local est tenu par les petites exploitations rurales ayant chacune un effectif moyen de 10 à 13 poulets. La production de la population de poules locales correspond à environ 50% des produits avicoles du pays (Poné, 1998; Telegu Ngandeu et Ngatchou, 2006), la consommation annuelle totale par habitant représentant 1,8 kg à 3,6 kg de viande et 20 œufs. La poule locale joue un rôle important sur la vie socioculturelle pour des cérémonies de mariage, le rejet de la malédiction, la pharmacopée traditionnelle et le maintien de la cohésion sociale au sein des communautés traditionnelles à travers des dons et la réception des visiteurs de marque (Guèye, 1998; Fotsa *et al.*, 2007c). L'élevage de la poule locale demande très peu d'investissement et est une activité économique pour environ 1,6 millions de familles rurales de huit personnes (Poné, 1998). Malgré son importance numérique, la caractérisation phénotypique et génétique de cette population avicole traditionnelle n'a pas été faite de manière systématique dans les différentes zones agroécologiques. Cette étude a pour objectif d'approfondir la connaissance de la diversité génétique des poules locales dans la zone de forêt dense. A plus long terme, cette connaissance devrait contribuer à la lutte contre la pauvreté grâce à une gestion et une valorisation appropriées des ressources génétiques avicoles présentes (Fotsa *et al.*, 2007b).

Matériels et méthodes

Caractéristiques de la zone d'étude

Le périmètre géographique étudié est une zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale (Ambassa-Kiki, 2000) qui couvre les Provinces du Centre, du Sud et de l'Est et représente 47% du territoire national. Elle s'étend sur la majeure partie du plateau sud camerounais entre 500 et 1 000 m d'altitude (Figure 1). Deux saisons de

pluies intercalent les deux saisons sèches dont la première va de mi-juin à août et la deuxième de mi-novembre à mi-mars. La température moyenne est de 23 °C. En saison des pluies, elle varie de 18 à 28 °C et de 16 à 31 °C en saison sèche. L'humidité relative est comprise entre 80 à 85% d'avril à novembre et de 70 à 80% pour le reste de l'année. Cette forte humidité relative est génératrice de rosée pendant les saisons sèches. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1 600 mm avec les valeurs extrêmes allant de 1 500 à 2 000 mm. Les systèmes d'élevage les plus répandus sont les élevages traditionnels avicoles, ovins, caprins, et porcins. Cependant autour de Yaoundé, la capitale, les élevages semi-intensifs et intensifs se développent.

Dispositions générales

De décembre 2003 à Mars 2004, une enquête a été menée dans 16 départements des Provinces du Centre (sauf le Mfoundi qui est la ville de Yaoundé) du Sud (sauf l'Océan qui est dans la zone monomodale) et de l'Est. A l'intérieur de chaque département, 3 villages ont été choisis par les Agents Vulgarisateurs de Zones (AVZ) sur les critères suivants: éloignement suffisant pour limiter les échanges d'animaux, présence d'élevages familiaux de taille suffisante. Deux éleveurs par village ayant chacun au moment de l'enquête un effectif d'au moins sept sujets adultes en âge de se reproduire ont été choisis par les AVZ et interviewés par le même enquêteur suivant un questionnaire rédigé en français et traduit oralement en langue locale si nécessaire. Les femmes ont été interviewées en présence de leur époux. Les informations recherchées portaient d'une part sur le contexte socioéconomique (Fotsa *et al.*, 2007c) et d'autre part sur l'élevage des poules avec relevé des performances de production et de reproduction. L'entretien se terminait par la visite des abris utilisés (Figure 2), la pesée, la description et la photographie individuelle des oiseaux, qui avaient été rassemblés par l'éleveur en prévision de la visite de l'enquêteur. Sur un effectif total de 751 sujets décrits, 94 coqs et 333 poules provenaient de la Province du Centre, 42 coqs et 92 poules du Sud et 49 mâles et 141 femelles de l'Est. Toutes les mesures descriptives et quantitatives ont été prises par le même enquêteur.

Mesures

Chaque sujet a fait l'objet d'une description directe portant sur les caractères phanéroptiques notamment la couleur du barbillon, du lobe auriculaire, de la peau, du tarse et des

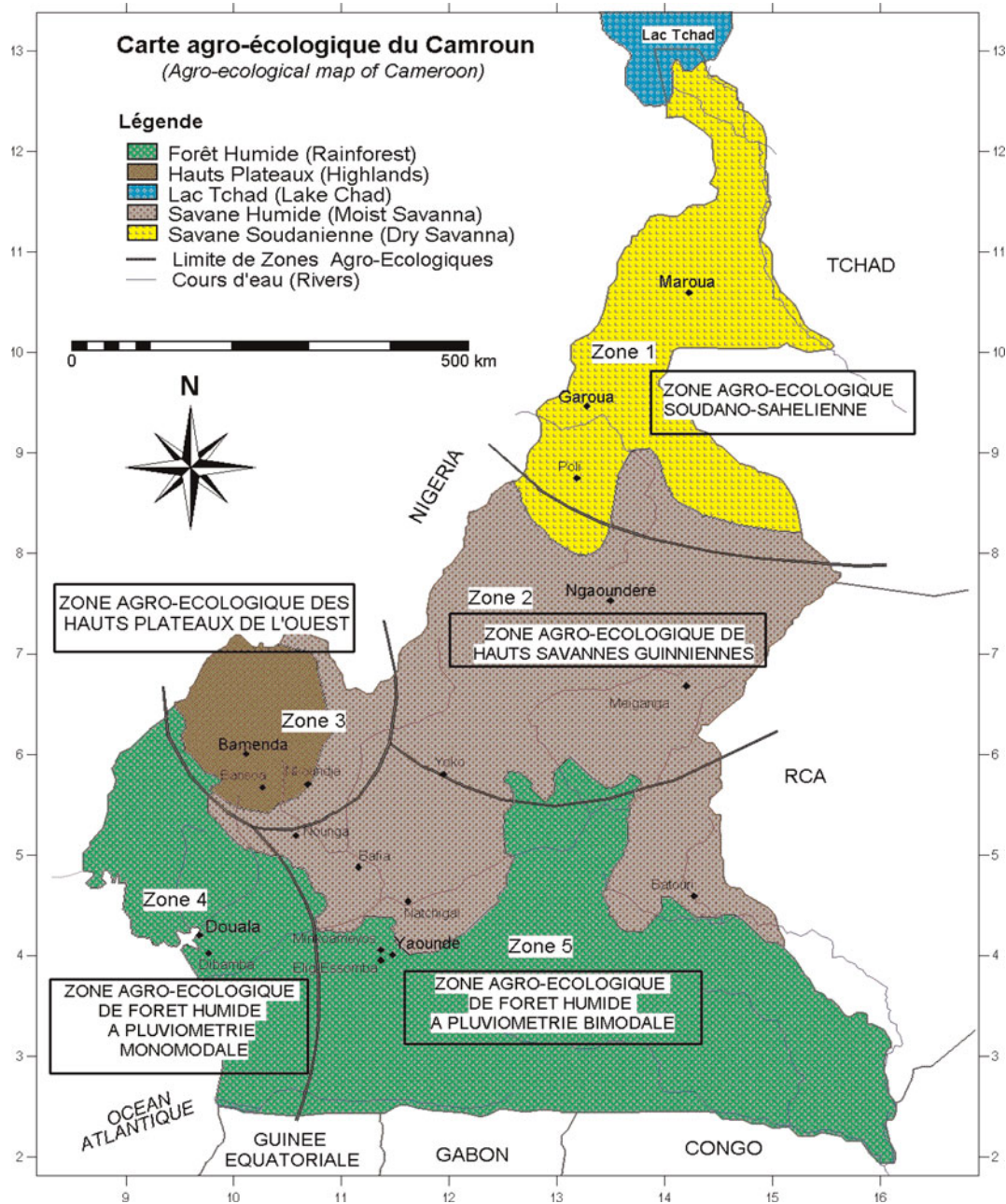


Figure 1. Présentation de la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun (Source: Ambassa-Kiki, 2000).

yeux selon la nomenclature décrite par Coquerelle (2000). Chaque oiseau était photographié afin de réaliser la description précise du plumage en cohérence avec les travaux de Somes (1990), Smyth (1990) et Coquerelle (2000). Sur les 751 animaux observés, 455 ont une photographie interprétable.

Les pesées des œufs par lot de 5 à 10 œufs ainsi que les poids des animaux et les mesures du tarse et des appendices étaient effectuées respectivement avec un peson de 5 kg, un pied à coulisse en fibre de verre à cadran au 1/10 de 15 cm, et une règle graduée. Le nombre d'œufs et les performances de reproduction étaient obtenus à partir des déclarations des éleveurs.

Analyses statistiques des données

Les analyses statistiques descriptives (fréquence moyenne, écart-type) concernant les données qualitatives, comme la couleur de la coquille, ont été faites avec le logiciel SPSS/PC (1996).

Les coefficients de variation ont été calculés par sexe et par province, par le rapport de l'écart type phénotypique à la moyenne phénotypique.

Les données quantitatives (poids corporel, longueur du tarse, diamètre du tarse et longueur du barbillon) ont été soumises à l'analyse de variance portant sur les facteurs Province et sexe à l'aide de la procédure GLM du logiciel



Figure 2. Poulailler de poules traditionnelles dans le Mbam et Kim (Province du Centre).

SAS (2001). Le modèle est ci-dessous décrit:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Province}_i + \text{Sexe}_j + (\text{Province} * \text{Sexe})_{ij} + \varepsilon_{ijk}.$$

μ = moyenne générale de la population

P_i = effets dus aux Provinces (Centre, Sud et Est)

S_j = effets dus au sexe (mâle et femelle)

PS_{ij} = effets de l'interaction de premier ordre (Province * Sexe)

ε_{ijk} = erreur résiduelle de variance σ^2 et de moyenne nulle

La comparaison des moyennes a été faite par un test t appliqué à chaque paire de moyennes des moindres carrés selon l'option PDIFF de la procédure GLM.

Les données recueillies sur déclaration n'ont pas été soumises à l'analyse de variance, en raison de l'importance des facteurs de variation non identifiées.

Les fréquences alléliques de quelques mutations selon qu'elles étaient autosomales ou liées au sexe ont été calculées d'après les formules décrites par Minvielle (1990) en supposant ces populations en équilibre de Hardy-Weinberg. Pour les gènes de coloration, les fréquences phénotypiques ont été comparées par le test de Khi-deux d'homogénéité entre provinces.

Résultats

Performances zootechniques

Poids et mesures corporelles. Sur l'ensemble des provinces étudiées, le poids moyen des coqs est de 1 535 g avec un écart-type de 403 g et celui des poules est de 1 220 g avec un écart-type de 258 g. Le coefficient de variation du poids adulte est plus élevé chez les mâles des provinces du Centre et de l'Est (26 à 27%), mais il est nettement plus faible (12,5%) chez les mâles de la province du Sud. Chez les femelles, le coefficient de variation du poids varie de 14% dans la province du Sud, à 18% dans la province de l'Est et 22% dans la province du Centre. La longueur du tarse montre un coefficient de variation plus faible, de 6% à 10% selon le sexe et la province, et le diamètre du tarse montre un coefficient de variation assez modéré chez les femelles (9% à 11%) et un peu plus élevé chez les coqs (9,5% à 18%). L'analyse de variance ressort un effet très significatif de la province et du sexe pour tous les caractères étudiés, avec une interaction significative entre sexe et province pour tous les caractères sauf le diamètre du tarse (Tableau 1). Les

Tableau 1. Résultats d'analyse de variance pour les poids corporels et les mesures anatomiques: moyennes des moindres carrés avec leur erreur standard par sexe et par province des poules traditionnelles de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Paramètre	Centre		Sud		Est		Test statistique		
	M ± ES	n	M ± ES	n	M ± ES	n	Province (P)	Sexe (S)	P*S
<i>Poids corporel</i>							***	***	**
Mâle	1665 ± 30 ^a	94	1376 ± 45 ^b	42	1422 ± 42 ^b	49			
Femelle	1259 ± 16 ^a	333	1169 ± 30 ^b	92	1162 ± 25 ^b	141			
Dimorphisme sexuel* (%)	24,4		15,0		18,3				
<i>Longueur de tarse</i>							***	***	***
Mâle	11,35 ± 1,16 ^a	94	10,66 ± 0,11 ^b	42	10,79 ± 0,16 ^b	49			
Femelle	9,21 ± 0,05 ^a	333	9,25 ± 0,09 ^a	92	9,35 ± 0,08 ^a	141			
Dimorphisme sexuel (%)	18,9		13,2		13,3				
<i>Diamètre du tarse</i>							***	***	NS
Mâle	1,31 ± 0,02 ^a	94	1,21 ± 0,02 ^b	42	1,29 ± 0,03 ^a	49			
Femelle	1,12 ± 0,01 ^a	333	1,07 ± 0,01 ^b	92	1,09 ± 0,01 ^b	141			
Dimorphisme sexuel (%)	14,5		11,6		15,5				
<i>Longueur du barbillon</i>							***	***	***
Mâle	3,80 ± 0,10 ^a	94	2,56 ± 0,22 ^c	42	3,36 ± 0,21 ^b	49			
Femelle	1,02 ± 0,03 ^a	333	0,85 ± 0,05 ^a	92	0,95 ± 0,04 ^a	141			
Dimorphisme sexuel (%)	73,2		66,8		71,7				

*** P < 0,001; ** P < 0,01; * P < 0,05; NS P > 0,05; M ± E S: Moyenne ± Erreur Standard.

*: le dimorphisme sexuel est calculé par le rapport de l'écart entre les moyennes par sexe à la moyenne des femelles.

^{a, b}: pour le même paramètre et pour le même sexe, les valeurs portant en exposant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement (P > 0,05).

résultats montrent que les animaux du Centre sont plus lourds que ceux de l'Est et du Sud qui ne diffèrent pas entre eux, quelque soit le sexe. Les longueurs de tarse ne diffèrent pas significativement entre provinces chez les femelles alors que les mâles de la province du Centre ont des tarses plus longs que ceux des provinces du Sud et de l'Est. En revanche, il y a un effet de la province sur le diamètre du tarse chez les femelles comme chez les mâles. Les longueurs de barbillons chez les femelles sont très faibles et ne diffèrent pas entre Provinces alors que, chez les mâles, il y a des différences hautement significatives entre provinces d'où l'interaction *Province*Sexe* observée. Le dimorphisme sexuel, défini par l'écart entre sexes rapporté à la moyenne des mâles, est plus grand chez les animaux du Centre pour le poids et la longueur du tarse mais pas pour le diamètre du tarse ni pour la longueur des barbillons (Tableau 1).

Ponte et caractéristiques des œufs. Les productions annuelles par femelle annoncées par les éleveurs sont de 51 œufs au Centre, 54 œufs au Sud et 49 œufs à l'Est réparties en moyenne sur 4 couvées soit environ 13 œufs par couvée dans toute la zone forestière (Tableau 2). Les œufs produits sont utilisés pour la reproduction à 79,1%. Le taux moyen d'éclosion à partir des chiffres annoncés est de 79,7% au Centre, 83,3% au Sud et 89,9% à l'Est. Par poule, le nombre moyen de poussins élevés annuellement est de 19. Le poids moyen des œufs mesurés chez 60 éleveurs parmi les 96 visités est d'environ 44 grammes et ne diffère pas en fonction de la Province. Il n'existe que deux modalités pour la couleur de la coquille : elle est le plus souvent blanc crème et plus rarement brune. Le taux d'œufs bruns est plus élevé dans la province Sud.

Tableau 2. Performances de ponte et de reproduction des poules locales de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale.

Paramètre	Provinces		
	Centre	Sud	Est
<i>Données mesurées</i>			
Poids moyen des œufs (g)	44,0 ± 0,9 ^a	43,5 ± 0,5 ^a	43,2 ± 1,4 ^a
Couleur blanc crème de l'œuf (%)	97,9 ^a	89,5 ^b	100 ^a
Texture mate de la coquille (%)	95,5 ^b	100 ^a	100 ^a
<i>Données déclarées</i>			
Nombre d'œufs / femelle / an	50,9 ± 2,3	54,0 ± 3,9	49,3 ± 2,3
Nombre d'éclosions / femelle / an	3,87 ± 0,17	4	4
Nombre d'œufs incubés par femelle par an	38,4 ± 2,4	44,0 ± 2,6	39,5 ± 1,1
Nombre de poussins éclos / femelle / an	30,6 ± 1,8	36,7 ± 2,3	35,5 ± 0,8
Nombre de poussins élevés / femelle / an	18,2 ± 2,4	19,0 ± 2,1	20,0 ± 1,0
Taux d'éclosion (%)	80	83	90

* a,b: Pour la même variable, les valeurs portant en exposant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$).

La texture des œufs est mate à 100% au Sud et à l'Est tandis qu'au Centre, certains œufs ont une texture brillante (4,6%).

Description phénotypique

La description phénotypique ainsi que l'interprétation génétique des caractères de coloration et de morphologie observés chez les poules locales sont consignées dans les tableaux 3 et 4. Pour chaque caractère observé, on indique d'abord la fréquence du phénotype sauvage, puis les variations observées sont présentées avec le nom du locus contrôlant cette variation. On observe ainsi des couleurs variées pour le tarse. Les sujets ayant de la mélanine dans le derme (locus *ID*) représentent 12,3% de la population totale. Il peut s'agir d'animaux à patte grise représentant le type sauvage (1,2%) ou à patte verte (10,8%), dans ce cas le locus *W* 'peau jaune' est également impliqué. Les pourcentages d'animaux à patte blanche (37,4%) ou jaune (33,8%) sont assez importants et la couleur noire du tarse est observée pour 17% de la population. La fréquence des animaux à tarse jaune apparaît plus faible que celle des animaux à peau jaune car il est possible que la présence de la mutation 'peau jaune' (locus *W*) soit mal détectée chez les animaux ayant des tarses noirs et porteurs de mutations eumélaniques aux locus *E* (extension du noir) et *ML* (mélanotique). L'examen visuel de la peau du corps a permis d'identifier des animaux à peau blanche ou à peau jaune en proportions égales dans la Province du Centre, mais les Provinces du Sud et de l'Est montrent une plus forte proportion d'oiseaux à peau jaune respectivement dans 66,4% et 69% de cas. Dans l'ensemble des provinces, la couleur rouge orangé des yeux est prédominante à 93% contre des proportions identiques de 3,5% pour les couleurs brun noir ou jaune. Les crêtes observées sont de type simple à 98%, le restant se partage entre les crêtes de type rosacé (locus *R*) et pois (locus *P*). Il est observé toutefois chez certaines poules, l'absence de crêtes avec quelques protubérances et la présence de la crête double (locus *D*) chez un certain nombre de coqs.

Par ailleurs, on trouve des phénotypes (Figures 3 à 5) 'tarses emplumés' (locus *PTI*), 'huppé' (locus *CR*) et 'cou nu' (locus *NA*) dans la province du Centre avec des fréquences de l'ordre de 9 à 12% pour l'ensemble des deux sexes (Tableau 4). Le phénotype 'huppé' est également présent dans la province de l'Est mais il est rare dans la province du Sud. Les phénotypes 'tarses emplumés' et 'cou nu' sont bien plus rares dans les provinces du Sud et de l'Est que dans celle du Centre et correspondent à des fréquences alléliques très faibles.

D'autres phénotypes tels que 'barbe et favoris' (locus *MB*) 'nanisme' (locus *DW*) et 'frisé' (locus *F*) sont observés à l'Est avec des fréquences phénotypiques faibles (Figures 4 et 7), le phénotype frisé a été trouvé à une très faible fréquence dans la Province du Centre. Les fréquences

Tableau 3. Examen des poules locales par phénotypes impliquant plusieurs locus dans la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Caractères	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)	Principaux locus impliqués dans la différence par rapport au type sauvage
<i>Couleur du tarse</i>				
Grise	0,7	2,24	1,58	Type sauvage
Blanche	44,73	30,60	25,80	ID
Jaune	31,38	35,82	37,89	ID W
Noire	18,27	14,18	15,26	MI E
Verte	04,92	17,16	19,47	W
<i>Couleur de la peau</i>				
Jaune	49,18	66,42	68,95	ID W
Blanche	50,82	33,58	31,05	ID
<i>Couleur des yeux</i>				
Rouge orange	96,96	88,81	87,37	Type sauvage
Brun noir	2,34	5,22	4,74	BR
Jaune	0,708	5,97	7,89	Non défini
<i>Type de crête</i>				
Simple	98,14	97,01	98,42	Type sauvage
Rosacée	0,70	1,49	0,53	R
Rosacée hérissée	0,70			R HE
Noix	0,23	0,75		R P
Pois	-	0,75		P
Crête double	0,23		1,05	D

Tableau 4. Fréquences phénotypiques et alléliques¹ des gènes à effets visibles examinés lors de l'enquête dans la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Phénotype	Centre		Sud		Est	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Effectif	94	333	42	92	49	141
Emplumement du tarse 'PTI'	11,70 (5,85)	8,11 (4,05)		1,09 (0,55)	4,08 (2,04)	2,13 (1,06)
Huppe 'CR'	3,19 (1,6)	15,02 (7,5)	-	1,09 (0,54)	8,16 (4,08)	11,35 (5,67)
Hétérozygote Cou nu 'NA'	15,96 (7,98)	8,71 (4,36)	-	3,26 (1,64)	2,04 (1,02)	2,84 (1,42)
Barbe et favori 'MB'	-	-	-	-	-	1,42 (0,71)
Frisé 'F'	-	0,30 (0,15)	-	-	2,04 (1,02)	2,84 (1,4)
Nanisme 'DW'	-	-	-	-	2,04 (14,29)	2,13 (2,13)

¹: les valeurs entre les parenthèses représentent les fréquences alléliques alors que les valeurs en gras représentent les fréquences phénotypiques.

alléliques correspondantes pour ce gène 'frisé' (*F*) sont de 0,15% dans le Centre et de 1,4% à l'Est. Par ailleurs on trouve une proportion assez importante de poules ergotées (16,31%) dans la population de poules de la Province de l'Est comparée à celle des autres provinces.

L'analyse des photographies prises sur 455 poulets locaux a permis d'identifier les principaux gènes de coloration du plumage (Figure 6) tels que décrits et présentés dans le Tableau 5. Il ressort qu'il n'existe pas de différences significatives pour les locus identifiés entre les provinces chez les femelles. Chez les mâles par contre, les oiseaux des provinces de l'Est et du Sud se distinguent aux locus *E* et *S* avec des fréquences plus élevées des phénotypes foncés ou argentés par rapport à ceux du Centre (Figure 6).

Choix des reproducteurs dans les élevages

Les éleveurs déclarent ne pas introduire d'animaux commerciaux dans leurs élevages. Lorsque l'éleveur souhaite

renouveler ses reproducteurs, il le fait le plus souvent en utilisant des animaux provenant d'un autre village. A l'Est et au



Figure 3. Coq à tarse emplumé (gène PTI) crête en rose hérissée (gènes R et HE) et botte de vautour (gène *vh*) dans le Nyong et Kellé (Province du Centre).



Figure 4. Une poule huppée (gène CR) naine (gène DW) avec barbe et favori (gène MB) dans la Province de l'Est.



Figure 5. Coq hétérozygote pour la mutation 'cou nu' au locus NA, ayant un plumage doré (allèle sauvage au locus S) et une poule au plumage tout noir (allèle noir étendu au locus E) en divagation dans la Province du Sud.

Sud, 88% et 79% des éleveurs introduisent des animaux venant de villages voisins tandis que dans le Centre l'introduction d'animaux et l'utilisation à l'intérieur d'un même village sont des pratiques d'importance équivalente (56% et 44% respectivement). Les éleveurs déclarent tenir compte des caractères des parents pour choisir, dans leur troupeau, les poussins qu'ils vont garder comme futur reproducteur. Parmi les éleveurs interrogés, plus de 90% des éleveurs du Centre



Figure 6. Coq au plumage noir cuivré (locus E allèle ER) et une poule au plumage blanc récessif (locus C) dans la Province de l'Est.



Figure 7. Poule homozygote frisée (locus F) au plumage tout noir (locus E) dans la Province de l'Est.

et du Sud préfèrent les caractères '*ponte et poids corporel*' et le restant se répartissant entre '*poids corporel*' et '*phénotype*'. A l'Est, les critères portent beaucoup plus sur le '*phénotype*', par rapport aux caractères '*ponte et le poids*' et le '*poids corporel*' respectivement dans 60%, 25% et 15% des cas.

Discussion

Analyse zootechnique comparative

Les comparaisons sont faites avec des études publiées sur des populations locales dans d'autres pays africains ou voisins de l'Afrique. Même si ces études peuvent différer par les effectifs mesurés, la stratégie d'échantillonnage et les conditions de milieu, elles constituent un référentiel pour l'analyse des présents résultats.

Poids et mesures corporelles. Les poids adultes des coqs et poules observés dans la zone d'étude ont des valeurs un peu plus faibles par rapport à celles observées chez la poule (1,3 – 1,8 kg) et jusqu'à 2,5 kg chez le coq dans une étude antérieure réalisée au Cameroun (Ngou Ngoupayou, 1990). La supériorité des poids et de l'épaisseur du tarse des oiseaux de la province du Centre par rapport à ceux des autres provinces peut être due à l'amélioration de la technique d'élevage, avec notamment l'utilisation de compléments alimentaires. De plus, cette province est plus exposée que les autres aux introductions de diverses souches améliorées venant des élevages industriels (INS-Cameroun, 2001). La possibilité de croisements non contrôlés entre les deux populations (locale et sélectionnée) ne peut être totalement exclue, et une étude moléculaire pourrait aider à mettre en évidence ce type d'introgessions. Une étude comparable réalisée chez 65 éleveurs des hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun donne des valeurs de poids corporels très similaires à celles trouvées dans la province du Centre (Keambou, 2006). Les provinces du Centre et de l'Ouest sont limitrophes, la Province de l'Ouest comporte une forte

Tableau 5. Fréquences phénotypiques (%) pour les principaux gènes du plumage observés sur les photos de 455 poules locales (*Gallus gallus*) des forêts humides à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Gènes de plumage	Centre		Sud		Est		Khi-deux ¹	
	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Mâle	Femelle
(E*E + E*R) ²	32,15	24,28	36,99	60,72	38,75	58,82	**	NS
B*B	8,57	19,00	12,33	25,00	16,25	17,65	NS	NS
PG*PG	7,14	0,00	8,22	0,00	11,25	0,00	NS	NS
S*S	5,00	16,00	12,33	25,00	16,25	55,88	**	NS
MO*PI	5,71	4,00	1,37	0,00	5,00	5,88	NS	NS
I*I	10,00	12,00	9,59	7,14	10,00	20,59	NS	NS
C*N/C*N	0,00	1,00	1,37	0,00	0,00	2,94	NS	NS

¹ : ddl = 2; ** p < 0,01; NS P > 0,05; ² Phénotypes eumélaniques.

implantation d'élevages commerciaux, et la possibilité de croisements non contrôlés ne peut être exclue. Cependant, les mesures corporelles réalisées sur les animaux de l'Ouest par Keambou (2006) montrent que les tarsi sont plus courts (6,4 cm chez les poules et 7,8 cm chez les coqs) mais plus épais (1,27 cm chez les poules et 1,55 cm chez les coqs) que chez les animaux de la zone forestière humide. Une étude antérieure réalisée dans les hauts plateaux de l'Ouest avait déjà révélé que les poules locales avaient des tarsi courts dans cette région, de l'ordre de 9,2 cm pour les mâles et de 7,6 cm pour les poules (Fotsa et Poné, 2001). Même si la technique de mesure peut varier entre les différentes études, il semble bien que les poules locales des hauts plateaux de l'Ouest soient plus trapues. L'éventualité d'une introduction de la mutation 'nanisme' (*DW*N*) en provenance d'animaux commerciaux ne peut être totalement écartée dans cette région ; un test moléculaire permettrait de diagnostiquer la présence de cette mutation.

Le dimorphisme sexuel pour le poids corporel et la longueur du tarse est relativement plus important chez les animaux de la province du Centre que chez ceux du Sud et de l'Est, ce qui explique probablement l'interaction Sexe * Province observée.

Les poids adultes des coqs et poules observés dans la zone d'étude sont supérieurs à ceux qui sont observés, dans des conditions d'élevage en divagation, au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998). D'une manière générale, les coefficients de variation du poids corporel trouvés dans cette étude sont importantes et sont de 17,19% (Centre); de 21,19 (Sud) et de 20,68% (Est) chez les mâles et de 23,19% (Centre), de 24,62% (Sud) et de 25,55% (Est) chez les femelles mais elles sont comparables à ce qui a pu être trouvé dans d'autres études (Al-Rawi et Al-Athari, 2002). Il est par ailleurs observé que les performances pondérales des animaux de cette zone d'étude sont supérieures à celles des poulets rapportées en Afrique du Sud (van Marle-Köster et Casey, 2001) et inférieures à celles du poulet « Black Maltese » à Malte (Mallia, 1998).

En ce qui concerne la longueur du tarse, les valeurs observées dans la présente étude sont supérieures à celles

obtenues, d'une part, chez la poule locale au Sénégal par Missohou (1998) et d'autre part, inférieures aux valeurs obtenues chez les poules locales de Tanzanie par Msoffe *et al.* (2001) à l'exception de l'écotype *Ching'Wekwe*. Le développement des barbillons chez le coq est toujours prononcé alors que chez la poule ils sont peu ou pas développés, ce qui différencie ces populations d'une race locale de type méditerranéen comme la *Black Maltese*, où les barbillons sont beaucoup plus développés pour chaque sexe (Mallia, 1998). Les différences de longueur de barbillons sont susceptibles de refléter l'adaptation climatique, car le barbillon est une zone d'échanges de chaleur importante qui joue un rôle dans la thermorégulation.

Ponte et reproduction. Les valeurs moyennes du nombre d'œufs par couvée et le nombre de couvées annuelles observées dans la zone de forêt permettent une production moyenne annuelle d'œufs comparable à celle rapportée dans la Province de l'Ouest au Cameroun (Tchoumboué *et al.*, 2000), mais légèrement supérieure à celle rapportée au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998). Une étude réalisée au Maroc indique une production totale annuelle de 78 œufs, légèrement supérieure à ce qui est observé ici (Benabdeljelil et Arfaoui, 2001). De manière générale, la production annuelle rapportée dans la littérature pour les poules locales varie entre 25 et 150 œufs; le résultat obtenu dans cette enquête se situe plutôt parmi les valeurs faibles de cette gamme de variation. Le poids des œufs trouvé au cours de notre étude est comparable à celui signalé par Tchoumboué *et al.* (2000) dans les hauts plateaux de l'Ouest et par Shanawany et Banerjee (1991) pour certains génotypes *Tikur et Gebsuma* éthiopiens. Cette valeur est intermédiaire entre celles des poids des œufs de la poule Fayoumi et de la Dandarawi d'Égypte qui sont respectivement de 42 et de 48 g (Guèye, 1998). Certains poids (31,7 g) inférieurs à ceux de cette étude ont été trouvés au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998) alors que chez la poule locale iraquienne les valeurs variaient entre 52,5 à 54,9 g (Al-Rawi et Al-Athari, 2002). Les différences de performances relevées par de nombreux auteurs peuvent être dues soit à l'âge des oiseaux, soit à la variabilité génétique de poules locales soumises longtemps à la sélection naturelle, soit au système d'élevage

notamment à l'alimentation, et à la gestion quotidienne des élevages, soit à l'effet combiné de tous ces facteurs (Fotsa et Poné, 2001; Sarkar et Bell, 2006; Fotsa *et al.*, 2007a).

La couleur de la coquille majoritairement observée est le blanc crème, de même qu'au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998), en Afrique du Sud (van Marle-Köster et Casey, 2001) et en Tanzanie (Msoffe *et al.*, 2001). Cette couleur est caractéristique des œufs des poules locales et, associée à sa texture à prédominance mate, marque une différence nette avec les œufs des souches exotiques et des autres espèces. Le déterminisme génétique de ce type de coloration de la coquille n'est pas encore élucidé.

En ce qui concerne les Provinces du Centre et du Sud, le taux d'éclosion est similaire à ce qui a été rapporté par Tchoumboué *et al.* (2000) pour l'Ouest du Cameroun, mais la Province de l'Est présente un taux d'éclosion supérieur. La comparaison avec les résultats publiés pour d'autres pays est difficile en raison du nombre important de facteurs de variation de ce caractère (le taux de fertilisation, les conditions de stockage des œufs, le poids des œufs et l'aptitude de la poule à couver). Les valeurs moyennes publiées varient le plus souvent entre 60 et 90% pour les populations de poules locales en Afrique (Guèye, 1998).

Analyse de la variabilité phanéroptique

Les caractéristiques physiques et qualitatives observées révèlent une multiplicité de coloration du tarse, de la peau et du plumage. Ces résultats concordent avec ceux antérieurement obtenus dans le Nord-ouest Camerounais (Fotsa et Poné, 2001) et dans d'autres pays africains et du Moyen Orient (Kabatange et Katule, 1989; Sonaiya, 1990; Missohou *et al.*, 1998; Msoffe *et al.*, 2001; SAS Institute, 2001; Al-Rawi et Al-Thari, 2002; Bessadok *et al.*, 2003). La variabilité observée est souvent contrôlée par des gènes majeurs (Coquerelle, 2000). L'identification de mutations à effets visibles traduit l'effet de la domestication et l'absence de fixation de ces mutations montre que la population n'est pas standardisée sur le phénotype (Lauvergne *et al.*, 1993). Ainsi, l'Indice de primarité (rapport du nombre de locus polymorphes au nombre total de locus connus pour contrôler les caractères visibles) dans le cas des poules locales du Cameroun est voisin de 1, car pratiquement tous les locus connus ont été trouvés polymorphes, mais avec souvent une fréquence faible de l'allèle muté. La présence de mutations à effets visibles peut aussi apporter des informations spécifiques sur certains caractères adaptatifs à travers le degré d'introgession desdites mutations ou sur l'histoire de la population donnant sa phylogénie à partir de l'analyse moléculaire de son génome.

Caractères relatifs à la coloration. Les différentes couleurs observées sur les tarses sont déterminées par des effets combinés des séries alléliques au locus lié au sexe *ID* ('inhibitor of dermal melanin', 3 mutations récessives

connues, *ID*ID*, *ID*M*, *ID*C*) et au locus autosomal *W* ('wheaten' une mutation récessive connue, *W*W*) qui contrôlent respectivement la présence de mélanines dans le derme du tarse et la présence de pigments xanthophylles dans l'épiderme (Bateson, 1902; McGibbon, 1974). La présence de mutations à ces deux locus, seules ou combinées, expliquent la présence de tarses gris, jaunes ou verts, en proportions variables entre les différentes provinces; en fonction des accouplements réalisés entre les animaux des mêmes villages ou avec des coqs améliorateurs provenant d'autres régions. La présence du phénotype 'peau jaune' avec une fréquence très importante (50 à 69%) pourrait résulter de l'introduction d'animaux importés, à un stade plus ou moins ancien dans l'histoire des populations de la zone forestière du Cameroun. Le caractère 'peau jaune' a également été trouvé avec une fréquence notable (38%) dans la Province de l'Ouest (Keambou, 2006). Cette mutation 'peau jaune' a été introduite en Europe avec les races asiatiques au 19^{ème} siècle, elle est présente chez certains poulets de chair et chez les poules pondeuses Leghorn et Rhode Island Red. Elle est également très fréquente (80 à 90%) dans des lignées de poules locales développées en Irak (Al-Rawi et Al-Athari, 2002).

La couleur des yeux est génétiquement peu étudiée. Elle résulterait des interactions entre des allèles au locus *E* 'extension', *B* 'barring', *ID* 'inhibitor of dermal melanin' et *BR* 'brown-eye' (Mac Arthur, 1933). La couleur rouge orangé des yeux de nos poules, la plus fréquemment observée dans notre étude, correspond au type sauvage.

La couleur du plumage est très variable, mais on observe quelques différences entre provinces. En particulier, les coqs à plumage foncé (allèles *E*E* et *E*ER* au locus 'extension') sont plus fréquents dans les Provinces de l'Est et du Sud, et les animaux porteurs de la mutation 'argenté' au locus *S* sont aussi plus fréquents dans l'Est, et, dans une moindre mesure, dans le Sud. Sur le plan des performances de ponte, la mutation 'argenté' est connue pour améliorer l'efficacité alimentaire en comparaison au type sauvage 'doré' (Mérat *et al.*, 1979), mais les phénotypes foncés (allèles *E*E* ou *E*ER*) sont en général associés à une moins bonne efficacité alimentaire par kg d'œufs. Il est donc possible que les différences de fréquence observée indiquent les préférences des éleveurs quant à l'aspect des animaux plutôt qu'un avantage particulier sur les performances. Ainsi, les animaux argentés sont beaucoup plus rares dans la Province de l'Ouest (Keambou, 2006).

Caractères relatifs à la structure du plumage et aux appendices non emplumés. Certains gènes majeurs jouant sur l'emplumement, le format ou la crête améliorent l'adaptation à la chaleur. Ainsi, les mutations *NA* 'cou nu' et *F* 'frisé' ont, à l'état homozygote, des effets importants sur l'adaptation à la chaleur, en améliorant notamment l'efficacité alimentaire, le poids corporel, la ponte, la masse d'œufs (Mérat, 1986; Haaren-Kiso *et al.*, 1988). Cependant, ces mutations apparaissent peu fréquentes chez les poules locales de la forêt

dense, où la température ambiante n'atteint pas de valeurs extrêmement élevées. Les crêtes simples majoritairement rencontrées dans les tropiques comme dans le cas de la forêt dense humide du Cameroun, non seulement jouent un rôle thermorégulateur pour la déperdition de la chaleur (Van Kampen, 1974) mais favoriseraient un meilleur poids corporel et la ponte des œufs plus gros (Ikeobi *et al.*, 2000).

La présence d'autres mutations peut indiquer un choix préférentiel des éleveurs en l'absence de valeur adaptative démontrée, c'est le cas des phénotypes 'tarse emplumé' (locus *PTI*) 'huppé' (locus *CR*) ou encore 'barbe et favoris' (locus *MB*) (Davenport, 1906; Serebrovsky et Petrov, 1930; cités par Somes, 1990) pour lesquels aucun effet majeur n'a été décrit sur le plan zootechnique, mais qui contribuent à différencier les animaux les uns des autres et peuvent avoir une valeur culturelle. Le phénotype tarse emplumé est assez fréquent (22%) dans la Provinces de l'Ouest (Keambou, 2006), et il apparaît un gradient Est-Ouest pour la présence de ce phénotype (moins de 5% à l'Est, environ 10% au Centre, plus de 20% à l'Ouest). Ce caractère est absent des lignées commerciales, et son origine chez les poules du Cameroun reste à déterminer.

La présence de l'ergot chez la poule est un défaut qui augmente la fréquence d'œufs cassés et occasionne de graves blessures en cas de conflits entre poules (Coquerelle, 2000). Bien que n'influençant pas la ponte ovulaire, ce défaut s'accroît dans les croisements entre poules ergotées et coqs de races légères, et sa fréquence est plus élevée chez les poules méditerranéennes que chez leurs homologues asiatiques ou américaines (Bauer, 1931; Somes, 1990).

Il apparaît donc que les éleveurs souhaitent améliorer les caractères d'intérêt économique tels que le poids et la ponte mais qu'ils tiennent compte aussi du phénotype à cause des considérations socioculturelles et rituelles. Le manque de suivi scientifique de ces choix de reproduction et la coexistence de plusieurs critères de sélection se traduisent pas des fluctuations parfois importantes des fréquences phénotypiques. En effet, les rites et traditions ne tiennent pas compte des caractères adaptatifs et zootechniques associés à ces mutations à l'exemple des gènes *F* et *CR* considérés à tort comme étant des tares, anomalies ou pathologies qui rendent ces animaux désagréables à la vue. Ainsi, certaines mutations peuvent être rares à l'état adulte car les animaux mâles aux phénotypes non désirables seraient, soit abattus pour la consommation, soit utilisés pour des sacrifices rituels. Cela pourrait expliquer la plus grande fréquence de la mutation *CR* (huppe) chez les femelles par rapport aux mâles dans la Provinces du Centre, comme dans la Provinces de l'Ouest (Keambou, 2006). Cette situation d'élimination préférentielle d'un phénotype dans un sexe, pourrait également expliquer la présence plus importante des allèles eumélaniques *E*E* et *E*ER* et de la mutation argentée *S*S* chez les coqs des Provinces du Sud et de l'Est.

Conclusion et perspectives

Les poules locales de la zone de forêt dense humide présentent une diversité phénotypique. La description phanéroptique identifie des gènes à effets visibles dont les interactions donnent un chromatisme plumeux très variable, ce qui confère à cette population de poules une place socioculturelle et rituelle importante. Les gènes à effets visibles ne représentent qu'une faible partie du génome et sont soumis à sélection directe de la part de l'éleveur. Une analyse moléculaire à travers l'usage des marqueurs microsatellites permettra de mieux évaluer la diversité au niveau du génome de la population de poules locales, et de la comparer avec les résultats obtenus dans d'autres populations avec les mêmes marqueurs.

Remerciements

Les auteurs remercient Mr Mbili Oloumé Jean Pierre, Coordonnateur National du Programme National de Vulgarisation et de Recherche Agricoles (PNVRA), pour avoir contribué ardemment à la réalisation de ce travail dans la zone de forêt dense humide. Notre profonde gratitude va à l'endroit des Délégués provinciaux du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et des Chefs des Services Provinciaux du PNVRA, à des Groupes d'Initiatives Communes d'Akam Messi, FETCHA de Tchamongo et FAT 1 de Biakoa pour avoir rendu possible ce travail respectivement dans les départements de la Vallée de Ntem (Sud) et du Mbam et Kim (Centre). Nous remercions sincèrement Madame Talla Marcelline pour son soutien en télécommunication, la famille Fotsa pour son appui permanent. Nous remercions l'INRA et AgroParisTech pour le soutien financier et matériel.

Références

- Agbédé, G.B., Téguia, A. & Manjeli, Y. 1995. Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun. *Tropicicultura*, 13(1): 22–24.
- Al-Rawi, A.A. & et-Athari, A.K. 2002. Characteristics of indigenous chickens in Iraq. *Animal Genetic Resources Information*, 32: 87–93.
- Ambassa-Kiki, L.R. 2000. Caractérisation biophysique succincte des différentes zones agroécologiques du Cameroun, Yaoundé, 1–6.
- Bateson, W. 1902. Experiments with poultry. *Poultry Reproduction Evolution Cons. R. Society*, 1: 87–124.
- Bauer, H. 1931. Untersuchungen an sporentragenden hennen. *Arch. Geflügelkd.*, pp. 341–363.
- Bessadok, A., Khochlef, I. & El-Gazzah, M. 2003. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicicultura*, 21(4): 167–172.
- Benabdeljelil, K. & Arfaoui, T. 2001. Characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flocks of Morocco. Current statement and future outlook. *Animal Genetic Resources Information*, 31: 87–95.
- Coquerelle, G. 2000. Les poules: diversité génétique visible. *INRA*, pp. 181.

- Fotsa, J.C. & Poné, D.K.** 2001. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. *International Network for Family Poultry Development*, 11(2): 13–19.
- Fotsa, J.-C., Bordas, A., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Poné Kamdem, D. & Manjeli, Y.** 2007a. Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances à celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun. *Journées de la Recherche Avicole. (Tours)*, pp. 414–417.
- Fotsa, J.C., Pone, K.D., Manjeli, Y. & Ngou Ngoupayou, J.D.** 2007b. The state of Cameroon rural chickens: production and development perspectives for poverty alleviation. *Ghanaian Journal of Animal Science*, vol. 2 & 3: 175–180.
- Fotsa, J.C., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Ngou Ngoupayou, J.D., Poné Kamdem, D., Manjeli, Y. & Bordas, A.** 2007c. Exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, 55: 59–73.
- Guèye, E.F.** 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*, 54: 73–86.
- Haaren-Kiso, A.V., Horst, P. & Valle-Zarate, A.** 1988. The effect of the frizzle gene (F) for the productive adaptability of laying hens under warm and temperate environmental conditions, In: *Proceedings of the 18th world's Poultry Congress* (Nagoya), 4–9 September 1988, 381–388.
- Ikeobi, C.O.N., Ozoje, M.O., Adebambo, O.A. & Adenowo, J.A.** 2000. Frequencies of feet feathering and comb type genes in the Nigerian local chicken. In Sonaiya, E.B., ed. *Issues in Family Poultry Research and Development*, pp. 220–224. Proceedings of an international workshop, December 9–13, 1997. M'Bour. Senegal.
- INS-Cameroun.** 2001. Institut National des Statistiques: *Note annuelle sur le secteur primaire. Agriculture, élevage, pêche*, pp. 30. Cameroun.
- Kabatange, M.A. & Katule, A.M.** 1989. Rural poultry production system in Tanzania. In Sonaiya, E.B., ed. *Rural poultry in Africa*, pp. 171–176. Proceedings of an international workshop, 13–16 November, Ile-Ife. Nigeria.
- Keambou, T.C.** 2006. *Caractères morphologiques, mensurations corporelles et diversité phylogénétique de la poule locale (Gallus gallus) des hautes terres de l'Ouest Cameroun. Université de Dschang-Cameroun*, pp. 69. (Thèse de Master of Science)
- Lauvergne, J.J., Zafindrajaona, P.S., Bourzat, D., Zeuh, V. & Ngo Tama, A.C.** 1993. Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue, Elev. Méd. Vét., Pays Trop.*, 46(4): 651–665.
- MacArthur, J.W.** 1933. Sex-linked genes in the fowl. *Genetics*, 18: 210–22.
- Mallia, J.G.** 1998. The black Maltese: a Mediterranean, light breed of poultry. *Animal Genetic Resources Information*, 24: 41–48.
- McGibbon, W.H.** 1974. A shank color mutation in Comell randombred S.C. White Leghorns. *Poultry Science*, 53: 1251–1253.
- Mérat, P., Bordas, A. & Coquerelle, G.** 1979. The relationship of several genes suppressing plumage colour with body weight, food intake and feather loss of laying hens. *British Poultry Science*, 20: 587–594.
- Mérat, P.** 1986. Potential usefulness of the Na (naked neck) gene in poultry production. *World's poultry Science Journal*, 42: 124–142.
- Minvielle, F.** 1990. Principes de l'amélioration génétique des animaux domestiques. Paris. *INRA*, p. 213.
- Missohou, A., Sow & Ngwe-Assoumou C.** 1998. Caractéristiques morphobiométriques de la poule du Sénégal. *Animal Genetic Resources Information*, 24: 63–69.
- Msoffe, P.L.M., Minga, U.M., Olsen, J.E., Yongolo, M.G.S., Juul-Madsen, H.R., Gwakisa, P.S. & Mtambo, M.M.A.** 2001. Phenotypes including immunocompetence in scavenging local chicken ecotypes in Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, 33: 341–354.
- Ngou Ngoupayou, J.D.** 1990. Country report on small holder rural poultry production in Cameroon. In *CTA Seminar proceedings on small-holder rural poultry production*, 2: 39–4. 9–13 October 1990. Thessaloniki. Greece.
- Poné, D.K.** 1998. *Poultry management and marketing of its products*, pp. 12. A joint CPDM Sessions Conference. 13–14 August. Bamenda Congress Hall, Cameroon.
- Sarkar, K. & Bell, J.G.** 2006. Potentiel du poulet indigène et son rôle dans la lutte contre la pauvreté et dans la sécurité alimentaire pour les ménages ruraux. *Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale*, 16(2): 16–28.
- SAS Institute.** 2001. Proprietary Software Release, Version 8.02 (Cary, NC, SAS Institute Inc.)
- Shanawany, M.M. & Banerjee, A.K.** 1991. Indigenous chicken genotype of Ethiopia. *Ar Genetic resource Information*, 8: 84–88.
- Smyth, J.R. Jr.** 1990. Genetics of plumage, skin and eye pigmentation in chickens. In Crawford, R.D., ed. *Poultry breeding and Genetics*, pp. 109–168. Elsevier. Amsterdam.
- Somes, G.R. Jr.** 1990. Mutations and major variants of plumage and skin in chickens. In Crawford, R.D., ed. *Poultry breeding and Genetics*, pp. 169–208. Elsevier. Amsterdam.
- Sonaiya, E.B.** 1990. *The context and prospects for development of small-holder rural poultry production in Africa. Proceedings of a seminar on smallholder rural poultry production*, 1: 35–52. Thessaloniki, 9–13 October.
- SPSS.** 1996. Statistical Package for Social Sciences. *SPSS users' guide 10.0*. SAS Institute inc., Cary, NC.
- Tchoumboué, J., Manjeli, Y., Téguia, A. & Ewane, N.J.** 2000. Productivité et effets comparés de trois systèmes de conduite de l'élevage sur les performances de l'aviculture villageoise dans les hautes terres de l'ouest Cameroun. *Science Agronomique et Développement*, 2: 6–14.
- Teleu Ngandeu, E. & Ngatchou, A.** 2006. Première évaluation du secteur avicole au Cameroun: Structure et importance du secteur avicole commercial et familiale pour une meilleure compréhension de l'enjeu de l'influenza aviaire. Projet OSR/GLO/MUL, *Emergency assistance for the control and prevention of avian influenza*, pp. 48. FAO.
- Van Kampen, M.** 1974. Physical factors affecting energy expenditure. In T.R. Morris and B.M. Freeman, eds. *Energy Requirements of Poultry*. British Poultry Science Ltd, Edinburgh.
- Van Marle-Köster, E. & Casey, N.H.** 2001. Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *Animal Genetic Resources Information*, 29: 71–78.

Croissance pondérale et productivité de la poule locale *Gallus domesticus* en élevage fermier au Congo

Akouango Fulbert¹, Bandtaba Pierre² y Ngokaka Christophe³

¹Enseignant chercheur à l'Institut de Développement Rural (IDR) email: fulakri1@yahoo.fr; tél: 2426698519; BP. 69 IDR UMNG.;

²Directeur de recherche au Centre de Recherches Vétérinaires et Zootechniques (CRVZ); email: bantabap@yahoo.fr; tél. 5518750;

³Enseignant chercheur à l'Institut de Développement Rural (IDR) email: ngokaka_christophe@yahoo.fr; tél. 5519956

Résumé

Cette étude fait partie d'une série de travaux en cours dans le cadre du programme de recherche inscrit au laboratoire d'amélioration des productions animales à l'Institut de développement rural, visant l'amélioration des performances du poulet local «Batéké» en station.

L'observation des poids à chaque pesée, indique une dynamique de croissance pondérale significative. Le poussin qui naît avec $28,38 \pm 2,3$ g multiplie son poids par 4,2 au bout d'un mois, en atteignant $119,3 \pm 10$ g ($td > 3$). Les coquelets croient plus rapidement que les poulettes. A 3 mois ils atteignent $770,51 \pm 94,35$ g et $563,9 \pm 43,2$ g; à 6 mois, 1462 ± 118 g et $993,43 \pm 99$ g respectivement ($td > 4$). La production des œufs par mois a atteint $13,4 \pm 0,2$ œufs avec un taux de fécondité de $78,96 \pm 10\%$ et d'éclosion de $71,7 \pm 8,4\%$. Les corrélations positives observées ont été considérées comme linéaires. Les conditions d'élevage et d'alimentation sont des facteurs déterminants pour améliorer les performances du poulet local Batéké, bien apprécié par les populations congolaises et la communauté musulmane vivant au Congo.

Mots-clés: croissance pondérale, productivité, poulet local, Congo

Summary

This study forms part of a series of works in progress within the framework of the research programme registered at the laboratory of livestock production improvement at the Institute of Rural Development. The aim of this research is the improved performance of the indigenous Batéké hen.

The observation of weights at each weighing indicates a dynamic of significant growth. The chick which is born at $28,38 \pm 2,3$ g multiplies its weight by 4,2 one month after, gaining $119,3 \pm 10$ g ($td > 3$). The males grow more quickly than the females: at 3 months they reach $770,51 \pm 94,35$ g and $563,9 \pm 43,2$ g; in 6 months, 1462 ± 118 g and $993,43 \pm 99$ g respectively ($td > 4$). Egg production per clutch reached $13,44 \pm 0,2$ eggs with a fecundity rate of $78,96 \pm 10\%$ and hatchability of $71,7 \pm 8,4\%$. The positive correlations observed were regarded as linear. The conditions of breeding and feeding are determining factors in improving the performance of the indigenous Batéké hen and this is well appreciated by the Congolese population and the Islamic community living in Congo.

Keywords: growth, productivity, indigenous hen, Congo

Resumen

Este estudio forma parte de una serie de trabajos, aún en proceso, dentro del marco de trabajo del programa de investigación registrado en el laboratorio de mejora de la producción ganadera del Instituto de Desarrollo Rural, con el propósito de mejorar el rendimiento de las gallinas locales « Batéké » en estación.

La observación del peso en cada pesada indicó una dinámica significativa de crecimiento. El polluelo que nace con $28,38 \pm 2,3$ gr. multiplica su peso por 4,2 un mes después ($119,3 \pm 10$) gr. ($td > 3$). Los machos crecen más rápidamente que las hembras. Éstos a los 3 meses alcanzan $770,51 \pm 94,35$ gr. y $563,9 \pm 43,2$ gr., y a los 6 meses 1462 ± 118 gr. y $993,43 \pm 99$ gr., respectivamente ($td > 4$). La producción de huevos por nidada alcanzó los $13,44 \pm 0,2$, con una tasa de fecundidad del $78,96 \pm 10\%$ y de eclosión del $71,7 \pm 8,4\%$. Las correlaciones positivas observadas han sido consideradas como lineales. Las condiciones de cría y de alimentación son factores determinantes para mejorar los rendimientos de la gallina local « Batéké », muy apreciada por la población congoleña y por la comunidad musulmana del Congo.

Palabras clave: crecimiento, productividad, gallina local, Congo

Soumis: 11 Le janvier 2006; admis: 27 L'octobre 2009

Introduction

Le solde de l'Afrique subsaharienne est déficitaire en viande de volaille (Tacher et Leteneur, 2000). Les prévisions d'évolution démographique et de croissance

Correspondence to: Akouango Fulbert auteur principal, fulakri1@yahoo.fr, 242 6698519, Université Marien Nguabi Institut De Developpement Rural BP: 69 IDR – UMNG.Congo.

de la consommation individuelle de produits d'animaux montrent que, d'ici 2020, il va falloir produire plus de 100 milliards de tonne de viande dans les pays en voie de développement (Faye et Alary, 2001). Au Congo Brazzaville, 11 273 tonnes de viande de volaille ont été importées en 2002 (FAO, 2004).

La présente étude a pour but la caractérisation de quelques paramètres de croissance pondérale et de reproduction des populations locales de volaille *Gallus domesticus* de phénotype fauve herminé en élevage semi-intensif au Congo Brazzaville. Les populations locales sont constituées d'un génotype leurs permettant de résister au climat difficile, au mauvais type d'alimentation et d'engraissement. Elles peuvent s'améliorer et s'adapter facilement à un élevage semi-intensif avec objectif de valoriser les ressources locales (Gueye, 1998; Tixier-Boichard *et al.*, 2001). La promotion de leurs élevages et l'amélioration graduelle de leurs performances zootechniques peuvent être facteurs à la fois de développement économique et de sauvegarde de la biodiversité (International Livestock Research Institute of Kenya, 1997). Certaines études menées auparavant ont montré que les populations de volailles locales de phénotype fauve herminé (35,25%) sont les plus abondantes suivies des populations de phénotype noir nègre (16,70%). Et que leurs performances en milieu traditionnel varient selon les phénotypes, et ceci avec une grande variabilité (Akouango *et al.*, 2004).

La sécurité alimentaire mondiale étant menacée par des maladies de volaille qui survolent les continents, comme la vache folle, la listériose, la dioxine (Bonny, 2000), et récemment la grippe aviaire du poulet en Asie, en Turquie, l'élevage fermier et la promotion du poulet local Congolais communément appelé Batéké, s'avèrent nécessaires pour contribuer à l'accroissement de la production nationale en viande et en œufs et le protéger comme étant un patrimoine génétique national.

Matériel et méthodes

Mode d'élevage

La présente étude de la dynamique de croissance et de quelques paramètres de productivité du poulet local Batéké a été réalisée dans les conditions du laboratoire de zootechnie du Centre de Recherches Vétérinaires et Zootechniques (CRVZ) à 17 km de Brazzaville au Congo, afin de favoriser l'extériorisation des caractéristiques compétitives d'élevage du poulet local en station.

Durant l'élevage, les poulets ont été logés dans un bâtiment libre à même le sol bétonné, sur une litière de 10 cm, comportant deux compartiments: une poussinière d'une densité de 20 poussins au mètre carré, et un poulailler à 4 poulets au mètre carré. Les éleveurs ont été constituées des ampoules de 100 watts suspendues. Les sujets ont été suivis selon le programme national de prophylaxie établi. Ils ont reçu des

anti-stress, des antibiotiques, des vaccins selon le plan de prophylaxie national.

Régime alimentaire

Deux rations alimentaires ont été mises au point selon les périodes d'élevage. Une ration pour les deux premiers mois, et l'autre pour la période de plus de deux mois (Tableau 1). Le tourteau de soja incorporé à 19% dans la ration 1, était absent dans la ration 2. Les coquilles d'huître ont intégré que la ration 2 à hauteur de 0,73%. La quantité d'énergie métabolisable a atteint 289,4 kcals et 285,2 kcals respectivement dans la ration 1 et 2, tandis que les protéines brutes ont varié de 20,38 g dans ration 1 et 13,6 g dans la ration 2. Compte tenu des difficultés d'approvisionnement en matières premières d'origine animale, les rations utilisées ont été les rations sans protéines animales (spa) (Picard *et al.*, 1993), ou les déficits en acides aminés ont été complétés par leurs homologues de synthèse.

Collecte des données

A partir d'une bande homogène de poules mères de phénotype fauve herminé, d'un sex-ratio de 1 coq pour 10 poules, nous avons pu obtenir une descendance de poussins d'un jour sur lesquels des observations et des pesées ont été effectuées. Les pesées pour l'étude de la croissance pondérale ont été effectuées à partir de l'âge de 15 jours, et ceci chaque mois, jusqu'à 6 mois d'âge aussi bien chez les mâles et chez les femelles. La comparaison de la dynamique de croissance pondérale a été établie chez les coquelets et chez les poulettes à chaque période de pesée. La productivité moyenne a concerné 52 poules mères à travers certains indexes calculés.

Tableau 1. Rations alimentaires.

Ingrédients (%)	Ration A (Jusqu'à 2 mois)	Ration B (3 ^e mois à 6 mois)
Maïs	62,93	70,69
Remoulage	4,84	15,15
Tourteau d'arachide	9,68	10,10
Tourteau de soja	19,36	-
Lysine	0,068	0,22
Méthionine	0,12	0,03
Phosphate tricalcique	2,75	2,78
Coquilles d'huître	-	0,73
NaCl	0,25	0,30
Dans 100 grammes on a:		
Energie métabolisable, Kcal	289,4	285,2
Protéine brute, g	20,38	13,6
Lysine, mg	1016	682,7
Méthionine, mg	426	245,9
Tryptophane, mg	220,7	122,2
Ca, mg	970,2	1213,8
P, mg	810,5	809,1
Na, mg	114,2	160,9

Tableau 2. Dynamique de la croissance pondérale.

Paramètres (en grammes)	Coquelet	Poulette
Poids du poussin d'1 jour (n = 114)		28,38 ± 2,36
Poids du poussin à 15 jours (n = 46)		76,48 ± 13,64
Poids du poussin d'1 mois (n = 102)		119,30 ± 10,04
Poids à 2 mois	461,91 ± 60 (n = 48) a	351,30 ± 64 (n = 52) b
Poids à 3 mois	770,51 ± 94,35 (n = 13) a	563,98 ± 43,22 (n = 18) b
Poids à 4 mois	1052,9 ± 185 (n = 48) a	782,55 ± 77 (n = 52) b
Poids à 5 mois	1239,36 ± 119 (n = 13) a	897,3 ± 95,54 (n = 19) b
Poids à 6 mois	1462,0 ± 118 (n = 48) a	993,43 ± 99,5 (n = 52) b

Pour chaque période de pesée: les moyennes comparées entre les coquelets et les poulettes, affectées des lettres **a** et **b** sont très significativement différentes au test t de student.

Les calculs biométriques ont été effectués à l'aide des logiciels Statview et Excel-XLSTAT (Frontier et Davoult, 2003).

Résultats

La croissance pondérale

La croissance représente en zootechnie l'ensemble des modifications de poids, de forme et de composition anatomique et biochimique des animaux depuis la conception jusqu'à l'âge adulte où à l'abattage.

Par conséquent la croissance pondérale devient ainsi l'accroissement du poids en fonction du temps. Les caractéristiques de la dynamique de croissance pondérale des femelles et des mâles des populations locales de volailles *Gallus domesticus* de phénotype fauve herminé sont données dans le tableau 2.

Le poussin qui naît avec 28,38 ± 2,3 g multiplie son poids par 4,2 au bout d'un mois, en atteignant 119,3 ± 10 g.

A deux mois les coquelets atteignent 461,91 ± 60 g, tandis que les poulettes donnent un poids moyen de 351,29 ± 64 g. La différence étant très significative au test t de comparaison avec un écart de 100 g de poids vif (td = 3,6).

A quatre mois les coquelets dépassent légèrement 1 kg de poids vif (1 052,9 ± 185 g et que les poulettes indiquent 782,55 ± 77,6 kg de poids vif. La différence donne 270 g, très significative (td = 4,1).

Au début de ponte, c'est à dire autour de 6 mois d'âge, les jeunes poules commencent leur production des œufs à un poids avoisinant 1 kg tandis que les coquelets atteignent presque 1,5 kg de poids vif.

Tableau 3. Carcasse et rendement à 6 mois d'âge.

Paramètre	Coquelet	Poulette
Poids vif, g	1462,1 ± 118 (n = 48)	993,43 ± 99,5 (n = 52) a
Poids carcasse, g	1 135,45 ± 103,3 (n = 10)	687,24 ± 75,6 (n = 18) a
Rendement, %	78,43 ± 1,38 (n = 10)	71,49 ± 3,93 (n = 18) a

Le poids de carcasse et le rendement chez les coquelets ont été significativement plus grand que chez les poulettes (Tableau 3). Sur un poids vif de 1 462 ± 118 g obtenu chez les coquelets, le poids carcasse a atteint 1 135,4 ± 103 g avec un rendement de 78,43 ± 1,38%. Chez les poulettes le poids carcasse et le rendement ont atteint 687,2 ± 75 g et 71,49 ± 3,93% respectivement pour un poids vif de 993,43 ± 99 g.

La Productivité

L'observation des 52 poules mères a donné quelques caractéristiques de productivité (Tableau 4). On observe un taux de fécondité de 78,96 ± 10%. Le taux d'éclosion des œufs est de l'ordre de 71,7 ± 8,4% avec un taux de mortalité des poussins autour de 5,24 ± 0,2%, tandis que l'âge au début de ponte indique 6,11 ± 0,02 mois avec un poids moyen de l'œuf de 41,91 ± 3,5 g. Les coefficients de corrélation linéaire entre certains paramètres ont été positifs (Tableau 5). Le poids vif et la carcasse ont été

Tableau 4. Productivité de la poule mère (7 à 8 mois).

Paramètres	Nombre des observations	X ± m
Age début ponte, mois	52	6,01 ± 0,04
Oeuf pondue par mois	50	13,44 ± 0,22
Poids moyen de l'œuf, g	3085	41,91 ± 0,50
Taux de fécondité, %	150	78,96 ± 10,4
Taux d'éclosion des œufs, %	120	62,06 ± 11,02
Poids du poussin d'un jour	114	28,38 ± 2,36
Taux de mortalité des poussins, %	49	5,24 ± 0,22

X = La moyenne arithmétique; ±m = écart type.

Tableau 5. Corrélations linéaires entre quelques paramètres.

Paramètre 1 - Paramètre 2	Corrélations linéaires (r)
Age début ponte - poids de l'œuf	+ 0,38
Nombre d'œufs pondus - poids de l'œuf	+ 0,54
Carcasse - rendement	+ 0,86
Poids vif - carcasse	+ 0,91

Tableau 6. Production parameters of village fowl in Africa (H.F. Gueye, 1998). Paramètres de production des poules villageoises africaines.

Pays	Oeufs/ mois	Clutches/ an	Production des oeufs/poule/an	Poids de l'oeuf(g)	Taux d' éclosion (%)	Poids à maturité (kg)		Référence
						Male	Female	
Benin	-	-	50-100	40	-	Male	Female	Assan, 1990
Burkina Faso	12-18	2,7-3,0	-	30-40	60-90	1,2-1,8	0,7-1,2	Bourzat &
Cameroun	-	-	50-80	30	82	-	-	Saoundens, 1989
Ghana	-	2,5	20	-	72	2,5	1,3-1,8	Ngoupayou, 1990
Mali	8,8	2,1	35	34,4	69,1	-	-	Veluwe, 1987
Maroc	12-20	-	60-80	35,50	70	-	-	Wilson <i>et al.</i> , 1987
Nigeria	10	2-3	-	-	80	-	-	El Houadfi, 1990
Sénégal	8-15	4-5	40-50	40	80	-	-	Sonaiya, 1990a
Soudan	10,9	4-5	50	40,6	90	-	-	Sall, 1990
République-unie de Tanzanie	12-15	3	36	37,9-49,5	-	-	-	Wilson, 1979
Congo	13,4 ± 0,2			41,9 ± 0,5	77,2 ± 0,7	1,4 ± 1	0,9 ± 9	Katuli, 1992 Akouango <i>et al.</i>, 2008

Source: H.F. Gueye. 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*. Vol. 54: 73-85.

fortement positivement corrélés ($r = +0,91$), de même pour la carcasse et le rendement ($r = +0,86$).

Discussion et conclusion

L'étude des performances de reproduction et de la croissance pondérale en type d'élevage semi-liberté, des populations locales de volaille *Gallus domesticus*, de phénotype fauve herminé au Congo Brazzaville a permis de mettre en évidence que le taux de fécondité et le poids moyen de l'œuf entier peuvent être améliorés. On note $78,96 \pm 10\%$ de taux de fécondité et $41,91 \pm 3,5$ g de poids moyen de l'œuf en station contre $66,48 \pm 13\%$ et $35,3 \pm 0,3$ g en élevage traditionnel (Akouango *et al.*, 2004, Nkodia, 1990). En Egypte la poule locale Fayoum extériorise 42 g de poids de l'œuf avec une production de 160 œufs par an, et la race Dandarawi donne 48 g de poids de l'œuf avec 153 œufs par an (Zaza, 1992). Ce qui donne une moyenne de 13 à 14 œufs par mois.

Les corrélations linéaires positives obtenues indiquent que les taux d'éclosion et l'âge au début de ponte sont intimement liés au poids de l'œuf pondue. Ce qui est de même pour le nombre d'œufs pondus et le poids de l'œuf. Au bout d'un mois d'âge le poids vif augmente d'un coefficient de 4,2. A deux mois le poids moyen des coquelets se manifeste d'un décalage positif de 100 g par rapport aux femelles. De quatre à six mois d'âge les mâles prennent rapidement de poids que les femelles avec une différence de près de 500 g ($td = 4,3$). Zaza (1992) indique que les coquelets et les poules de la race locale Fayoum atteignent respectivement 1 950 g et 1 650 g de poids vif, pour la race locale Dandarawi, 1 940 g et 1 780 g. Le tableau 6 donne quelques paramètres de productivité des espèces locales de volaille *Gallus domesticus* dans différents pays d'Afrique (Gueye, 1998).

Ces informations montrent que la productivité et la croissance de la poule locale Batéké en station évoluent de la même

manière que celles des différentes races locales d'Afrique: les coquelets croient plus rapidement que les poulettes.

Les aptitudes de la poule locale Batéké n'étant pas encore extériorisées, les concepts poussins, coquelet, poulette et pondeuse restent encore ambigus quant à la durée de l'élevage d'une part et au produit d'élevage à obtenir d'autre part (œuf ou viande). Le chemin à parcourir est encore très long. La poule locale ayant une croissance très lente, elle atteint 1 kg de poids vif que vers l'âge de six mois. Alors que dans les marchés 1 kg de poids vif est le plus petit poids moyen de carcasse de poulet importé produit au bout de 45 jours.

Références bibliographiques

- Akouango, F., Mouangou, J.F. & Ganongo, G. 2004. Phénotypes et performances d'élevage de populations locales de volailles *Gallus domesticus* au Congo Brazzaville. *Cahiers Agricultures*. Vol. 13: 257-263. France.
- Bonny, S. 2000. Les consommateurs, l'agriculture, la qualité et la sécurité des aliments: une analyse du questionnement des consommateurs et des réponses apportées. *INRA Prod. Anim.* Vol. 13: 287-301.
- FAO, 2004. Banques de données, Agriculture. FAOSTAT. (<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture&language=FR>)
- Faye, B. & Alary, V. 2001. Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. *INRA Prod. Anim.* Vol. 14: 3-13
- Frontier, S. & Davoult, D. 2003. Statistiques pour les sciences de la vie et de l'environnement. Cours et exercices corrigés. Ecole d'ingénieurs. <http://www.dunob.com>
- Gueye, H.F. 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*. Vol. 54: 73-85
- International Livestock Research Institute of Kenya (ILRI). 1997. Bien connaître la diversité génétique pour pouvoir mieux l'exploiter. *Rev. Elev. Populations et Environ*: 7-8
- Nkodia, E. 1990. Situation de l'élevage rural des volailles par les petits fermiers en République Populaire du Congo. In *CTA seminar*

proceedings. Vol. 2: 39–47. Smallholder rural poultry production, Thessaloniki, Grèce.

Picard, M., Sauveur, B., Fenardji, F., Angulo, I. & Mangin, P. 1993. Ajustements technico- économique possibles de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *INRA prod. Anim.* Vol. 6(2): 87–103, 290.

Tacher, G. & Letenneur, L. 2000. Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne, des indépendances à 2020. II. Approche

des échanges par zones sous-régionales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 52(1): 27–36.

Tixier-Boichard, M., Coquerelle, G., Durand, D. & Tordiff, M. 2001. La biodiversité chez les oiseaux domestiques. 4^{ème} journées de la recherche avicole: 27–29, 373–6. Nantes, France.

Zaza, G.H.M. 1992. Poultry and rural development in Egypt. In *Proceedings of the introductory seminar on poultry development policy*, pp. 115–118. Barneveld, the Netherlands.

Caracterización genética de Kappa caseínas y Beta lactoglobulinas del bovino criollo de cuatro comunidades andinas del Perú

E. Veli¹ y E. Rivas^{1,2}

¹Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú. Av. La Molina N° 1981. La Molina. Casilla N° 2791, Lima 12, Perú;

²Jr. Sucre N° 618, San Miguel. Lima 32, Perú

Resumen

En el Perú el bovino criollo cumple un rol importante en la vida de las comunidades altoandinas; es fuente de proteínas y fuerza de trabajo; su leche se comercializa como materia prima o es utilizada para la producción de queso en forma artesanal (“quesillo” o “cachipa”). Los reportes de caracterización molecular de proteínas lácteas en el bovino criollo peruano son escasos y en ausencia de programas de selección y mejoramiento, se está perdiendo la diversidad de ésta raza adaptada localmente, sin aprovechar mejor este recurso zoogenético. Se presentan los resultados de la caracterización genética de kappa caseínas (CSN3) y beta lactoglobulinas (BLG) en poblaciones de bovinos criollos de cuatro comunidades andinas del Perú. Las frecuencias alélicas de la población estudiada fueron: $CSN3^A = 0,590$, $CSN3^B = 0,410$, $BLG^A = 0,400$ y $BLG^B = 0,600$.

Palabras clave: *bovino criollo, kappa caseínas, beta lactoglobulinas, frecuencias alélicas*

Summary

In Peru criollo cattle play an important role in the lives of the communities of the high Andes; they are a source of protein and of labour; their milk is sold as raw material or used to produce cheese by traditional methods (*quesillo* or *cachipa*). Reports of molecular characterization of milk proteins in the Peruvian criollo cattle are scarce, and in the absence of selection and improvement programmes, the diversity of locally adapted criollo cattle is being lost, without greater advantage being taken of this animal genetic resource. The results of genetic characterization of kappa caseins (CSN3) and beta lactoglobulins (BLG) in four populations of criollo cattle from Andean communities in Peru are reported. Allelic frequencies were: $CSN3^A = 0.590$, $CSN3^B = 0.410$, $BLG^A = 0.400$ and $BLG^B = 0.600$.

Keywords: *Criollo cattle, kappa caseins, beta lactoglobulins, allelic frequencies*

Résumé

Au Pérou, les bovins Criollo jouent un rôle important dans la vie des communautés des hautes Andes: ils représentent une source de protéines et de main-d'œuvre; le lait est vendu en tant que matière première ou est utilisé pour la production artisanale de fromage («quesillo» ou «cachipa»). Les rapports sur la caractérisation moléculaire des protéines du lait des bovins péruviens Criollo sont rares; en l'absence de programmes de sélection et d'amélioration, on est en voie de perdre la diversité des bovins Criollo localement adaptés, sans tirer aucun avantage de cette ressource zoogénétique. On présente ici les résultats de la caractérisation génétique des caséines kappa (CSN3) et des lactoglobulines béta (BLG) dans quatre populations de bovins Criollo des communautés andines du Pérou. Les fréquences alléliques de la population prise en considération étaient: $CSN3^A = 0,590$, $CSN3^B = 0,410$, $BLG^A = 0,400$ et $BLG^B = 0,600$.

Mots-clés: *bovins Criollo, caséines kappa, lactoglobulines béta, fréquences alléliques*

Presentado: 18 Mayo 2009; aceptado: 16 Junio 2009

Introducción

La leche contiene seis proteínas principales de las cuales se conocen cuatro tipos de caseínas (representan un 80% del total de proteínas lácteas) y dos tipos de proteínas del suero (representantes del 20% restantes) (Swaisgood,

1992). A nivel molecular se han determinado seis variantes alélicas del gen kappa caseína (CSN3) de carácter codominante, codificadas por genes autosómicos (Formaggioni *et al.*, 1999; Threadgill and Womack, 1990); el genotipo BB del gen CSN3 está relacionado con mejor aptitud de la leche para la producción de queso, asociándose con las características del cuajo (mayor firmeza, menor tiempo de formación), incrementando el rendimiento en la producción de queso (Ng-Kwai-Hang, 1998).

Correspondence to: E. Rivas Seoane, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú. Av. La Molina N° 1981. La Molina. Casilla N° 2791, Lima 12. Perú. email: l.rivasseoane@gmail.com

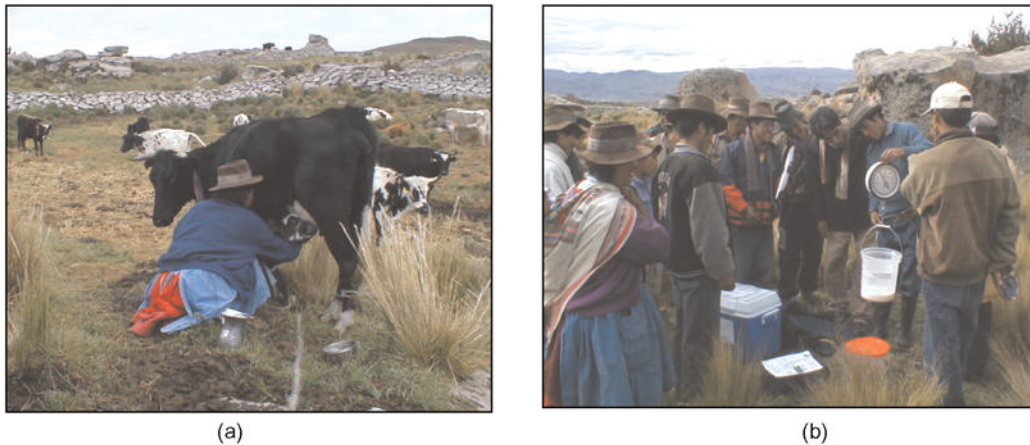


Figura 1. Actividades de pobladores de una comunidad altoandina con bovinos criollos: (a) Ordeño de vaca criolla por método manual en un corral de piedras; (b) Pobladores realizando el control de producción lechera de sus vacas criollas.

Por otro lado, las proteínas del suero son aquellas que permanecen en disolución tras la precipitación ácida de las caseínas y coagulación enzimática; entre éstas, las beta lactoglobulinas (BLG) están controladas cada una por un único locus en genes autosómicos y se han reportado 12 variantes alélicas para este gen, siendo A y B las variantes más frecuentes en los bovinos domésticos (Grosclaude, 1988). En algunas razas bovinas se ha evidenciado un efecto de los alelos del gen BLG sobre la composición de la leche y por ende sus propiedades de procesamiento, incluyendo el rendimiento quesero (Sabour *et al.*, 1993; Ripoli *et al.*, 2003): el alelo A de este gen (BLG^A) está relacionado con una mayor producción de leche y proteína, mientras que el alelo B (BLG^B) se asocia con un alto porcentaje de grasa (Bobe *et al.*, 1999; Ikonen *et al.*, 1999) y un mayor rendimiento quesero al elevar la síntesis de caseínas sobre las proteínas del lacto suero (Bobe *et al.*, 1999; Lunden *et al.*, 1997).

En el Perú el bovino criollo (“chusco”), adaptado a los diversos ecosistemas, cumple un rol importante en la vida de las comunidades altoandinas (Figura 1); es fuente de proteínas, fuerza de trabajo y cotidianamente en estas comunidades se vende el queso producido de forma artesanal, (Rivas *et al.*, 2007). En los bovinos criollos los trabajos de caracterización molecular de proteínas lácteas son escasos (Veli *et al.*, 2004) y en ausencia de programas de selección y mejora para este recurso zoogenético naturalizado, se está perdiendo el potencial que significa sus adaptaciones locales y facilidad para aprovechar mejor los recursos presentes en los ecosistemas a los cuales se ha adaptado (Rivas *et al.*, 2007).

En el marco de las actividades de investigación y caracterización de recursos zoogenéticos de la Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología (SUDIRGEB) del INIA, se identificaron animales criollos en cuatro comunidades de Junín. Presentamos los resultados del genotipado de 108 bovinos criollos para dos proteínas lácteas (kappa caseínas y beta lactoglobulinas), usando la técnica molecular PCR-RFLP.

Materiales y Métodos

Se colectaron muestras de sangre periférica (vena caudal) de 108 bovinos criollos de las comunidades campesinas (CC) de Saños Grande (16), Panti (29), Occoro (28) y Huasapa (35), donde se manejan de forma tradicional (Figura 1). En la Figura 2 se muestra el mapa de las zonas de colecta y en la Tabla 1 los datos de ubicación geográfica.

Genotipado de proteínas lácteas

El material colectado fue procesado en el Laboratorio de Biología Molecular de la SUDIRGEB-INIA. Se extrajo el ADN a partir de linfocitos aislados de muestras de sangre entera con el protocolo de Veli *et al.* (2004). La amplificación de ADN y la digestión del producto amplificado, para la determinación de los genotipos de CSN3 y BLG, se realizaron usando el protocolo descrito por Poli y Medrano (1997).

Kappa caseínas (CSN3)

Para la amplificación del gen CSN3 se utilizaron los primers JK3 y JK5; los amplicones fueron digeridos con la endonucleasa de restricción *Hinf*I (Fermentas). La reacción estándar de PCR de volumen final 25 μ L en tubos 0,2 mL contenía 2 μ L de ADN (40 ng/ μ L) y mezcla de reacción compuesta por: 2,5 μ L buffer 10X, 1,5 μ L MgCl₂ (25 mM), 0,125 μ L Taq polimerasa (5 U/ μ L), 2,5 μ L dNTPs (1 mM), 0,25 μ L de cada primer (10 μ M) y H₂O libre de nucleasas. Las condiciones de PCR fueron: una fase de desnaturalización de 94 °C por 3 minutos; 35 ciclos de 94 °C por 45 segundos, 60 °C por 60 segundos y 72 °C por 60 segundos (termociclador MJ Research PTC-200). La mezcla de digestión enzimática del producto amplificado se incubó por 2 horas a 37 °C y estuvo compuesta por: 15 μ L de ADN amplificado, 0,6 μ L de *Hinf*I (10 U/ μ L), 2,25 μ L de Buffer R y 4,65 μ L de H₂O libre de nucleasas.

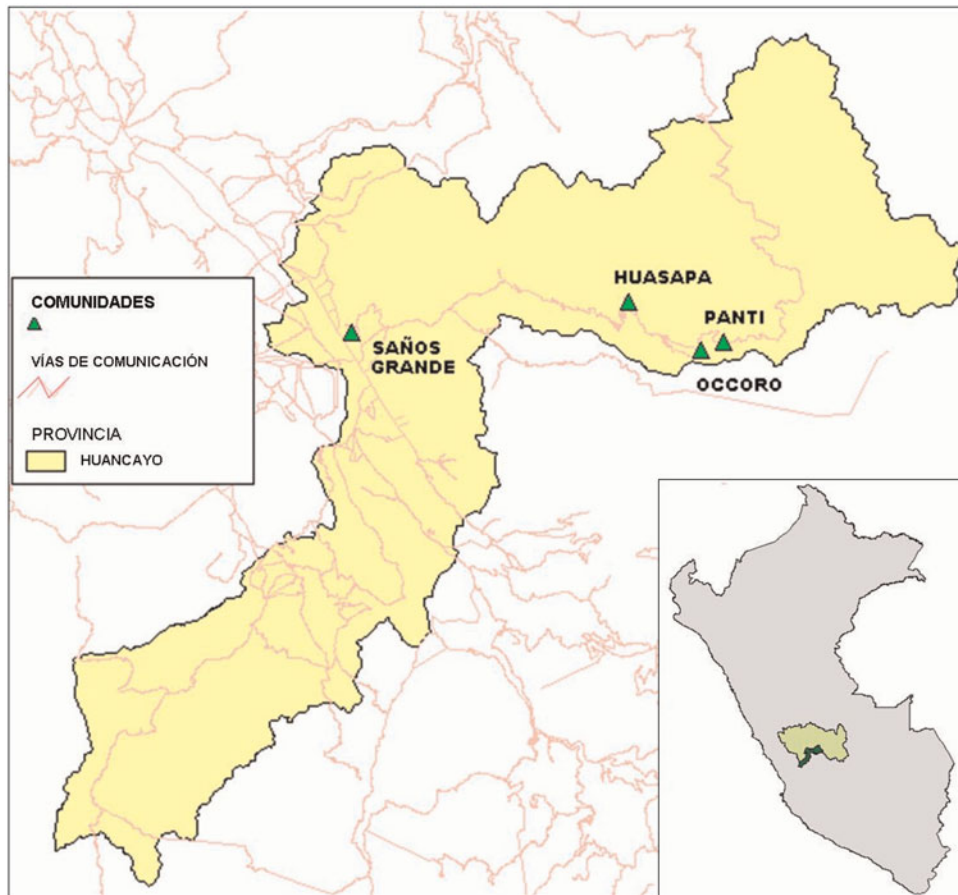


Figura 2. Ubicación georeferenciada de las zonas de muestreo de bovinos criollo de Junín, Perú.

Beta lactoglobulinas (BLG)

Para la amplificación gen BLG se utilizaron los primers BLGP3 y BLGP4; los amplicones fueron digeridos con la endonucleasa de HaeIII. La reacción estándar de PCR de volumen final 25 µL en tubos 0,2 mL contenía 2 µL de ADN (40 ng/µL) y mezcla de reacción compuesta por: 2,5 µL buffer 10X, 1,5 µL MgCl₂ (25 mM), 0,125 µL Taq polimerasa (5 U/µL), 2,5 µL dNTPs (1 mM), 0,75 µL de cada primer (10 µM) y H₂O libre de nucleasas. Las condiciones de PCR fueron: una fase de desnaturalización de 94 °C por 3 minutos; 35 ciclos de 94 °C por 45 segundos, 60 °C por 60 segundos y 72 °C por 60 segundos (termociclador MJ Research PTC-200). La mezcla de digestión enzimática del producto amplificado se incubó por 2 horas a 37 °C y estuvo compuesta por: 15 µL ADN amplificado, 0,36 µL de HaeIII

(10 U/µL), 2,25 µL de Buffer R y 4,65 µL de H₂O libre de nucleasas.

Electroforesis de los fragmentos de restricción

Los fragmentos digeridos con las enzimas de restricción, en ambos casos, fueron separados por electroforesis en gel de agarosa al 3% y visualizados en un transiluminador UV. La lectura de geles se realizó calculando el tamaño de alelos tomando como referencia la migración de fragmentos de un marcador de 50 pb (Fermentas).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de la variabilidad genética se calcularon frecuencias alélicas y genotípicas y el equilibrio

Tabla 1. Ubicación georeferenciada de las zonas de muestreo en las comunidades campesinas de Junín, Perú.

Comunidad Campesina	Provincia	Distrito	Ubicación georeferenciada	
			Latitud	Longitud
Saños Grande	Huancayo	El Tambo	12° 01' 7.716"	75° 13' 30.468"
Panti	Huancayo	Pariahuanca	12° 01' 50.03"	74° 46' 44.3"
Occoro	Huancayo	Pariahuanca	12° 02' 26.41"	74° 48' 23.87"
Huasapa	Huancayo	Pariahuanca	11° 58' 59.95"	74° 53' 34.15"

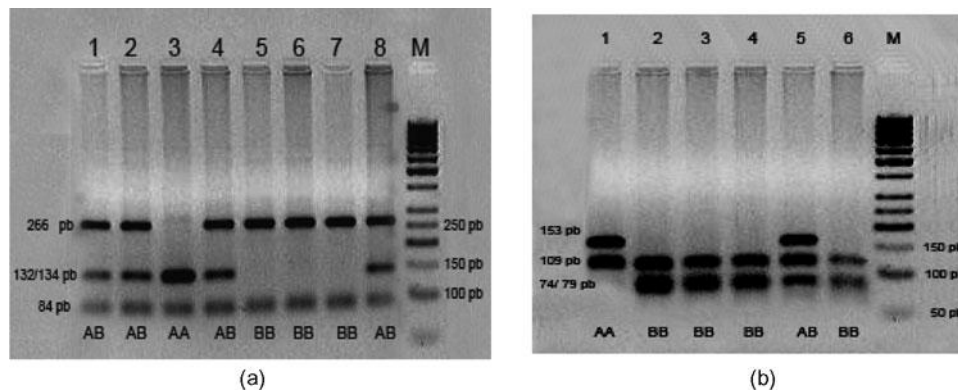


Figura 3. Variantes alélicas para los genes de kappa caseína (a) y beta lactoglobulina (b) en geles de agarosa. (a) En los carriles 1, 2, 4 y 8 se muestran las formas heterocigotas AB para el gen kappa caseína ($CSN3^{AB}$); el carril 3 corresponde a la forma homocigota AA ($CSN3^{AA}$) y las posiciones 5, 6 y 7 a homocigotas BB ($CSN3^{BB}$). El alelo A está representado por fragmentos de 132/134 y 84 pb; el alelo B por 266 y 84 pb; M = marcador 50 pb. (b) En el carril 5 se muestra la forma heterocigota AB para el gen beta lactoglobulina (BLG^{AB}); el carril 1 corresponde a la forma homocigota AA (BLG^{AA}) y las posiciones 2, 3, 4 y 6 a homocigotas BB (BLG^{BB}). El alelo A está representado por los fragmentos 153 y 109 pb y el alelo B por 109 y 74/79 pb; M = marcador 50 pb.

de Hardy–Weinberg (H-W) utilizando el software GenAlex v6.2 (Peakall & Smouse, 2006).

Resultados y discusión

En las kappa caseínas, el producto amplificado y digerido con la endonucleasa de restricción *HinfI* generó tres fragmentos: uno de 266 y 84 pb (presente en alelo $CSN3^B$), otro de 132/134 y 84 pb (presentes en el alelo $CSN3^A$) y en la variante heterocigoto los fragmentos de 266, 132/134 y 84 pb (Figura 3a). En las beta lactoglobulinas, el producto amplificado y digerido con la endonucleasa de restricción *HaeIII* generó tres fragmentos: uno de 109 y 74/79 pb (presentes en el alelo BLG^B), otro de 153 y 109 pb (presentes en el alelo BLG^A) y en la variante heterocigoto los fragmentos 153, 109 y 74/79 pb (Figura 3b).

Kappa caseínas

En la Tabla 2 se muestran los valores de heterocigosidad, frecuencias genotípicas y alélicas para el gen $CSN3$ encontrados en las poblaciones de bovinos criollos de Junín. La heterocigosidad observada (H_o) en la población total fue del 0,46; en la comunidad de Panti se encontró la mayor

H_o (0,55), mientras que en Occoro se encontró una menor H_o (0,36).

En relación a las frecuencias genotípicas en la población total, se encontró mayor frecuencia de heterocigotos ($CSN3^{AB}=046$); la frecuencia de homocigotos $CSN3^{AA}$ fue mayor con respecto a los homocigotos $CSN3^{BB}$ (0,36 y 0,18, respectivamente); sin embargo, las poblaciones de bovinos criollos se encontraron en equilibrio H-W.

En cuanto a las frecuencias alélicas, en la población total la frecuencia del alelo $CSN3^A$ fue mayor (0,59) con respecto a la del alelo $CSN3^B$ (0,41). A nivel de comunidades, las frecuencias del alelo $CSN3^A$ en Huasapa y Occoro fueron similares (0,63 y 0,61, respectivamente) y superiores a las poblaciones de Panti y Saños Grande (0,55 y 0,56, respectivamente). En la Tabla 3, se muestran las frecuencias alélicas para el gen $CSN3$ en otras poblaciones de bovinos criollos. Las frecuencias alélicas encontradas en la población de Junín, Perú, fueron similares a las reportadas por Ripoli *et al.* (1999) para los bovinos criollos Argentinos. Sin embargo, Poli *et al.* (2005) reportan un incremento en las frecuencias del alelo $CSN3^A$ para las poblaciones actuales de bovinos criollos de Argentina, coincidiendo con las frecuencias de los bovinos criollos de Cuba (Uffo *et al.*, 2006) y Colombia (Naranjo *et al.*, 2007). La frecuencia del alelo $CSN3^B$ en la población

Tabla 2. Heterocigosidad, frecuencias genotípicas y alélicas del gen $CSN3$ en bovinos criollos de Junín, Perú.

Comunidad Campesina	N° Animales	Frecuencias genotípicas				Frecuencias alélicas		H-W
		$CSN3^{AA}$	$CSN3^{BB}$	$CSN3^{AB}$		$CSN3^A$	$CSN3^B$	
				H_o	H_e			
Saños Grande	16	0,38	0,25	0,38	0,49	0,56	0,44	N.S.
Panti	29	0,28	0,17	0,55	0,49	0,55	0,45	N.S.
Occoro	28	0,43	0,21	0,36	0,48	0,61	0,39	N.S.
Huasapa	35	0,37	0,11	0,51	0,47	0,63	0,37	N.S.
Total	108	0,36	0,18	0,46	0,48	0,59	0,41	

N.S. = no significativo; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$

Tabla 3. Frecuencias alélicas para el gen CSN3 en diversas poblaciones de vacunos criollos.

País	Frecuencias alélicas		Referencia
	CSN3 ^A	CSN3 ^B	
Argentina	0,585	0,415	Ripoli <i>et al.</i> , 1999
Argentina (actual)	0,700	0,300	Poli <i>et al.</i> , 2005
Colombia	0,680	0,320	Naranjo <i>et al.</i> , 2007
Cuba	0,700	0,300	Uffo <i>et al.</i> , 2006
Uruguay	0,510	0,490	Postiglioni <i>et al.</i> , 2002
Perú (Ayacucho)	0,370	0,630	Veli <i>et al.</i> , 2004
Perú (Junín)	0,590	0,410	

estudiada resultó superior a las frecuencias reportadas en los criollos de Argentina (Ripoli *et al.*, 1999; Ripoli *et al.*, 2005), Colombia (Naranjo *et al.*, 2007) y Cuba (Uffo *et al.*, 2006); pero inferiores a las reportadas en la población de bovinos criollos de Ayacucho, Perú (0,63) (Veli *et al.*, 2004) y del Uruguay (0,49) (Postiglioni *et al.*, 2002). Sería interesante y de utilidad para sentar las bases de un programa de selección de animales asistida por marcadores moleculares, correlacionar la información productiva de los animales portadores del alelo CSN3^B dirigida a mejorar la aptitud de la leche para la producción de queso.

Beta lactoglobulinas

En la Tabla 4 se muestran los valores de heterocigosidad, frecuencias genotípicas y alélicas para el gen BLG encontradas en las poblaciones de bovinos criollos de Junín. En la población total, la Ho fue de 0,36. A nivel de comunidades, en Saños Grande se encontró mayor Ho (0,56) mientras que ésta fue menor para Occoro y Huasapa (0,29 para ambas comunidades).

La frecuencia genotípica en la población total resultó mayor para los homocigotos BLG^{BB} (0,42), seguida de los heterocigotos BLG^{AB} (0,36) y homocigotos BLG^{AA} (0,22). A nivel de comunidades, Occoro mostró la menor frecuencia de homocigotos BLG^{AA} (0,14), mientras que en Saños Grande la frecuencia de este mismo alelo fue mayor (0,38). La frecuencia de homocigotos BLG^{BB} en

Saños Grande fue menor (0,06) y en Occoro resultó mayor (0,57). De las cuatro poblaciones de bovinos criollos estudiadas, la de Huasapa no se encontró en equilibrio H-W.

Respecto a las frecuencias alélicas, en la población total se encontró que la frecuencia del alelo BLG^B (0,6) fue mayor que el alelo BLG^A (0,40); a nivel de comunidades, Saños Grande presentó una mayor frecuencia para BLG^A (0,66), mientras que Occoro mostró una mayor frecuencia para BLG^B (0,71). En la Tabla 5 se muestran las frecuencias alélicas para el gen BLG en otras poblaciones de bovinos criollos. Las frecuencias alélicas para el gen BLG en la población bovina de Junín resultaron cercanas a las reportadas por Poli *et al.* (2005) en los bovinos criollos de Argentina y por Veli *et al.* (2008) en bovinos criollos de tres regiones del Perú; la población de criollos de Cuba (Uffo *et al.*, 2006) muestra la mayor frecuencia del alelo BLG^B, mientras que en los bovinos criollos de Uruguay (Postiglioni *et al.*, 2002) ambos alelos están en proporciones semejantes.

Resumen de los resultados

En las poblaciones de bovinos criollos de las comunidades andinas de Saños Grande, Panti, Occoro y Huasapa (Junín) se encontraron polimorfismos para los genes de kappa caseínas y beta lactoglobulinas. En las kappa caseínas se detectaron los fragmentos 132/134 y 84 pb correspondientes al alelo CSN3^A y fragmentos de 266 y 84 pb correspondientes al alelo CSN3^B. En las beta lactoglobulinas se detectaron los fragmentos 153 y 109 pb correspondientes al alelo BLG^A y los fragmentos 109 y 74/79 pb correspondientes al alelo BLG^B. A nivel de comunidades, Huasapa y Occoro mostraron frecuencias para CSN3^A similares entre si pero mayores a Panti y Saños Grande, similitud que puede estar relacionada con la cercanía entre estas comunidades. Las frecuencias alélicas para BLG^B resultaron similares en las poblaciones de Panti, Occoro y Huasapa; pero muy superiores a las de Saños Grande. Esto puede atribuirse al flujo de genes provenientes por cruza con razas mejoradas en Saños Grande, debido a su cercanía a la capital de la provincia de Huancayo-Junín. Se confirma la presencia del alelo

Tabla 4. Heterocigosidad, frecuencias genotípicas y alélicas del gen BLG en bovinos criollos de Junín, Perú.

Comunidad Campesina	Nº Animales	Frecuencias Genotípicas				Frecuencias Alélicas		H-W
		BLG ^{AA}	BLG ^{BB}	BLG ^{AB}		BLG ^A	BLG ^B	
				Ho	He			
Saños Grande	16	0,38	0,06	0,56	0,45	0,66	0,34	N.S.
Panti	29	0,17	0,41	0,41	0,47	0,38	0,62	N.S.
Occoro	28	0,14	0,57	0,29	0,41	0,29	0,71	N.S.
Huasapa	35	0,26	0,46	0,29	0,48	0,40	0,60	N.S.
Total	108	0,22	0,42	0,36	0,48	0,40	0,60	

N.S. = no significativo; * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001

Tabla 5. Frecuencias alélicas para el gen BLG en diversas poblaciones de bovinos criollos.

País	Frecuencias alélicas		Referencia
	BLG ^A	BLG ^B	
Argentina	0,360	0,640	Poli <i>et al.</i> , 2005
Uruguay	0,490	0,510	Postiglioni <i>et al.</i> , 2002s
Cuba	0,300	0,700	Uffo <i>et al.</i> , 2006
Perú	0,22–0,45	0,55–0,78	Veli <i>et al.</i> , 2008
Perú (Junín)	0,400	0,600	

CSN3^B en frecuencias superiores a 0,37 y del alelo BLG^B con frecuencias superiores a 0,34 en las poblaciones de bovinos criollos de Junín. Se recomienda correlacionar esta información con datos productivos de las vacas criollas a fin de evidenciar algún efecto sobre la composición lechera y asociarla con el rendimiento quesero, lo que permitirá seleccionar animales para realizar mejoramiento genético para el carácter rendimiento quesero.

Lista de Referencias

- Bobé, G., Beitz, C., Freeman, A.E. & Lindberg, G.L.** 1999. Effect of milk protein genotypes on milk protein composition and its genetic parameter estimates. *Journal of Dairy Science*, 82: 2797–2804.
- Formaggioni, P., Summer, A., Malacarne, M. & Mariani, P.** 1999. Milk protein polymorphism: detection and diffusion of the genetic variants in *Bos* genus. <http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1999/formaggioni/formaggioni.htm>
- Grosclaude, F.** 1988. Le polymorphisme génétique des principales lacto-proteins bovines. *INRA Productions Animales*, 1: 5–17.
- Ikonen, T., Ojala, M. & Ruottinen, O.** 1999. Associations between milk protein polymorphism and first lactation milk production traits in Finnish Ayrshire cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 1026–1033.
- Lunden, A., Nilsson, M. & Janson, L.** 1997. Marked effect of B-lactoglobulin polymorphism on the ratio of casein total protein in milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, 80: 2996–3005.
- Naranjo, J., Posso, A., Cárdenas, H. & Muñoz, J.** 2007. Detección de variantes alélicas de la kappa-caseína en bovinos Harton del Valle. *Acta Agronomica*, http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-6872329/Deteccion-de-variantes-alelicas-de.html#abstract
- Ng-Kwai-Hang, K.F.** 1998. A review of the relationship between milk protein polymorphism and milk composition/milk production. *International Dairy Federation*, 9702: 22–37.
- Peakall, R. & Smouse, P.E.** 2006. GENALEX 6: Genetics analysis in Excel. Population genetics software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6: 266–295.
- Poli, M. & Medrano, J.F.** 1997. Informe final del Proyecto Desarrollo de un rodeo AA y otro BB para capa-caseína y b-lactoglobulina de vacas lecheras, para mejorar la calidad de la leche para la producción de quesos. Department of Animal Science. University of California, Davis. USA.
- Poli, M., Holgado, F.D. & Rabasa, A.E.** 2005. Frecuencias genotípicas y alélicas de los genes de CSN3 y lactoglobulina B en un rodeo de bovinos Criollos en Argentina. *Veterinaria (Montevideo)*, 40: 44–48.
- Postiglioni, A., Rincón, G., Nelly, L., Llambi, S., Fernández, G., D'Angelo, M., Gagliardi, G., Trujillo, J., de Bethencourt, M., Guevara, K., Castellano, A. & Arruga, M.V.** 2002. Biodiversidad genética en bovinos criollos del Uruguay con marcadores moleculares. *Archivos de Zootecnia*, 51: 195–202.
- Ripoli, M.V., Giovambattista, G., De Luca, J.C., Labarta, F., Echenique, J., Casas, S., Carrizo, E., Sánchez Mera, M. & Dulout, F.N.** 1999. Formación de un plantel base de ganado bovino criollo Argentino para producción lechera. Efecto sobre las frecuencias génicas de los loci de K-caseína, α_{S1} -caseína y prolactina. *Archivos de Zootecnia*, 48: 101–106.
- Ripoli, M.V., Corva, P.M., Antonini, A., De Luca, J.C., Rojas, F., Dulout, F.N. & Giovambattista, G.** 2003. Asociación entre cinco genes candidatos y producción de leche en la raza criolla Saavedreña. *Archivos de Zootecnia*, 52: 89–92.
- Rivas, E., Veli, E., Aquino, Y., Rivas, V., Pastor, S. & Estrada, R.** 2007. Acciones para la caracterización y conservación del bovino criollo peruano (*Bos taurus*). *Animal Genetic Resources Information*, 40: 33–42.
- Sabour, M., Lin, C., Keough, A., Mechanda, S. & Lee, A.** 1993. Effect of selection practiced on the frecuencies of CSN3^{éin} and B-lactoglobulin genotypes in Canadian artificial insemination bulls. *Journal of Dairy Science*, 79: 274–280.
- Swaigood, H.E.** 1992. Chemistry of the caseins. In: *Advanced Dairy Chemistry*, vol. 1: *Proteins* (P.F. Fox, ed.), pp. 63–110. London, Elsevier Applied Science.
- Threadgill, D. & Womack, J.E.** 1990. Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. *Nucleic Acid Research*, 18: 6935–6942.
- Uffo, O., Martín-Burriel, I., Martínez, S., Ronda, R., Osta, R., Rodellar, C. & Zaragoza, P.** 2006. Caracterización genética de seis proteínas lácteas en tres razas bovinas cubanas. *Animal Genetic Resources Information*, 39 15–24.
- Veli, E., Rivas, E., Rivas, V., Gutiérrez, G., Pastor, S. & Altamirano, S.** 2004. Estudio preliminar de la variabilidad genética del gen de kappa caseína en bovinos criollos de la CC Qochapunco, Ayacucho. In: V Simposio Iberoamericano sobre la conservación y utilización de recursos zoogenéticos. UNA, Puno, Perú.
- Veli, E.A., Rivas Seoane, E., Rivas Palma, V., Aquino, Y. & Estrada, R.** 2008. Variabilidad genética del gen de beta lactoglobulina en bovinos criollos de Perú. *Archivos de Zootecnia*, 57: 341–344.

Caracterización etnológica y propuesta del estándar para la raza bovina colombiana Criolla Casanare

H.J. Sastre¹, E. Rodero², A. Rodero³, M. Herrera² y F. Peña²

¹Cátedra de Genética y Mejoramiento Animal, Universidad de los Llanos, Colombia; ²Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba; ³Departamento de Genética, Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, Carretera de Madrid, Km. 396, 14071 Córdoba. España

Resumen

Se ha pretendido caracterizar fenotípica y morfológicamente los efectivos bovinos de raza Casanare del departamento del mismo nombre de Colombia. Para ello, se ha trabajado con 79 animales pertenecientes a tres ganaderías consideradas como aquellas de mayor pureza en sus efectivos. Se han controlado 24 caracteres fanerópticos y 23 morfológicos. A partir de los resultados obtenidos se ha elaborado, por primera vez, el estándar racial de estos animales.

Palabras clave: *Caracterización etnológica, estándar racial, raza bovina Casanare*

Summary

The aim of this study has been to attempt a phenotypic and morphological characterization of the stocks of the Casanare breed of cattle in the department of the same name in Colombia. To this end, we have studied 79 animals belonging to three farms considered to be those with a higher level of breed purity in their stocks. We took into consideration 24 phaneroptic and 23 morphological characteristics. On the basis of the results obtained, we have defined the first ever racial standard for this breed.

Keywords: *Ethnological characterization, racial standard, Casanare cattle breed*

Résumé

L'objectif de ce travail est la caractérisation phénotypique et morphologique des effectifs de la race bovine Casanare du département ayant le même nom en Colombie. Pour cette raison, nous avons étudié 79 animaux de trois fermes où le niveau d'élevage en race pure était plus élevé. Nous avons contrôlé 24 caractères phanéoptiques et 23 caractères morphologiques. A partir des résultats obtenus de notre étude, nous avons élaboré le premier standard de la race de ces animaux.

Mots-clés: *Caractérisation ethnologique, standard de la race, race bovine Casanare*

Presentado: 9 Junio 2005; aceptado: 27 Enero 2009

Introducción

En la bibliografía encontramos muy pocos documentos sobre las razas criollas colombianas; uno de los más divulgados es el publicado por el Banco Ganadero Colombiano bajo la autoría de B.G. Hernández *et al.* (1996).

Las razas bovinas criollas colombianas se caracterizan por su valor genético, insustituible para la producción ganadera en los climas cálidos y húmedos, aportando genes mejorantes de fertilidad y resistencia, importantes en el proceso de adaptación de bovinos sensibles a las duras condiciones tropicales. Su contribución para producir el vigor híbrido ha representado sensibles incrementos en la producción individual de carne y leche, además de los

aumentos en las tasas de fertilidad, supervivencia y resistencia a enfermedades (Hernández *et al.*, 1996).

En la actualidad las razas criollas reconocidas en Colombia como tales, son siete: Blanco Orejinegro (BON), Romosinuano, Costeño con Cuernos, Chino Santandereano, Hartón del Valle, Sanmartinero y Casanareño o Casanare.

La raza bovina Casanare

La raza Casanare, según esos mismos autores, podría ser el descendiente más directo del ganado traído a Colombia por los españoles en la época de la Conquista; esto puede deducirse del parecido fenotípico con los criollos de zonas aisladas de varios países de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay) y del propio aislamiento en que ha permanecido en los departamentos de Casanare y Arauca.

Tabla 1. Número de animales muestreados por sexo y por ganadería.

	El Recreo	Cumay
Hembras	20	27
Machos	20	2
TOTAL	40	29

La raza se desarrolló en el Piedemonte llanero y sabanas inundables del oriente colombiano. Después de 460 años de adaptación al ambiente cálido tropical continúa reproduciéndose en forma extensiva en pasturas de limitada calidad, sobreviviendo en condiciones que oscilan entre sequías e inundaciones, y produciendo inclusive sin suplementación mineral y sin ninguna práctica sanitaria ni de manejo.

La Casanare ofrece un atractivo especial ya que es la única raza criolla que no ha sido uniformada por color y dado que ha estado aislada en regiones retiradas de los centros desarrollados del país, probablemente ha permanecido, más que otras, en estado de pureza racial, libre de influencias de razas foráneas. Esto significa que su variabilidad genética para adaptarse a al medio está intacta, lo cual le confiere un gran valor.

El objetivo de este trabajo es caracterizar faneróptica y morfológicamente los efectivos de bovino Casanare en su situación actual y, según ello, plantear un estándar racial que sirva de base para los programas de conservación y mejora de la raza.

Marco geográfico y situación de la conservación de la ganadería bovina en Casanare

El Departamento de Casanare posee tres regiones fisiográficas definidas y por tanto con impactos diferentes de la ganadería en cada región: son ellas la región de Montaña, el Piedemonte y la Sabana. La raza criolla Casanare constituyó la ganadería regional hasta la primera mitad del siglo XX, período en el cual se inició su cruce principalmente con la raza Cebú de tipo Brahman, empezando así el proceso de disminución de censos hasta tal punto que sólo quedan algunos reductos protegidos por sus propietarios como colecciones vivientes de valor sentimental.

En general, las ganaderías de esta raza se explotan de forma extensiva, con cargas de animales que van de tres a una hectárea por animal. La carencia de registros dificulta el desarrollo de proyectos de selección y mejora. La dotación de infraestructura depende de si la ganadería se ubica en la región de Piedemonte, o de la Sabana. En el primer caso, poseen mangadas y corrales de hierro y cemento, saladeros techados y bebederos fijos. Las de las Sabanas, por el contrario, al estar ubicadas a grandes distancias de los centros de consumo, permanecen sin acceso para vehículos y carecen de infraestructuras.

La mayoría de los productores manejan directamente su explotación, aunque, al tener una formación baja, no se encuentran capacitados para adoptar nuevas tecnologías y modificar los sistemas tradicionales. El absentismo del personal en las fincas va en aumento debido a los problemas de inseguridad. Los datos sobre el inventario de ganado bovino en el departamento (DANE, 2001) lo cifran en 1.009.069 cabezas (incluyendo todas las edades, razas y sexos). Al comparar los datos con los obtenidos por URPA Casanare (1997), se observa una disminución del hato ganadero en más de 200.000 animales en menos de cinco años.

Gran parte de las novillas cebadas entre 450 y 500 kg y con 3–5 años de edad son comercializadas y transportadas en vivo para ser sacrificadas en Bogotá. En las capitales intermedias, el comercio de carne se surte generalmente con vacas viejas. La leche se comercializa cruda en los mismos municipios por medio de intermediarios que recogen el producto en las fincas y lo transporta a los centros de consumo.

Material y métodos

Muestreo

Los controles se llevaron a cabo en el Departamento de Casanare, considerando para su realización las únicas ganaderías que, según versión de los mismos ganaderos, son las que en el departamento aún conservan estos animales en estado de aislamiento racial. Están ubicadas en los municipios de Orocué, San Luis de Palenque y Nunchía, una en cada municipio. Las condiciones inseguras de orden público impidieron visitar los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal, donde “posiblemente” queden todavía algunos hatos o ganaderías con animales criollos.

De las ganaderías visitadas, se eligieron dos (El Recreo y Cumay) para el estudio de los caracteres fenotípicos, teniendo en cuenta las facilidades para el manejo de los animales según su buena dotación de mangas y bretes, que permiten la inmovilización momentánea de los animales para la toma de los datos y muestras.

Se muestrearon según lo expuesto en la Tabla 1 incluyéndose el 100% de las hembras mayores de tres años y los toros que se encontraban como sementales.

Metodología para el estudio de los caracteres

Para los caracteres fanerópticos y morfológicos se contó con una ficha que recoge cada una de las variables y sus tipos codificándolos según la propuesta para pequeños rumiantes por Jordana y Ribó (1991) y Rodero, E. (1994), citados por Hernández (2000) y que ha sido adaptada para los bovinos. De cada carácter se tuvo en cuenta su definición y su variabilidad. Todos fueron registrados

por apreciación visual, sin utilizar técnicas analíticas específicas, aunque siguiendo criterios de confección de estándares raciales, tal y como lo menciona E. Rodero (1994), citado por Hernández (2000). Para la comparación entre sexos, se realizaron pruebas de concordancia de Pearson y ML-X². Para ello se empleó el programa Statistical for Windows 6.0.

Resultados y discusión

Caracterización faneróptica

De la Tabla 2 se deduce que los **caracteres fanerópticos de la cabeza** considerados no se diferencian significativamente entre los dos sexos. ($p > 0,05$), El color del pitón o punta del cuerno más frecuente en la población es el negro (76,2%). El color de la pala o cuerpo del cuerno, encontrado con mayor frecuencia es el blanco con un 54,8%, aunque la presencia de animales con pala oscurecida alcanza el 45,2% de la población.

Ningún animal presentó flequillo o pelos largos en el testuz tal como suele suceder frecuentemente en machos de muchas razas de tipo *Bos taurus*.

Tan sólo un 7,1% de la población muestra las orejas ligeramente inclinadas, lo cual puede ser un signo más de la baja influencia del *Bos indicus* en esta raza.

Los **caracteres que afectan al grado de extensión de la piel** (Tabla 2) son también muy diferenciadores con respecto a los cebuínos. En especial, se destaca la ausencia total en la población de morrillo o giba; pero la mayoría de la población (69%) presenta papada discontinua, lo que supone que conservan ciertos caracteres de adaptación a climas cálidos. En lo que se refiere al pliegue umbilical, el 59,5% de los individuos no lo poseen, estando ausente en mayor medida en las hembras (61,1%) que en los machos (50%).

En cuanto a los **caracteres melánicos**, la pigmentación de ubres y/o escroto suele ser incompleta, así se manifiesta en la totalidad de las hembras y en la mayoría de los machos (66,7%). El pigmento negro afecta con predominancia a las pezuñas y a la mucosa del hocico.

El análisis general muestra que toda la población presenta pelo corto y fino, y la capa suele mostrar una distribución del color uniforme pero discontinua, es decir con concentración del pigmento a nivel periférico (parte distal de las extremidades, orejas, etc) (véase Tabla 3). Se

Tabla 2. Frecuencias relativas de las variables fanerópticas según sexos y en el total de la población ($n = 42$).

Carácter	variable	total	hembras	machos	ML-X ² e	p
Color del pitón (CP)	Blanco	2,4	2,8	0,0	0,43	0,80523
	Caramelo	21,4	22,2	16,7		
	Negro	76,2	75,0	83,3		
Color de la pala (CPA)	Blanca	54,8	52,8	66,7	0,41	0,52236
	Oscura	45,2	47,2	33,3		
Flequillo (FL)	Ausente	100,0	100,0	100,0		
	Presente	0,0	0,0	0,0		
Pigmentación en mucosas (PM)	Sonrosadas	16,7	13,9	33,3	2,23	0,32754
	Negras	73,8	75,0	66,7		
	Oscurecidas	9,5	11,1	0,0		
Pigmentación en pezuñas (PP)	Claras	9,5	8,3	16,7	2,92	0,40454
	Oscuras	4,8	5,6	0,0		
	Negras	71,4	69,4	83,3		
Pigmentación ubres/escroto (PU/E)	Ninguna	2,4	0,0	16,7	8,44	0,01468*
	Alguna	95,2	100,0	66,7		
	Completa	2,4	0,0	16,7		
Papada (P)	Ausente	14,3	16,7	0,0	2,8	0,24599
	Discontinua	69,0	69,4	66,7		
	Continua	16,7	13,9	33,3		
Pliegue umbilical (PU)	Ausente	59,5	61,1	50,0	0,26	0,61043
	Presente	40,5	38,9	50,0		
Morrillo o giba (M)	Ausente	100,0	100,0	100,0		
	Presente	0,0	0,0	0,0		
Longitud del pelo (LP)	Corto	100,0	100,0	100,0		
	Medio	0,0	0,0	0,0		
	Largo	0,0	0,0	0,0		
Finura del pelo (FP)	Fino	100,0	100,0	100,0		
	Medio	0,0	0,0	0,0		
	Grueso	0,0	0,0	0,0		
Características de la capa (CAC)	Uniforme continua	19,0	16,7	33,3	1,34	0,51194
	Uniforme discontinua	76,2	77,8	66,7		
	Compuesta	4,8	5,6	0,0		

*diferencia significativa para - $p < 0,05$.

Tabla 3. Frecuencias relativas de las variables del color de la capa según sexos y en el total de la población ($n = 42$).

Carácter	variable	total	hembras	machos	ML-X ² e	p
Número de Colores (NCS)	Un solo color	11,9	11,1	16,7	4,31	0,11618
	Dos colores	69,0	75,0	33,3		
	Más dos colores	19,0	13,9	50,0		
Color de la capa (CCP)	Jabonero	26,2	30,6	0,0	11,5	0,17745
	Castaño oscuro	33,3	33,3	33,3		
	Castaño	21,4	22,2	16,7		
	Castaño claro	2,4	0,0	16,7		
	Berrendo	4,8	5,6	0,0		
	Rubio	9,5	8,3	16,7		
	Colorado	2,4	0,0	16,7		
Particularidades de la capa (PAC)	Ausente	64,3	69,4	33,3	2,79	0,09465
	Presente	35,7	30,6	66,7		
Bragado (BRA)	Ausente	81,0	88,9	33,3	8,15	0,00432**
	Presente	19,0	11,1	66,7		
Meano (MEO)	Ausente	81,0	88,9	33,3	8,15	0,00432**
	Presente	19,0	11,1	66,7		
Bociblanco (BCO)	Ausente	83,3	80,6	100,0	2,38	0,12293
	Presente	16,7	19,4	0,0		
Lucero (LRO)	Ausente	97,6	100,0	83,3	4,04	0,04432*
	Presente	2,4	0,0	16,7		
Coliblanco (COO)	Ausente	85,7	88,9	66,7	1,7	0,19286
	Presente	14,3	11,1	33,3		
Ojinegro (OJN)	Ausente	95,2	94,4	100,0	0,63	0,42624
	Presente	4,8	5,6	0,0		
Cariblanco (CRB)	Ausente	100,0	100,0	100,0		
	Presente	0,0	0,0	0,0		

*diferencia significativa para - $p < 0,05$ **diferencia significativa para - $p < 0,005$

encontró que el 69% de la población presenta capas con la intervención de dos colores de pelos (negro y rojo). Se aprecia, en general, una predominancia de las capas castañas en diferente grado de intensificación, predominantemente oscuras, y una proporción muy escasa de las capas coloradas.

Este resultado, junto con la mayor incidencia de individuos con pigmentación negra en punta del cuerno, mucosas y pezuñas, induce a pensar que el origen español de la raza criolla Casanare no esté claramente basado en la raza Retinta como se ha sugerido, ya que en ésta no se da pigmentación negra alguna.

No todos los animales poseen capas en un solo fondo. El 64,3% de la población presenta capas con particularidades complementarias blancas.

Las diferencias entre sexos se produce en lo que afecta a la presentación de pigmentos en ubre o escroto y en las particularidades complementarias por manchas blancas en región inguinal y mamaria (“bragado y meano”) o en la frente (“lucero”).

La presencia de particularidades blancas que afectan a la región mamaria, extremo distal de las extremidades y de la cola, puede heredarse de manera conjunta pero independiente a las manchas blancas de la cabeza (Denis y Costiou, 1990), no dándose en ninguno de los casos relaciones de dominancia simple. No hemos encontrado en la bibliografía ninguna relación con el sexo para estos genes.

Por lo que cabría esperar que las diferencias que hemos detectado entre sexos se deban más a efectos aleatorios o de selección del ganadero. En cualquier caso, las particularidades blancas en la cola, extremidades y bragada parecen responder de manera conjunta a la selección.

Caracterización morfológica

De las siete variables morfológicas analizadas para la **región de la cabeza** (Tabla 4), sólo la variable ‘sección del cuerno’ aparece de modo diferente ($p < 0,05$) en machos de hembras; ya que el 88,9% de las hembras poseen sección del cuerno circular, mientras que en los machos esta forma de sección sólo llega a ser del 50%. La población presenta principalmente cuernos en posición opistocero (47,6%), mientras que la posición del cuerno procero, o con inserción por delante del testuz, es minoritaria (9,5%). Hay una gran variedad en la forma de los cuernos; predomina la forma de gancho alto (47,6%).

Creemos de la máxima importancia concretar un modelo de encornadura único, aún, admitiendo las variaciones en la forma, tamaño y sección que puedan producirse como consecuencia del dimorfismo sexual. Más aun, cuando las encornaduras reflejan en gran medida la incidencia de caracteres propios del cebú, es decir, aquellos individuos “acebuzados” podrían mostrar más tendencia a encornaduras en forma semilunar, apariencia que debe evitarse y que afecta en la actualidad a un 26% de la población.

Tabla 4. Frecuencias relativas de las variables morfológicas de la cabeza según sexos y en el total de la población ($n = 42$).

Carácter	variable	total	hembras	machos	ML- X^2_e	p			
Sección del cuerno (SC)	Circular	83,3	88,9	50,0	4,41	0,03566*			
	Oval	16,7	11,1	50,0					
Posición del cuerno (Pcu)	Proceros	9,5	11,1	0,0	1,88	0,39147			
	Ortoceros	42,9	44,4	33,3					
	Opistoceros	47,6	44,4	66,7					
Desarrollo de los cuernos (Dcu)	Grandes	64,3	61,1	83,3	1,37	0,50412			
	Medianos	33,3	36,1	16,7					
	Pequeños	2,4	2,8	0,0					
Tamaño de las orejas (TOR)	Pequeñas	2,4	0,0	16,7	5,14	0,07641			
	Medianas	88,1	88,9	83,3					
	Largas	9,5	11,1	0,0					
Dirección de las orejas (DOR)	Horizontales	92,9	91,7	100,0	0,96	0,32654			
	Caídas	0,0	0,0	0,0					
	Inclinadas	7,1	8,3	0,0					
Perfil cefálico (PERC)	Cóncavo	2,4	2,8	0,0	0,63	0,72868			
	Recto	95,2	94,4	100,0					
	Subconvexo	2,4	2,8	0,0					
	Convexo	0,0	0,0	0,0					
Forma de los cuernos (Fcu)	Espiral	4,8	5,6	0,0	7,46	0,2806			
	Gancho alto	47,6	41,7	83,3					
	Gancho medio	0,0	0,0	0,0					
	Gancho bajo	7,1	8,3	0,0					
	En semiluna	26,2	27,8	16,7					
	En copa	9,5	11,1	0,0					
	Gancho alto	2,4	2,8	0,0					
	En corona	2,4	2,8	0,0					
	En forma lira	0,0	0,0	0,0					
	Órbitas (O)	Nada marcadas	2,4	2,8			0,0	5,35	0,0688
		Poco marcadas	66,7	61,1			100,0		
Marcadas		31,0	36,1	0,0					

*diferencia significativa para - $p < 0,05$.

De igual manera, aunque con menor frecuencia, sería rasgo cebuino las orejas largas y caídas, aspecto muy poco relevante en nuestra población de hembras y que están ausentes en los dos machos reproductores continuadores de la raza.

El perfil cefálico ortoide, según las tradicionales teorías (Castejón, 1948), condiciona otras características de la cabeza tales como encornaduras de implantación ortocera y órbitas prominentes. Los resultados obtenidos para la raza criolla Casanare concuerdan con estos postulados al encontrar órbitas marcadas o discretamente marcadas en la mayoría de los casos (sólo en un 2,4% serían poco marcadas).

Los caracteres del cuello (Tabla 5) resultaron poco variables y ninguno se da de manera diferente entre sexos. Toda la población tiene cuello de mediana longitud; la gran mayoría (97,6%) tiene la línea dorsolumbar recta y no seda muy ensillada. En general, los animales son de vientre algo recogido.

Estos resultados muestran una morfología corporal acorde con animales ortoideos, donde se cuidan los aspectos de interés cárnico conjuntamente con aquellos que permiten una locomoción adecuada bajo sistemas extensivos y que prolongan la vida útil del animal.

No se aprecia gran dimorfismo sexual para estas regiones de **la grupa y las extremidades** en cuanto a los caracteres

considerados. Es destacable que una mayoría importante de la población (80,5%), posee la grupa algo inclinada, lo que determina que las hembras criollas presenten facilidad para el parto.

La gran mayor parte de las hembras (97,1%), se presentaron **ubres** simétricas (Tabla 6), de inserción normal y firme, y con ambos pezones de igual tamaño (94,1%) aunque variables en cuanto su longitud. Existe una incidencia de un 27,6% para la presentación de pezones supernumerarios, indicativo de la falta de selección de la raza en cuestión.

Propuesta de un estándar para la raza criolla Casanare

Una vez contrastada la homogeneidad de las diferentes variables se propone el siguiente estándar racial como modelo de referencia para la conservación y mejora de la raza:

APARIENCIA GENERAL: Animales de pequeño formato y proporciones longilíneas 350–450 kg en hembras y 520–620 kg en machos, con pesos más elevados en bueyes de trabajo. Perfil recto. De cabezas medianas, troncos largos y profundos, y extremidades finas y medianas que le confieren una morfoestructura robusta. Temperamento activo y alerta.

Tabla 5. Frecuencias relativas de las variables morfológicas del cuello, cuerpo y extremidades según sexos y en el total de la población ($n = 42$).

Carácter	variable	total	hembras	machos	ML-X ² e	p
Longitud del cuello (LCU)	Corto	0,0	0,0	0,0		
	Mediano	100,0	100,0	100,0		
	Largo	0,0	0,0	0,0		
Línea dorsolumbar (LD)	Recta	97,6	97,2	100,0	0,31	0,57625
	Poco ensillada	0,0	0,0	0,0		
	Muy ensillada	2,4	2,8	0,0		
Ventre (V)	Muy recogido	2,4	2,8	0,0	1,3	0,52167
	Algo recogido	90,5	88,9	100,0		
	Ventrudo	7,1	8,3	0,0		
Inclinación de la grupa (IG)	Horizontal	12,2	14,3	0,0	2,84	0,24121
	Algo inclinada	80,5	77,1			
	Muy inclinada	7,3	8,6	0,0		
Nacimiento de la cola (NC)	Alto	14,6	14,3	16,7	4,65	0,098
	En línea	56,1	51,4	83,3		
	Entre ísquiones	29,3	34,3	0,0		
Forma de la nalga (N)	Cóncavas	9,5	11,1	0,0	1,65	0,4382
	Recta	88,1	86,1	100,0		
	Suavemente convexa	2,4	2,8	0,0		
Finura de la cola (FC)	Convexa	0,0	0,0	0,0		
	Fina	95,2	94,4	100,0	0,63	0,42624
	mediana	4,8	5,6	0,0		
Tamaño de la borla (BL)	gruesa	0,0	0,0	0,0		
	Pequeña	36,6	34,3	50,0	5,08	0,07887
	Mediana	31,7	28,6	50,0		
Aplomos (APL)	Grande	31,7	37,1	0,0		
	Buenos	95,2	94,4	100,0	0,63	0,42624
	Defec. en un par	4,8	5,6	0,0		
	Defectos ambos	0,0	0,0	0,0		

CABEZA: Mediana, en proporción con el volumen corporal. Cráneo tan ancho como largo, con protuberancia intercornual recta y desprovista de flequillo. Cuernos de implantación algo trasera y gran desarrollo en ambos sexos, en forma de gancho alto con las puntas hacia arriba, de amplia base y sección algo ovalada en los machos pero circular en las hembras, de buen desarrollo en ambos sexos. Órbitas ligeramente manifiestas. Ojos grandes, elípticos y vivos con párpados y pestañas

negras. Orejas muy móviles, cortas y horizontales, con simetría entre los bordes superior e inferior. Cara alargada, más estrecha a nivel de los nasales y hocico mediano.

CUELLO: Mediano y bien proporcionado, más fino en las hembras. Sin morrillo, aunque puede presentarse levemente en los machos. Provisto en ambos sexos de ligera papada discontinua que nace en el mentón y se recoge

Tabla 6. Frecuencias relativas de las variables de la ubre en las hembras.

Carácter	n	Variable	Frec. Relativa
Inserción de la ubre (IU)	35	Mala pendulosa	2,9
		Normal y firme	97,1
		Avanzada en meseta	0,0
Simetría forma de las ubres (SFU)	35	Asimétrica	2,9
		Simétrica	97,1
Tamaño de la ubre (TU)	35	Pequeña	91,4
		Mediana	5,7
		Grande	2,9
Tamaño de los pezones (TP)	35	Pequeños	71,4
		Medianos	22,9
		Largos	5,7
Uniformidad en los pezones (UP)	34	Desigual tamaño	5,9
		Igual tamaño	94,1
Pezones supernumerarios izquierdo (PSI)	29	Cero	86,2
		Uno	13,8
		Dos	0,0
Pezones supernumerarios derecho (PSD)	29	Cero	72,4
		Uno	27,6
		Dos	0,0

en el tercio medio del borde traqueal del cuello, volviendo a pronunciarse desde el último tercio del cuello a la apófisis xifoides del esternón.

TRONCO: Ensanchado y profundo. De costillares arqueados con amplia separación entre las costillas. Pecho amplio. Cruz ligeramente pronunciada, larga y llena que se continua por una línea dorsolumbar recta que se eleva hacia la grupa, la cual es larga, estrecha y algo inclinada. Cola fina, de nacimiento armónico en la misma línea de la grupa, se extiende hasta la altura de los garrones y forma borla de tamaño medio. Vientre algo recogido que muestra un pequeño pliegue umbilical pegado al abdomen.

EXTREMIDADES: Finas, pero fuertes, de longitud media y bien aplomadas. Espalda de buen desarrollo muscular, larga y oblicua, insertada armoniosamente en el tórax. Brazo y antebrazo de mediana longitud y bien musculados. Muslo y pierna de similar longitud, con buena cobertura muscular que se extiende hasta los garrones. Nalga recta. Metacarpos de buen perímetro y pezuñas fuertes, pequeñas, lisas y cerradas.

MAMAS: Simétricas, funcionales y firmes, de buen desarrollo para las condiciones en las que se desenvuelve la raza. Pezones de pequeño a mediano tamaño, correctamente distribuidos y con buena implantación.

GENITALES: Testículos de buen desarrollo y simétricos. Bolsa escrotal constituida por piel fina, flexible. Vaina reducida y proporcionada. Prepucio recogido y con la abertura hacia delante.

CAPA, PIEL Y PELO: Pelo fino, corto y sedoso. Se aceptan todos los colores de capa. La piel suele estar pigmentada, aunque no en la región inguinal y la ubre. En las capas es frecuente el degradado en la cara interna de las extremidades y en la línea ventral. Lo más común es la presencia de pigmento en mucosas, párpados, pezuñas y pitones, pero se acepta también su ausencia.

Conclusiones

El estudio de los caracteres fanerópticos, a partir de datos de todas las regiones y diferenciando machos y hembras,

permite definir por primera vez un estándar racial de estos animales. En cuanto a sus caracteres plásticos, se describe la raza como de perfil ortoide, elipométrica y longilínea de conformación adecuada para la producción de carne en sistemas tropicales. El estudio de los caracteres fanerópticos y morfológicos, separados por sexos, pone de manifiesto un escaso dimorfismo sexual, en contra de lo que se podría esperar en una raza ambiental.

El estudio realizado en este trabajo por el que se caracteriza y se tipifica la raza colombiana criolla Casanare, representa un primer paso, siguiendo las directrices de la FAO, en el proceso de conservación de esta raza minoritaria que se podría catalogar como en extremo peligro de extinción o situación "crítica".

Lista de referencias

- Castejón, R.** 1948. Etnografía. Significación del aloidismo. *Zootecnia* 19–26, año 8 y 9: 51–62.
- DANE.** 2001. Encuesta Nacional Agropecuaria, Resultados. www.dane.gov.co/inf_est/pib.htm.
- Denis, B. y Costiou, P.** 1990. La Robe de la race bovine Normande. Description, considérations génétiques. *Ethnozootecnie*, o 45: 31–46.
- Hernández, B.G., Pinzón, M.E., Huertas, R.H., González, C.R., Martínez, C.G., Gómet, J. y Valderrama, M.** 1996. Ratar bovinas cuoclas. Publicación de Banco, Columbia, 22 pgs.
- Hernández, J.S.** 2000. Caracterización etnológica de la cabras Criollas del sur de Puebla (México). Tesis doctoral, Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.
- Jordana, J. y Ribo, O.** 1991. Relaciones filogenéticas entre razas ovinas españolas obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 6(3): 225–237
- Rodero, E.** 1994. Uso de marcadores genéticos en la caracterización de poblaciones raciales ovinas y caprinas autóctonas de Andalucía en peligro de extinción. Tesis doctoral, Dpto de Producción animal. Universidad de Córdoba, España.
- URPA Casanare.** 1997. *Unidad de registro de producción agropecuaria, Departamento de Casanare.* Boletín anual.

Recent Publication

Livestock keepers. Guardians of biodiversity

FAO Animal Production and Health Paper No. 167

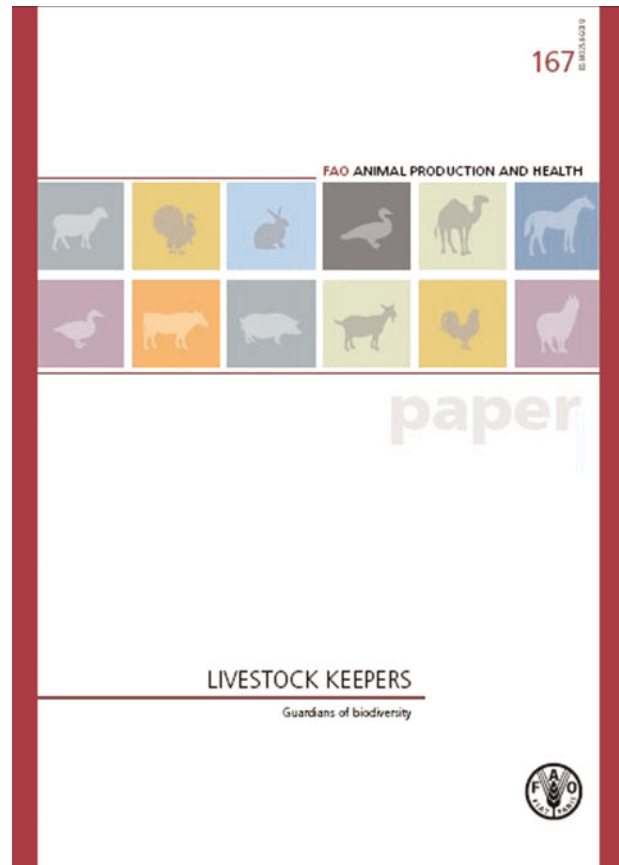
Published in 2009. pp.59

ISBN: 978-92-5-106369-9

Available at <http://www.fao.org/docrep/012/i1034e/i1034e00.htm>

doi:10.1017/S2078633610000767

This publication describes the roles of smallholder farmers and pastoralists in the development, use and conservation of animal genetic resources and of wild biodiversity and cultural landscapes. It highlights the fact that as well as supplying many products and services directly used by humans, livestock often play important roles in the provision of agro-ecosystem services. The creation of mosaic landscapes and wildlife habitats, seed dispersal, fire prevention and nutrient cycling are among the contributions described. The importance of livestock-keeping communities in the creation and development of livestock breeds is outlined, with emphasis being given to social breeding mechanisms, indigenous knowledge, traditional breeding institutions and livestock keepers' breeding goals, breeding management and experimentation. The future prospects for livestock keepers as custodians of livestock diversity are reviewed by considering the reasons why livestock keepers give up their breeds and, conversely, the motivations and incentives that promote ongoing use. Finally, attention is given to means by which the participation of small-scale livestock keepers in the implementation of the *Global Plan of Action for Animal Genetic Resources* can be improved.



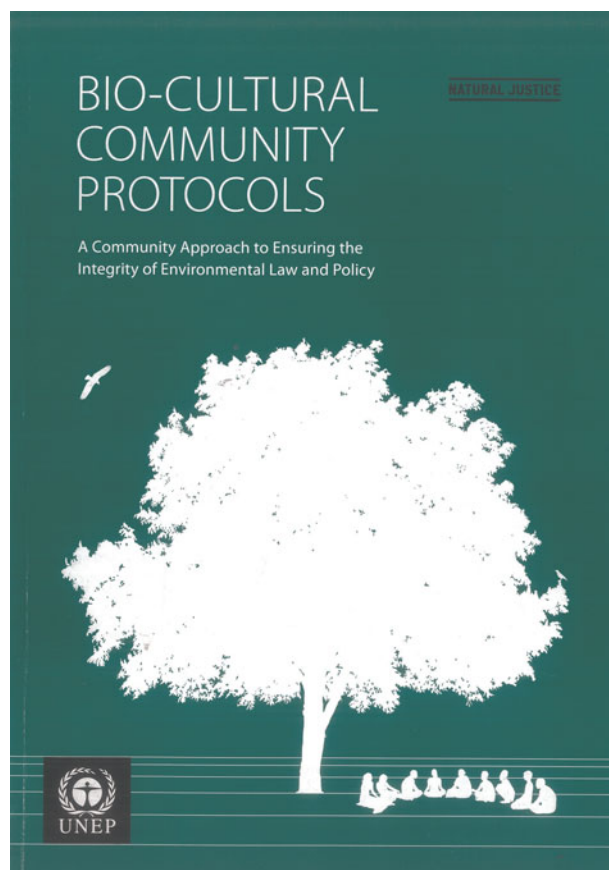
Recent Publication

Bio-cultural community protocols. A community approach to ensuring the integrity of environmental law and policy

K. Bavikatte and H. Jonas (eds.) United Nations Environment Programme and Natural Justice Published in 2009, pp. 88
Available at <http://www.unep.org/communityprotocols/PDF/communityprotocols.pdf>

doi:10.1017/S2078633610000779

This publication describes the application of bio-cultural protocols in a range of environmental legal frameworks. Part I of the book focuses on the Convention on Biological Diversity (CBD) and access and benefit sharing (ABS). Chapter 1 presents a “bio-cultural critique” of the CBD and ABS and of international environmental law in general, highlighting their perceived strengths and weaknesses from a community perspective. It is argued that while the Article 8j of the CBD presents a holistic vision of the protection of biodiversity, the Working Group on ABS has focused on facilitating commercial application of traditional knowledge and genetic resources and on affirming indigenous and local communities’ intellectual property rights over their traditional knowledge and genetic resources. It is further argued that this tendency towards commoditization potentially weakens the cultural and spiritual foundations that underpin the development, sustainable use and conservation of traditional knowledge and genetic resources. Chapter 2 introduces bio-cultural protocols as a means with which communities can respond to these challenges. The process of developing bio-cultural protocols is described through the use of examples, illustrating how communities are able to use the protocols to manage their traditional knowledge and promote self-determined development plans. Chapter 3 illustrates how the concept of the bio-cultural protocol is gaining international recognition. Developments within the negotiations of the Working Group on ABS and a number of subsidiary meetings and workshops are described. Part II describes a number of other contexts within which bio-cultural protocols can be used, focusing on REDD



(reducing emissions from deforestation and forest degradation), the CBD’s programme of work on protected areas, and payment for ecosystem services. Part III looks more broadly at the meaning of bio-cultural protocols for environmental law, tracing the emergence of “bio-cultural jurisprudence”. The appendix to the book includes the bio-cultural protocol developed by Raika pastoralists in Rajasthan, India along with a short introduction to this bio-cultural protocol describing its significance for livelihoods and biodiversity.

Recent Publication

ELBARN guidelines

European Livestock Breeds Ark and Rescue Net

Published in 2009, pp. 30

Available at <http://www.elbarn.org/elbarn/Project/ThemesGuidelines/tabid/100/Default.aspx>

doi:10.1017/S2078633610000780

This publication brings together guidelines prepared by the European Livestock Breeds Ark and Rescue Net covering rescue actions in the event of disease outbreaks, characterization of ark and rescue centres, managing small populations of domestic animals, and marketing strategies for ark and rescue centres.



Recent Publication

An exploration of monitoring and modelling agrobiodiversity. From indicator development towards modelling biodiversity in agricultural systems on the sub-specific level

CGN Report 2009/13

J. Buiteveld, M.G.P. van Veller, S.J. Hiemstra, B. ten Brink & T. Tekelenburg

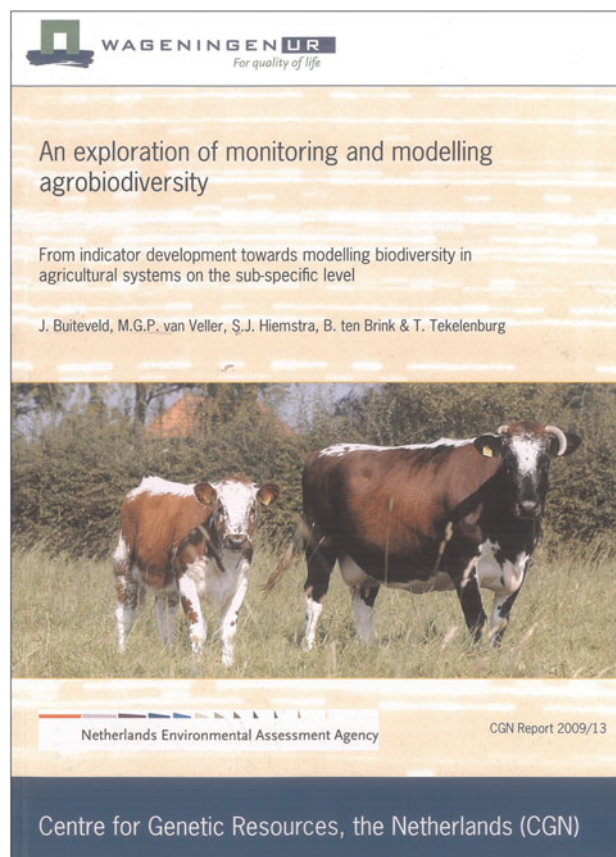
Centre for Genetic Resources, the Netherlands

Published in 2009, pp. 52

Available at http://documents.plant.wur.nl/cgn/literature/reports/CGN_Report_monitoring_and_modelling.pdf

doi:10.1017/S2078633610000792

This report describes a study “Genetic indicators for the GLOBIO model” undertaken as part of the project “Widening the analytical scope of GLOBIO3 – modelling global biodiversity”. The work focuses on the development of key biodiversity indicators for crops and livestock in agriculture with the ultimate objective of using these indicators for modelling global trends in agricultural biodiversity. Potential indicators proposed in the literature are reviewed and criteria for the selection of indicators are discussed. Two case studies in which various indicators are tested using data from the Netherlands and Germany are described. A conceptual framework for intraspecific agrobiodiversity describing factors driving changes in genetic diversity is proposed. This is followed by the results of a literature review undertaken in order to determine whether the level of genetic diversity can be understood as a resultant of the factors described in the conceptual framework. It focuses on major global



drivers of change and shows which factors determine the level of diversity managed on farm. Finally, some suggestions are offered regarding further research needs in the field of modelling agrobiodiversity.

Recent Publication

Management and exchange of animal genetic resources – Nordic perspective

A. Mäki-Tanila, A.M. Walløe Tvedt, H. Ekström & E. Fimland
Tema Nord

Published in 2008, pp. 81

ISBN 978-92-893-1761-0

Available at <http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2008-588/>

doi:10.1017/S2078633610000809

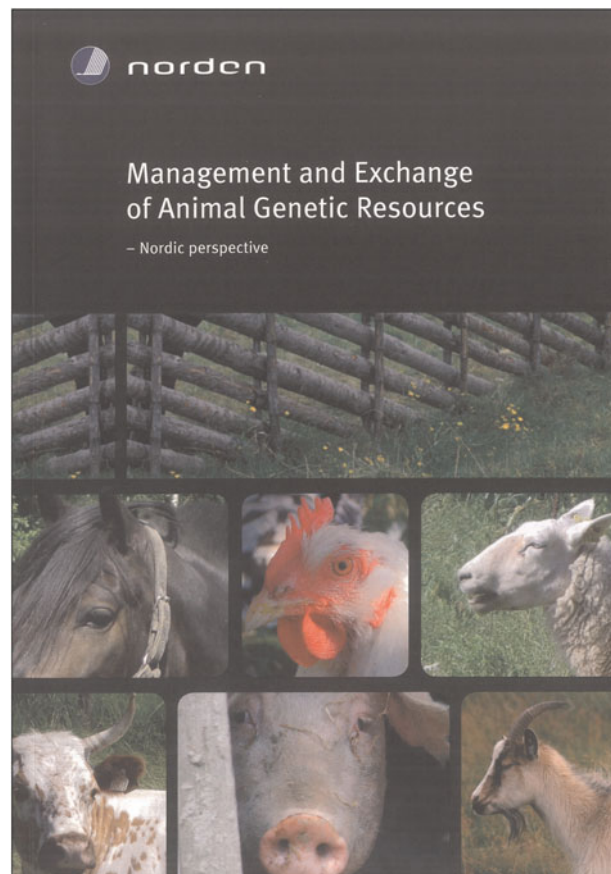
This publication is based on the project “Legal framework for the rights and exchange of animal genetic resources in the Nordic region” which was funded by the Nordic Council of Ministers and Norwegian Genetic Resource Center and Nordic Gene Bank for Farm Animals (now part of NordGen).

The book’s introductory chapter provides some background on the evolution of the livestock sector and developments in animal breeding, followed by an overview of developments in international and regional legal and policy frameworks relevant to animal genetic resources (AnGR) – the Convention on Biological Diversity (particularly negotiations on access and benefit sharing), harmonization of intellectual property rights regimes, European Union legislation and the work of FAO and the European Regional Focal Point for Animal Genetic Resources.

The second chapter introduces specific Nordic issues, reviewing the characteristics of the livestock and breeding sectors in the region. Attention is paid to the significance of breeding cooperatives in Nordic countries, collaboration in breeding operations and in the management of AnGR, and the good animal health status that prevails in the region. Future prospects for Nordic Red dairy cattle are also discussed.

The third chapter reviews lessons that can be learned from the crop sector, outlining the significance of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and Plant Breeders’s Rights within the UPOV (International Union for the Protection of New Varieties) system. The chapter concludes with the argument that while in the plant sector genetic resources are maintained in public gene banks, in the animal sector it is the breeding programmes that constitute the gene banks.

The fourth chapter is devoted to exploring factors that enhance the sustainability of breeding programmes.



Collaboration along the production chain, definition of breeding goals, recording schemes, the management of genetic and operative risks, and planning in the importation of genetic material are highlighted.

Moving on to discuss exchange of AnGR, the fifth chapter notes the active role of Nordic countries in international trade and discusses global patterns of exchange (prevalence of “North–South” exchanges and the significance of zoosanitary regulations). Good practices in the genetic evaluation of internationally traded genetic material and in sourcing genetic material for research purposes are discussed, along with ownership issues in the operation of *ex situ* conservation programmes.

The sixth chapter deals with patenting. Trends in patent applications in the animal breeding sector are described. This is followed by a discussion of patentability criteria and the scope of exclusive right in the breeding sector.

Recent Publication

Preparation of national strategies and action plans for animal genetic resources

FAO Animal Production and Health Guidelines No. 2

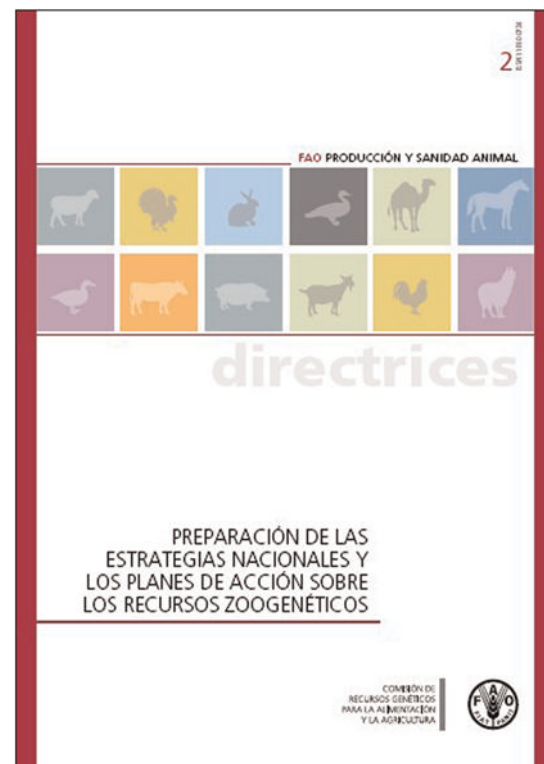
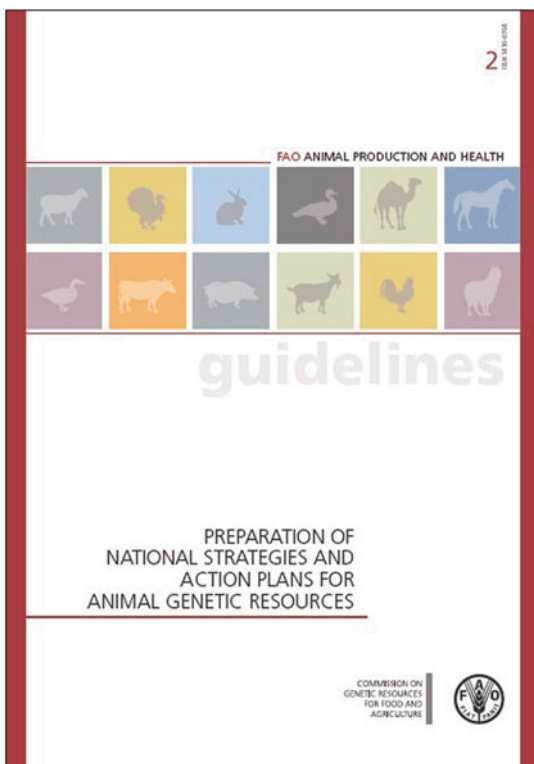
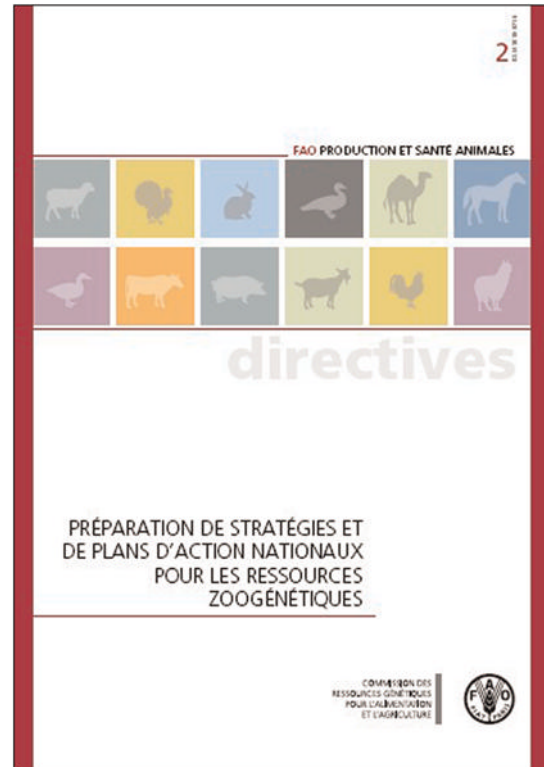
Published in 2009, pp. 70

ISBN: 978-92-5-106239-5

Available at <http://www.fao.org/docrep/012/i0770e/i0770e00.htm>
(in English, French and Spanish; with Russian forthcoming)

doi:10.1017/S2078633610000810

These guidelines provide practical advice on the preparation of national strategies and action plans as a basis for country-level implementation of the *Global Plan of Action for Animal Genetic Resources*. A step-by-step approach is adopted covering the whole process from establishing the institutional framework for the development of the strategy and action plan to obtaining government endorsement. A number of simple planning tools are provided, along with tips on the conduct of background assessments and the organization of expert groups, and a list of “dos and don’ts” to follow when preparing a national strategy and action plan.



Recent Publication

A short version of the action plan for the long-term sustainable management of Swedish animal genetic resources 2010–2030

Swedish Board of Agriculture

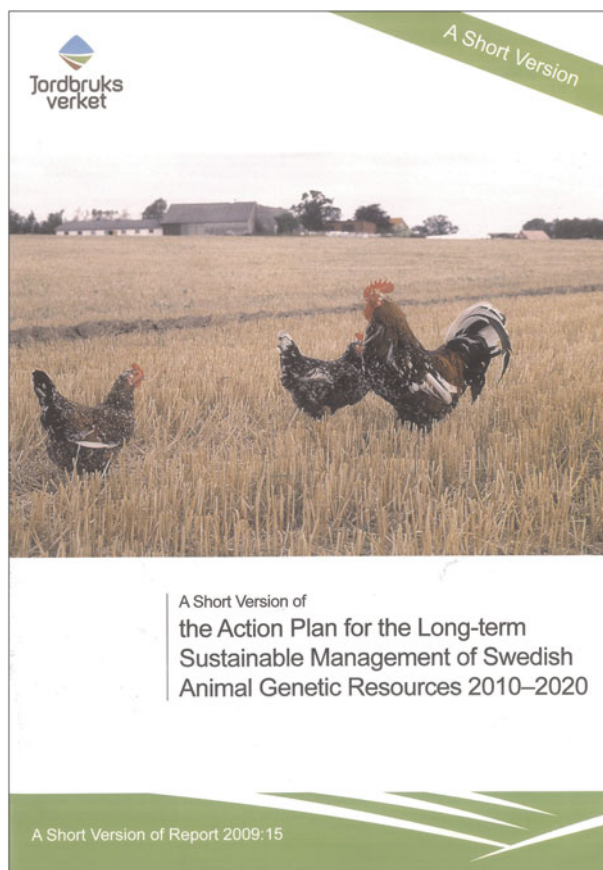
Published in 2009, pp. 17

ISSN 1102-3007

Available at http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra09_15kort.pdf

doi:10.1017/S2078633610000822

This English language publication provides a short overview of Sweden's national action plan for animal genetic resources, which sets the framework for the implementation of the *Global Plan of Action for Animal Genetic Resources* at national level. The structure of the national plan is outlined, the roles of the various actors responsible for implementing the plan are described and the 30 measures that make up the plan are listed. Detailed descriptions of several these measures are provided (Measure 4: carrying out the genetic characterization of breeds; Measure 12: establishing breed-specific contingency plans; Measure 16: reviewing the management of animal genetic resources in risk analysis; and Measure 24: examining the rights and access to national animal genetic resources). For each of these measures, the target, purpose, current situation, activities, implementation, follow-up and time frame are set out.



Recent Publication

Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas Real decreto 29/2008 por el que se establece el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España
Publicado en 2009, 55 págs.

Disponible en <http://www.mapa.es/app/Zootecnia/Pdf/pags/Real%20Decreto%20para%20pag%20web.pdf>

National Program for Preservation, Improvement and Development of Livestock Breeds. Royal Decree 2129/2008 establishing the National Programme for the Conservation Improvement and Promotion of Livestock Breeds

Ministry of the Environment, and Rural and Marine Affairs,
Spain

Published in 2009, pp. 55

Available at <http://www.mapa.es/app/Zootecnia/Pdf/pags/Real%20Decreto%20Ing%20C3%A9s.pdf>

doi:10.1017/S2078633610000834

This publication makes available, in Spanish and English, Spain's Royal Decree establishing the country's National Programme for the Conservation Improvement and Promotion of Livestock Breeds, which sets the framework for the implementation of the *Global Plan of Action for Animal Genetic Resources* at national level. The scope of the national programme is set out in Chapter 2 of the decree, which is divided into ten

sections dealing, respectively, with: Official Catalogue of the Livestock Breeds of Spain (framework for recognition, classification and incorporation of breeds in the catalogue); associations of breeders (procedures and requirements for recognition, obligations, technical inspections); collaborating farms (registration of farms participating in improvement programmes); herd books (content, animal identification methods, division of the herd book, registration of animals, paternity assignment); improvement programmes (participation, performance testing, appraisal and genetic evaluation); national information system and breed databases (content, location, access); breeding and germplasm banks (including the National Reference Centre for Animal Breeding and Germplasm Bank); dissemination of genetic improvement (activities required by breeders' associations) and events for selected livestock (competitions, auctions, shows, etc); coordinating bodies (functions and composition of the National Coordinating Committee); genetics laboratories and centres (National Animal Genetics Reference Centre and official centres in the autonomous communities).

The remaining chapters of decree cover objectives and definition, introcommunity exchanges and imports from third countries, and information and registers. A set of annexes provides information on the current content of the Official Catalogue of Livestock Breeds, specific contents of improvement programmes, performance testing of meat livestock, the National Reference Centre for Animal Breeding and Animal Germplasm Bank and the National Animal Genetics Reference Centre.



Recent Publication

Plan de desarrollo del Programa Nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España
Publicado en 2009, 20 págs.
Disponible en <http://www.mapa.es/app/Zootecnia/Pdf/pags/maqueta%20sin%20guias.pdf>

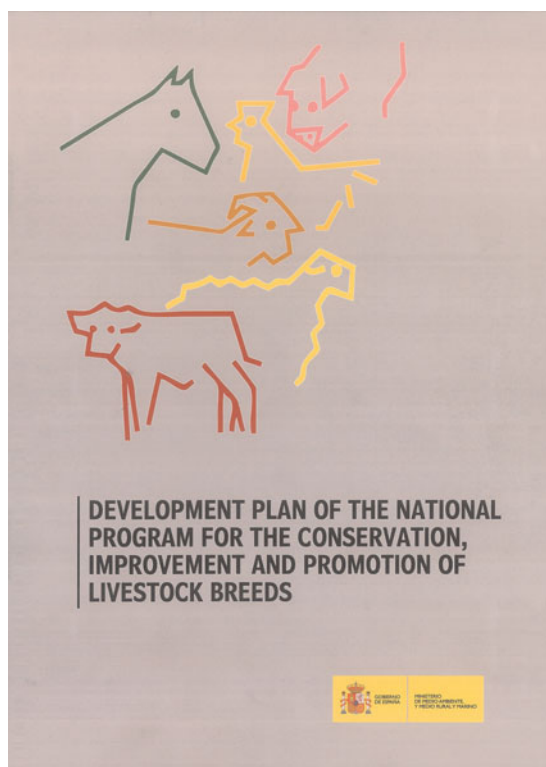
Development Plan of the National Programme for the Conservation, Improvement and Promotion of Livestock Breeds

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Spain
Published in 2009, pp. 20
Available at
<http://www.mapa.es/app/Zootecnia/publicaciones.aspx?lng=es>

doi:10.1017/S2078633610000846

This pamphlet presents Spain's plan of action for animal genetic resources developed within the framework of *Royal Decree 2129/2008 Establishing the National Programme for Preservation, Improvement and Development of Livestock Breeds*. The plan comprises seven strategic priorities:

- inventory, characterization and classification of breeds (monitoring and analysis of the current situation, updating the official breed catalogue, national early-warning system);
- promotion of rearing of pure breeds and livestock improvement (recognition and supervision of breeders' associations, herd books, improvement programmes);
- animal reproduction and genetics (designation and organization of reference centres; collection, analysis and storage of genetic material; technical and information support for the enforcement of improvement programmes and breed purity monitoring)
- programmes for institutional development, coordination and capacity creation (operation of the National Commission for the Coordination of the National Programme for Conservation, international collaboration, training, updating the legal framework);
- management and diffusion of information (information on breeding programmes, National Information System, publicity and institutional promotional activities)
- sustainable use and alternative routes for profitability of the breeds and their products (promotion of production systems for native breeds in extensive farming systems; roles of livestock in environmental conservation; promotion of competitiveness, processing and marketing of livestock products; research into the contribution of livestock breeds to rural development, quality of life and culture); and
- funding (grants for breeders' associations, grants for differentiated and quality products, indirect grants).



Recent Publication

Autochthonous livestock in Spain

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

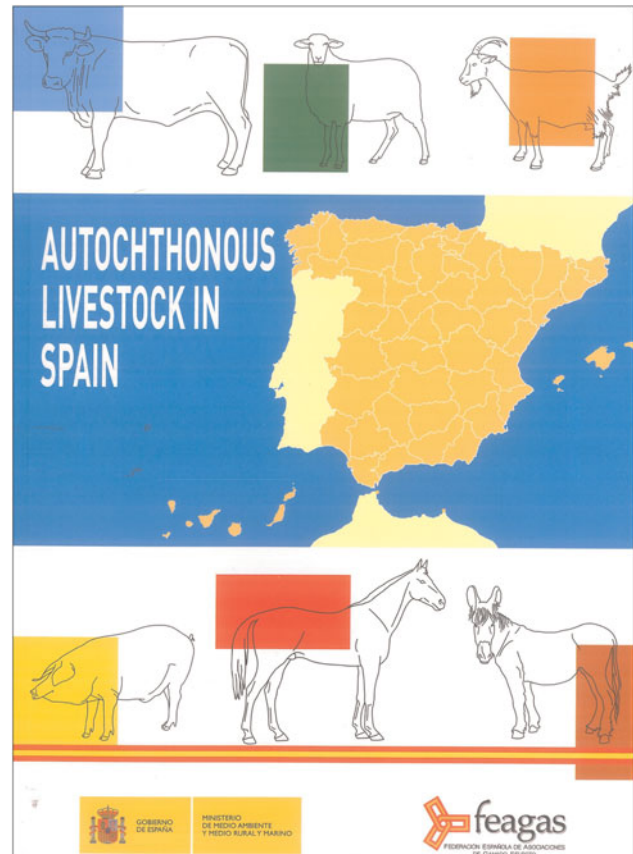
Published in 2008, pp. 64

Available at

[http://www.eaap2009.com/Documents/AUTOCHTHONOUS%20LIVESTOCK%20IN%20SPAIN%20\(BOOK\).pdf](http://www.eaap2009.com/Documents/AUTOCHTHONOUS%20LIVESTOCK%20IN%20SPAIN%20(BOOK).pdf)

doi:10.1017/S2078633610000858

This publication provides colour photographs of the autochthonous breeds of cattle, sheep, goats, pigs, horses and donkeys listed in the Official Catalogue of Spanish Breeds of Livestock. The breeds are grouped into two categories: *promoted autochthonous breeds* – those which due to their numbers and organization, are experiencing expansion and have both genetic improvement plans and herd books in place; and *specially protected autochthonous breeds or those in danger of extinction* – breeds that are rapidly decreasing or are on the verge of disappearing and for which there are conservation programmes. The lists are complemented by short introductions to the physical setting of Spain's agriculture, land use, livestock population and production, and the roles of each livestock species.



Recent Publication

Management of agricultural genetic resources. An institutional analysis of trends in the Netherlands

D. Eaton & M. Aramyan

LEI Wageningen UR

Published in 2009, pp. 118

ISBN/EAN: 978-90-8615-338-1

Available at <http://www.lei.dlo.nl/publicaties/PDF/2009/2009-058.pdf>

doi:10.1017/S207863361000086X

This report analyses the developments in the institutional environment for statutory research tasks for conservation and use of agricultural genetic resources in the Netherlands. Attention focuses on the period since 2002, when the Netherlands Ministry of Agriculture, Nature Management and Food Quality (LNV) adopted its policy document, *Sources of existence*. A number of key stakeholders in the sector were interviewed as a basis for identifying developments and their implications for the agreement on statutory research tasks between LNV and the Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN) of Wageningen University and Research Centre.



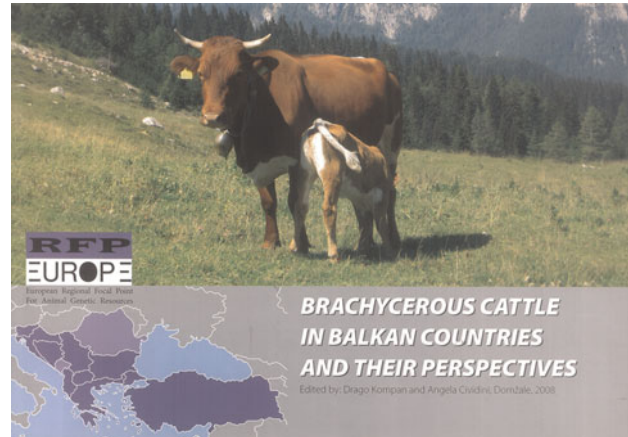
Recent Publication

Brachycerous cattle in Balkan countries and their perspectives

D. Konpan and A. Cividini, (eds.) Biotechnical Faculty
Department of Animal Science, Domžale
Slovenia Published in 2008, pp. 53
ISBN: 978-961-6204-43-9

doi:10.1017/S2078633610000871

This brochure is an output of a project, coordinated by Slovenia and involving eight other southeast European countries (Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Greece, Serbia, The former Yugoslav Republic of Macedonia and Turkey), in efforts to promote the sustainable use and conservation of brachycerous cattle. An introduction to the origin and characteristics of brachycerous cattle is followed by a summary of the results of a questionnaire survey on the demographics and morphology of 12 breeds found in the participating countries. The main part of the brochure is taken up with descriptions of the breed populations in the various



countries. Information is provided on of the breeds' origins, population size, morphology and production, special characteristics and adaptability, rearing technology, uses and typical products, and perspectives for the future.

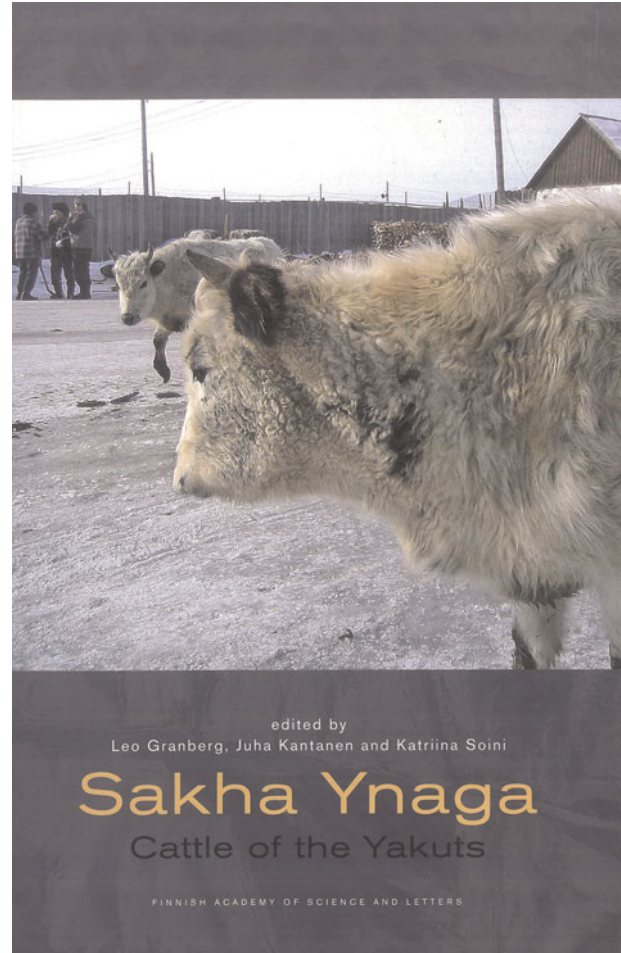
Recent Publication

Sakha Ynaga. Cattle of the Yakuts

Eds. Leo Granberg, Katriina Soini & Juha Kantanen
Finnish Academy of Science and Letters
Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Humaniora 355
Helsinki 2009, 218 pp.
ISBN: 978-951-41-1032-0 (Soft)
ISSN: 1239-6982
Further information at:
<http://www.helsinki.fi/aleksanteri/english>
Press release at:
https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt_en/mtt/news/pressreleases/7959318A7B99688FE040A8C0033C72C6

doi:10.1017/S2078633610000883

This publication, based on the findings of a Finnish multi-disciplinary research group, tells the story of the survival of the Yakutian cattle, Siberia's last remaining indigenous breed of domestic cattle, which inhabit the lands surrounding the Lena River in the remote Sakha Republic (Yakutia) of the Russian Federation. The book begins by providing detailed information on the phenotypic characteristics of the breed and the results of molecular genetic studies. The relationships of the Yakutian cattle to other Asian and European breeds are discussed. It then describes everyday life in the villages where the breed is kept, focusing on traditions, rituals, nature and culture as well as on cattle production and how it has changed following the privatization of state farms. The history of the region from medieval times, through the soviet period and into the era of privatization is described along with a discussion of the decline of the breed during the twentieth century and the recent initiation of conservation activities. The final chapters turn to the value and meaning of the cattle (particularly for local people), their role in local



livelihoods and the challenge of conserving them. Threats are discussed and the significance of the breed from both cultural and genetic perspectives is highlighted.

Instructions for contributors

Animal Genetic Resources is a trilingual journal, published three times per year online (<http://journals.cambridge.org/AGR>) and in print. Main papers are published in English, French or Spanish, with a summary in all three languages. The journal has been published since 1983, and all back issues are available at http://dad.fao.org/cgi-bin/EfabisWeb.cgi?sid=-1,refcat_50000044.

The journal encourages submissions from all over the world. Authors who are not fluent in any of the three accepted languages are encouraged to seek assistance in this regard before submitting their manuscripts.

Mission statement

The journal provides an international forum for the publication of papers related to the management of animal genetic resources for food and agriculture (AnGR). It covers the following areas: phenotypic and molecular characterization; surveying and monitoring; development (genetic improvement); sustainable use; conservation; capacity-building in livestock keeper and pastoralist communities; and policies and institutions.

The editors welcome all papers addressing the topics above. Papers related to breeds and technologies contributing to the sustainable management of the world's medium-to-low input production systems, which account for the largest area of land involved in livestock production and for a major part of production from livestock, are of a particular interest.

The journal supports the implementation of the Global Plan of Action for Animal Genetic Resources, the internationally agreed framework for the management of AnGR and the Convention on Biological Diversity.

Disclaimer

Views expressed in the papers published in *Animal Genetic Resources* represent the opinions of the author(s) and do not necessarily reflect the policies of FAO or the views of the editors or the institutions with which the authors are affiliated.

Peer review

Manuscripts submitted for publication in *Animal Genetic Resources* undergo full peer review by two referees. The suitability of manuscripts is judged by the reviewers and editors, and the editors' decision on a paper is final.

Categories of papers

Research papers – Findings of work related to the management of AnGR will be considered for publication in AGRI. Authors are encouraged to include relevant high-quality photographs in their manuscripts. If photographs illustrate animals, they should

be shown in the primary production environment to which they are adapted.

Review papers – Unsolicited papers reviewing country-level, regional or global developments in one or more aspects of AnGR management will be considered for publication. These papers may include state-of-the-art reviews of specific fields in AnGR management.

Position papers – Invited papers on topical issues will be published when the editors consider there to be such a requirement.

Other published material – Readers are encouraged to send the following items by e-mail to AnGR-Journal@fao.org:

- book reviews or proposals
- conclusions and recommendations arising from relevant meetings, workshops and conferences
- announcements of training courses and major national, regional and international events

Originality and copyright

To be considered for publication in the journal, a manuscript must not have been published previously, nor be under review for publication elsewhere. (Previously published figures may be used sparingly in reviews, provided that permission has been obtained as appropriate.) Prior to publication, an authorization and copyright transfer agreement form must be signed and returned to the publishers by the lead or corresponding author of a manuscript (corresponding authors sign on behalf of any co-authors). The form will be sent to the lead or corresponding author together with the proof of the paper for publication.

Authorship

Papers with multiple authors are reviewed with the assumption that all authors have contributed materially to the research reported, have approved the submitted manuscript, and concur with its submission. A contribution includes the conception and design of the project, the performance of experiments and/or the analysis and interpretation of data. Authors should have made a substantial intellectual contribution to the drafting or critical revision of the manuscript.

Manuscript submission

All manuscripts must be submitted online at <http://journals.cambridge.org/AGR>. No page charges are required from the author.

Receipt of your manuscript will be acknowledged, a manuscript reference number assigned and the manuscript will be sent out for review. You should quote your manuscript reference number in all subsequent correspondence.

The following instructions must be followed carefully (see *Manuscript preparation and style* for further details):

- Manuscripts may be submitted in English, French or Spanish. If your manuscript is written in French or Spanish, it should include a summary and keywords in that language as well as in English. All published articles will feature a summary in English, French and Spanish. It would be appreciated if, wherever possible, authors could supply a summary in all three languages, as this reduces the need for translating services and therefore expedites processing of the manuscript.
- The preferred file format for submission is Microsoft Word. Word Perfect or other word-processor files are not acceptable. Tables should be included within the same file but at the end of the document. Placeholders should be used within the text to indicate their positioning.
- Figures must be submitted as separate files, and at to-be-published resolution (see Manuscript preparation and style for further details).
- A cover letter should be provided as a separate file. The letter should indicate the category under which the manuscript is submitted (see Appendix 1) and provide the details of the corresponding author (telephone number, fax number and e-mail address).
- Filenames should indicate the name of the first author of the paper, either in full or abbreviated.
- Printed copies of the manuscript, tables and figures are not required and should not be sent.

Please note that correspondence regarding submitted and revised manuscripts will take place with the corresponding author only.

Manuscript preparation and style

The manuscript should be formatted with line spacing set to “double”. Pages should be numbered sequentially beginning with the title page. Margins should be at least 2.5 cm on all sides. The font should be set to Arial.

Authors and affiliations – Names and affiliations of authors should be presented as follows:

E.C. Quispe¹, T.C. Rodríguez², L.R. Iniguez³ and J.P. Mueller⁴

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú;

²Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia;

³Cochabamba, Bolivia; ⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche, Argentina

Correspondence to: E.C. Quispe, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. E-mail: edgarquispe62@yahoo.com

A **Running Head** of up to 50 characters should be provided on the title page.

The **Summary** should be unstructured (i.e., no sub-headings) but must provide the reader with a self-contained summary of the paper. It should include a brief introduction to the paper, the method, the key findings and the conclusions. The summary should be no longer than 210 words in English and 250 words in French and Spanish. A list of three to five keywords or terms for indexing should follow the summary and be separated by commas. The summary and keywords should be provided in the same language as the manuscript as well as in English.

The **Body of the manuscript** should begin on page 3 and a new page should be used for the References. The lines of text must be numbered and the manuscript structured with consecutively numbered headers and sub-headers (e.g. 1., 1.1, 1.1.1 etc). However, it is important to *avoid cross-referencing using these numbers*, as the editorial office will remove numbering and apply heading styles in the final version.

Research papers should additionally include the following headers: **Materials and Methods; Results; Discussion; Conclusions.**

The **Maximum length** of the body of the manuscript should not exceed 10 journal pages (approx. 8 500 words). Short communications should not exceed 1 journal page (approx. 750 words or, when an image is included, 550 words).

Tables should be numbered consecutively as they are cited in the text (Table 1, 2 etc.). Each table should be on a separate page (at the end of the document) with the number and heading above and any notes below the table.

Figures should be numbered consecutively as they are cited in the text (Figure 1, 2, etc). Use italic letters for parts a, b, c, etc. Legends must be provided for each figure. If applicable, figures should be supplied as either TIFF or EPS files, preferably at the approximate size in which they are to be reproduced. Line artwork should be supplied in black and white mode at a resolution of 1 200 dpi; combination artwork (line/tone) at a resolution of 800 dpi; black and white halftone artwork should be saved in “grayscale” mode at a resolution of 300 dpi; colour halftone artwork should be saved in CMYK mode at a resolution of 400 dpi. All necessary permissions must be obtained.

Abbreviations and SI units – The use of abbreviations, except those that are widely used, is strongly discouraged. They should be used only if they improve comprehension of the manuscript. Acronyms should be spelled out at first mention. Metric system (SI) units should be used.

Acknowledgements

In this section authors should acknowledge any support from granting agencies and other sources for the work reported in their paper. The contribution of individuals who assisted with the research but are not included as authors of the paper may also be acknowledged in this section.

The Acknowledgements should be placed after the main body of the text before the references. If there are no Acknowledgements, the title should be inserted followed by “None”.

Statement of interest

A conflict of interest exists when an author has interests that might inappropriately influence his or her judgement, even if that judgement is not influenced. Because of this, authors must disclose potentially conflicting interests so that others can make judgements about such effects. At the time of manuscript submission, authors should disclose any financial arrangements or connections they may have that are pertinent to the submitted manuscript and that may be perceived as potentially biasing their paper. Non-financial interests that could be

relevant in this context should also be disclosed. If no relevant interests exist, this should be stated. This requirement applies to all the authors of a paper and to all categories of papers.

References

Every reference cited in the text should be included in the reference list and every entry in the reference list should have been mentioned in the text at least once. References should be ordered first alphabetically by the first author's surname, and then by year.

Examples:

- 1 *Reference in a periodical:*
Köhler-Rollefson, I. 1992. The camel breeds of India in social and historical perspective. *Animal Genetic Resources Information* 10: 53–64.
- 2 *When there is more than one author:*
Matos, C.A.P., Thomas, D.L., Gianola, D., Tempelman, R.J. & Young, L.D. 1997. Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and non-linear models: 1. Estimation of genetic parameters, *Journal of Animal Science* 75: 76–87.
- 3 *For a book or an ad hoc publication, e.g., reports, theses:*
FAO, 2007. Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (available at <http://www.fao.org/docrep/010/a1404e/a1404e00.htm>).
van der Werf, J., Graser, H-U., Frankham, R. & Gondro, C. (eds.) 2009. Adaptation and fitness in animal populations. evolutionary and breeding perspectives on genetic resources management. Springer.
- 4 *For an article in the proceedings of a meeting:*
Abad, M., Arrigo, J., Gibbons, A., Lanari, M.R., Morris, G. & Taddeo, H. 2002. Breeding scheme for Angora goat production in North Patagonia. Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 19-23 August 2002, Montpellier, France, 12–14.
- 5 *Information hosted on a web site:*
FAO. 2010. Domestic Animal Diversity Information System, <http://www.fao.org/dad-is/>, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

For a work that has been accepted for publication but not yet published, "In press" should be written in place of the year of publication. Do not insert an expected year of publication.

Supplementary online material

The online platform gives authors the opportunity to include data that would be impossible or impractical to include in the printed version. Authors may include tables and figures as well as data such as videos, 3-D structures/images, extensive datasets and any other supplementary material not suitable for print duplication. All supplementary material must be submitted with the original manuscript. Supplementary data should be referred to in the text with the prefix "S" (e.g. Supplementary Table S1, Supplementary Figure S1). Supplementary files will not be copyedited but will be published as supplied. The electronic publication of this material needs to be approved by the editors. The manuscript must be able to stand alone without the supplementary material (for the benefit of readers with access to the hard copy only).

Review process

Manuscripts submitted to the journal will be reviewed by two external reviewers and evaluated by one of the editors. If the editors deem that a paper is not relevant for this journal or is unlikely to be reviewed favourably, it may be returned to the author after initial review by the editors. This rapid rejection process enables the author to submit the work promptly for publication elsewhere. Manuscripts may also be rejected by the editors if they do not comply with the recommendations for preparation of manuscripts. Every effort will be made to provide authors with a review decision within six weeks of receipt of the manuscript. If the editors request revisions to a manuscript before publication, a maximum of one month shall be allowed for such revisions to be implemented.

Proofs

The publisher reserves the right to copyedit manuscripts to ensure that grammar and spelling are consistent with the style of the journal. The corresponding author will receive page proofs for final proofreading. These should be checked and returned within two days of receipt. The publisher reserves the right to charge authors for excessive correction of non-typographical errors.

Instructions pour les auteurs

Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales/ Recursos genéticos animales est un journal trilingue, publié trois fois par an en ligne (<http://journals.cambridge.org/AGR>) et en version imprimée. Les articles principaux sont publiés en anglais, français ou espagnol avec un résumé dans les trois langues. Le journal est publié depuis 1983 et tous les anciens numéros sont disponibles à l'adresse électronique http://dad.fao.org/cgi-bin/EfabisWeb.cgi?sid=-1,refcat_50000044.

On encourage la présentation d'articles provenant du monde entier à publier dans le journal. Les auteurs qui ne parlent aucune des trois langues admises sont encouragés à chercher de l'aide à cet égard avant de présenter leurs manuscrits.

Déclaration de mission

Le journal fait office de forum international pour la publication d'articles concernant la gestion des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Il aborde en particulier les thèmes suivants: la caractérisation phénotypique et moléculaire; les enquêtes et le suivi; la mise en valeur (amélioration génétique); l'utilisation durable; la conservation; le renforcement des capacités au sein des communautés d'éleveurs et de pasteurs; et les politiques et les institutions.

Les éditeurs accueillent favorablement tous les articles abordant les thèmes indiqués ci-dessus. Un intérêt particulier sera attribué aux articles concernant les races et les technologies en faveur de la gestion durable des systèmes de production extensive ou semi-intensive dans le monde, qui représentent la plus grande partie des terres consacrées à l'élevage et une partie considérable de la production provenant de l'élevage.

Le journal soutient la mise en œuvre du Plan d'action mondial pour les ressources zoogénétiques, le cadre internationalement convenu en matière de gestion des ressources animales et la Convention sur la diversité biologique.

Déni de responsabilité

Les opinions exprimées dans les articles publiés dans Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales/Recursos genéticos animales sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les politiques de la FAO ou les opinions des éditeurs ou des institutions pour lesquelles ils travaillent.

Révision par les pairs

Deux experts s'occuperont de la révision complète des manuscrits présentés pour la publication dans Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales/Recursos genéticos animales. L'opportunité ou non de publier un manuscrit sera jugée par les réviseurs et par les éditeurs, et la décision finale sur l'article appartient aux éditeurs.

Types d'articles

Articles de recherche – Seront prises en considération pour leur publication sur AGR les études sur la gestion des ressources animales. On encourage les auteurs à envoyer des photographies de haute qualité avec les manuscrits. S'il s'agit de photographies d'animaux, il faudra montrer les races en question dans leur milieu naturel de production.

Révisions – Occasionnellement, des articles contenant une révision aux niveaux national, régional ou mondial des développements d'un ou de plusieurs aspects se rapportant à la gestion des ressources animales seront pris en considération. Ces articles pourront inclure les mises à jour des différents domaines de la gestion des ressources animales.

Articles spécifiques – Ponctuellement, des articles sur des thèmes spécifiques pourront être demandés pour la publication lorsque les éditeurs le jugeront nécessaire.

Autre matériel pour publication – On encourage les lecteurs à envoyer par courrier électronique à l'adresse AnGR-Journal@fao.org:

- la révision ou la proposition de livres
- les conclusions et les recommandations résultant de réunions, d'ateliers et de conférences importants
- les informations sur des cours de formation et sur les principaux événements régionaux, nationaux et internationaux.

Originalité et droits d'auteur

Pour que le manuscrit soit considéré pour la publication dans le journal, il faut qu'il n'ait pas été publié auparavant, ni qu'il soit en cours de révision pour la publication dans d'autres ouvrages. (Les chiffres publiés auparavant peuvent s'utiliser avec parcimonie dans les révisions, à condition d'en avoir obtenu l'autorisation.) Avant la publication, il faut que l'auteur principal du manuscrit signe et renvoie aux éditeurs le formulaire d'autorisation et d'accord de transfert des droits d'auteur (les auteurs principaux signent au nom de tous les co-auteurs). Le formulaire sera envoyé à l'auteur principal avec l'épreuve de l'article pour la publication.

Paternité

Les articles écrits par plusieurs auteurs sont révisés en présumant que tous les auteurs ont matériellement participé à la recherche signalée, ont approuvé le manuscrit présenté et approuvent sa présentation. Leur contribution comprend la conception et la création du projet, la performance d'expériences et/ou l'analyse et l'interprétation des données. Les auteurs devront avoir apporté une contribution intellectuelle considérable à la rédaction et à la révision critique du manuscrit.

Présentation du manuscrit

Tous les manuscrits seront présentés en ligne à l'adresse électronique <http://journals.cambridge.org/AGR>. Aucune charge par page ne sera requise de l'auteur.

On accusera réception du manuscrit, on attribuera un numéro de référence et le manuscrit sera envoyé pour révision. Vous devrez toujours indiquer le numéro de référence de votre manuscrit dans toute correspondance ultérieure.

Il faut suivre avec attention les instructions ci-après (pour de plus amples détails, voir *Préparation et style du manuscrit*).

- Les manuscrits se présenteront en anglais, français ou espagnol. Si votre manuscrit est en français ou en espagnol, il faudra ajouter un résumé et les mots clés dans cette langue ainsi qu'en anglais. On ajoutera à tous les articles publiés un résumé en anglais, français et espagnol. On appréciera si, dans la mesure du possible, les auteurs fournissent un résumé dans les trois langues, car les services de traduction seraient ainsi réduits et le traitement du manuscrit serait par conséquent plus rapide.
- Le format de fichier préféré pour la présentation est Microsoft Word. Word Perfect ou d'autres fichiers de traitement de texte ne sont pas acceptés. Les tableaux seront inclus au même fichier, mais à la fin du document. Les paramètres fictifs seront utilisés dans le texte pour indiquer leur positionnement.
- Les figures se présenteront en tant que fichiers séparés et en résolution publiable (pour de plus amples détails voir *Préparation et style du manuscrit*).
- Une lettre d'envoi sera envoyée dans un fichier séparé. La lettre signalera la catégorie d'appartenance du manuscrit (voir annexe 1) et fournira des informations sur l'auteur principal (numéro de téléphone, de télécopieur et adresse électronique).
- Les fichiers indiqueront le nom de l'auteur principal de l'article, soit en entier soit abrégé.
- Les copies imprimées du manuscrit, des tableaux et des figures ne sont pas requises et ne devront pas être envoyées.

Veillez noter que la correspondance relative aux manuscrits présentés et révisés se fera uniquement avec l'auteur principal.

Préparation et style du manuscrit

Les manuscrits se présenteront à «double» interligne. Toutes les pages seront numérotées à commencer de la page du titre. Les marges seront d'au moins 2,5 cm pour tous les côtés. La police de caractère sera Arial.

Auteurs et institutions pour lesquelles ils travaillent – Les noms des auteurs et les institutions pour lesquelles ils travaillent se présenteront comme indiqué ci-après:

E.C. Quispe¹, T.C. Rodríguez², L.R. Iniguez³ et J.P. Mueller⁴

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú;

²Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia;

³Cochabamba, Bolivia; ⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche, Argentina

Correspondance à envoyer à: E.C. Quispe, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Adresse électronique: edgarquispe62@yahoo.com

Sur la première page du manuscrit, on indiquera le *titre de l'article* qui ne devra pas dépasser les 50 caractères.

Le *résumé* ne sera pas structuré (c'est-à-dire, sans sous-titres), mais devra fournir au lecteur une brève description de l'article. Il inclura une introduction succincte à l'article, la méthode utilisée, les résultats principaux et les conclusions. Le résumé ne dépassera pas les 210 mots en anglais et les 250 mots en français et en espagnol. Une liste de mots clés ou de termes (entre trois et cinq) pour le sommaire suivra le résumé et les mots-clés seront séparés par des virgules. Le résumé et les mots-clés se présenteront dans la même langue du manuscrit ainsi qu'en anglais.

Le *corps du manuscrit* commencera à la page 3 et une nouvelle page sera utilisée pour les références. Les lignes du texte seront numérotées, le manuscrit sera structuré et tous les titres et les sous-titres seront numérotés (par exemple, 1, 1.1, 1.1.1, etc.). Il est toutefois important *d'éviter les références croisées avec ces numéros* car le bureau d'édition enlèvera la numérotation et appliquera des styles de titre dans la version finale.

Les articles de recherche devront en outre inclure les titres suivants: *Matériels et méthodes; Résultats; Débat; Conclusions.*

La *longueur maximale* du corps du manuscrit ne dépassera pas les 10 pages du journal (environ 8 500 mots). Les communications brèves ne dépasseront pas 1 page (environ 750 mots ou, s'il y a également une image, 550 mots).

Les *tableaux* seront tous numérotés en suivant l'ordre d'apparition dans le texte (tableau 1, 2 etc.). Chaque tableau sera sur une page séparée (à la fin du document) avec le numéro et le titre au-dessus du tableau et d'éventuelles notes au-dessous.

Les *figures* seront toutes numérotées en suivant l'ordre d'apparition dans le texte (figure 1, 2 etc.). Il faudra écrire les lettres des parties a, b, c, etc. en italique et prévoir des légendes pour chaque figure. Les figures se présenteront, si possible, dans un fichier TIFF ou EPS, de préférence dans la taille approximative à utiliser pour la reproduction. Les illustrations graphiques seront fournies en noir et blanc avec une résolution de 1 200 ppp; les artwork combinaisons (ligne/ton) avec une résolution de 800 ppp; les illustrations en demi-ton noir et blanc seront sauvegardées en mode «niveau de gris» avec une résolution de 300 ppp; les illustrations en demi-teinte de couleurs seront enregistrées en mode CMJN avec une résolution de 400 ppp. Il faudra obtenir toutes les autorisations nécessaires.

Abréviations et unités SI – L'utilisation des abréviations, à part celles qui sont largement employées, est vivement déconseillée. Elles ne seront utilisées que si elles améliorent la compréhension du manuscrit. Les sigles s'écriront en entier la première fois qu'elles sont employées. Il faudra utiliser les unités du système métrique (SI).

Remerciements

Dans cette section, les auteurs remercieront pour tout appui reçu des institutions et d'autres sources de soutien pour le travail inscrit dans leur article. On peut ajouter également dans cette section la contribution d'autres particuliers ayant aidé dans le travail de recherche, mais n'étant pas inclus en tant qu'auteurs.

Les remerciements seront placés après le corps principal du texte avant les références. En cas d'absence de remerciements, le titre sera toutefois écrit et suivi par l'indication «aucun remerciement».

Déclaration d'intérêts

On est en présence d'un conflit d'intérêts lorsqu'un auteur a des intérêts qui pourraient influencer de façon inappropriée son jugement, même si ce jugement n'est pas en fait influencé. Pour cette raison, les auteurs doivent révéler les conflits d'intérêts potentiels pour que d'autres puissent juger de ces effets. Au moment de la présentation du manuscrit, les auteurs révéleront tout arrangement ou rapport financier pertinent avec le manuscrit présenté et qui pourrait être perçu comme pouvant porter un préjudice potentiel à l'article. Les auteurs révéleront également les intérêts non financiers qui pourraient être pertinents dans ce contexte. Il faudra également déclarer l'absence d'intérêts pertinents. Cette obligation s'applique à tous les auteurs d'un article et à toutes les catégories d'articles.

Références

Toute référence présente dans le texte devra apparaître sur la liste des références, et chaque entrée de la liste aura été citée au moins une fois dans le texte. Les références iront en ordre alphabétique du nom de l'auteur, suivi de l'année.

Exemples:

1 Référence sur une revue:

Köhler-Rollefson, I. 1992. The camel breeds of India in social and historical perspective. *Animal Genetic Resources Information* 10: 53–64.

2 Lorsqu'il s'agit de plus d'un auteur:

Matos, C.A.P., Thomas, D.L., Gianola, D., Tempelman, R. J. et Young, L.D. 1997. Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and non-linear models: 1. Estimation of genetic parameters, *Journal of Animal Science* 75: 76–87.

3 Dans le cas d'un livre ou d'une publication ad hoc, par exemple, un rapport, une thèse:

FAO, 2007. Plan mondial d'action pour les ressources zoogénétiques et la Déclaration d'Interlaken. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie (disponible à l'adresse électronique <http://www.fao.org/docrep/010/a1404f/a1404f00.htm>).

van der Werf, J., Graser, H-U., Frankham, R. et Gondro, C. (éds.) 2009. Adaptation and fitness in animal populations. Evolutionary and breeding perspectives on genetic resources management. Springer.

4 S'il s'agit d'un acte d'une réunion:

Abad, M., Arrigo, J., Gibbons, A., Lanari, M.R., Morris, G. et Taddeo, H. 2002. Breeding scheme for Angora goat production in North Patagonia. Actes du Septième congrès mondial sur l'application de la génétique à l'élevage, 19-23 août 2002, Montpellier, France, 12–14.

5 Dans le cas d'informations hébergées sur un site Web:

FAO. 2010. Domestic Animal Diversity Information System, <http://www.fao.org/dad-is/>, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.

Dans le cas d'un travail ayant été accepté pour la publication, mais n'ayant pas encore été publié, on écrira «sous presse» à la place de l'année de la publication. Il ne faudra pas écrire l'année prévue de la publication.

Documentation supplémentaire en ligne

La plate-forme en ligne donne la possibilité aux auteurs d'ajouter des données qui seraient autrement impossibles ou pas pratiques à inclure à la version imprimée. Les auteurs pourront inclure des tableaux et des figures ainsi que des données comme des vidéos, des images/structures en trois dimensions, des ensembles de données très détaillées et d'autres matériels supplémentaires ne convenant pas à la reproduction sur papier. Tout le matériel supplémentaire se présentera avec le manuscrit original. Les données supplémentaires seront indiquées dans le texte par le préfixe «S» (par exemple, tableau supplémentaire S1, figure supplémentaire S1). Les fichiers supplémentaires ne seront pas révisés et seront publiés tels que reçus. Les éditeurs devront approuver la publication électronique de ce matériel. Le manuscrit devra être autonome et se suffire à lui-même, sans le matériel supplémentaire (dans l'intérêt des lecteurs ayant uniquement accès à la copie papier).

Processus d'examen

Les manuscrits présentés au journal seront examinés par deux réviseurs externes et évalués par un des éditeurs. Si les éditeurs considèrent que l'article n'est pas pertinent avec ce journal ou que l'examen ne sera pas favorable, l'article pourra être renvoyé à l'auteur après l'examen initial des éditeurs. Ce processus de refus rapide permet à l'auteur de présenter immédiatement son travail ailleurs pour publication. Les manuscrits seront également refusés par les éditeurs s'ils ne sont pas conformes aux recommandations prévues pour leur préparation. Tous les efforts seront faits pour communiquer aux auteurs la décision de l'examen dans un délai de six semaines après la réception du manuscrit. Si les éditeurs demandent des révisions au manuscrit avant sa publication, on accordera un délai maximum d'un mois pour ces révisions.

Épreuves

L'éditeur se réserve le droit de réviser les manuscrits pour veiller à ce que la grammaire et l'orthographe soient cohérentes avec le style du journal. L'auteur principal recevra les épreuves en page pour la correction. Ces épreuves seront contrôlées et renvoyées dans un délai de deux jours après la réception. L'éditeur se réserve le droit de charger les auteurs en cas de correction excessive d'erreurs non typographiques.

Instrucciones para los autores

Animal Genetic Resources/Recursos génétiques animales/ Recursos genéticos animales es una revista trilingüe, publicada tres veces al año electrónicamente en internet (<http://journals.cambridge.org/AGR>) y de forma impresa. Los principales trabajos son publicados en inglés, francés y español, con resúmenes en estos tres idiomas. La revista viene siendo publicada desde el año 1983 y todas las ediciones pasadas están disponibles en el enlace: http://dad.fao.org/cgi-bin/EfabisWeb.cgi?sid=-1,refcat_50000044

La revista invita a la presentación de trabajos desde cualquier parte del mundo. Aquellos autores que no posean un nivel elevado en alguno de las tres lenguas aceptadas, les solicitamos que busquen la ayuda necesaria en este sentido antes de remitirnos sus manuscritos.

Misión

La revista proporciona un foro internacional para la publicación de trabajos relacionados con la gestión de los recursos genéticos animales para la alimentación y la agricultura (AnGR). En concreto, se tratan las siguientes áreas: caracterización fenotípica y molecular; sondeo y seguimiento; desarrollo (mejora genética); utilización sostenible; desarrollo de las capacidades de los ganaderos y las comunidades de pastores; y políticas e instituciones.

Los editores aceptan todos los trabajos enviados que traten sobre los temas mencionados anteriormente. Trabajos relativos a razas y tecnologías que contribuyan a la gestión sostenible de los sistemas de producción con ingresos medios y bajos en el mundo, que comprenden la mayor parte de las tierras dedicadas a la producción ganadera y la mayor parte de la producción del ganado, que son los que ostentan mayor grado de interés.

La revista apoya la implementación del Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Zoogenéticos, el marco de trabajo acordado para la gestión de los AnGR y el Convenio sobre la Biodiversidad.

Descargo de responsabilidad

Los puntos de vista expresados en los trabajos publicados en Animal Genetic Resources/Recursos génétiques animales/ Recursos genéticos animales son solamente las opiniones del autor o autores y, por tanto, no reflejan necesariamente las políticas de la FAO o los puntos de vista de los editores o de las instituciones a las que dichos autores pertenecen.

Evaluación de expertos

Los manuscritos enviados para su publicación en Animal Genetic Resources/Recursos génétiques animales/Recursos genéticos animales serán estudiados minuciosamente por parte de dos críticos externos. Lo ideal es que los manuscritos sean evaluados por los críticos externos y por los editores, recayendo la decisión final acerca de los mismos sobre los editores.

Categorías de los trabajos

Trabajos sobre investigación – Se tomarán en consideración para su publicación en Recursos genéticos animales los trabajos relacionados con la gestión de los AnGR. Se invita a los autores a incluir las fotografías de alta calidad pertinentes relativas al trabajo presentado en sus manuscritos. Si las fotografías ilustran animales, éstas deben mostrar el entorno de producción primario al que estos animales se han adaptado.

Trabajos de revisión – Se podrán tomar en consideración ocasionalmente aquellos trabajos que presenten una revisión del desarrollo a nivel de nacional, regional o mundial en uno o más aspectos de la gestión de los AnGR. Estos trabajos podrán incluir las revisiones del estado actual de campos específicos de la gestión de los AnGR.

Artículos específicos – Los artículos relacionados con los temas de la revista serán publicados cuando los editores lo consideren oportuno.

Otros trabajos publicados: Se invita a los lectores a enviar la siguiente información a la dirección de correo electrónico: AnGR-Journal@fao.org

- Revisiones o propuestas de libros.
- Conclusiones y recomendaciones resultantes de reuniones, talleres y conferencias relevantes.
- Anuncios de cursos de capacitación y eventos a nivel nacional, regional o internacional.

Originalidad y copyright

Para poder ser publicado en la revista Recursos genéticos animales, el manuscrito deberá no haber sido publicado previamente o estar bajo estudio para ser publicado. (Los datos que hayan sido publicados previamente podrán ser usados en la revista con precaución y siempre y cuando se obtenga el permiso necesario). Antes de la publicación, el autor del manuscrito deberá firmar y entregar, en su nombre y en el de los co-autores, una autorización y un formulario de consentimiento de transferencia a la editorial. Este formulario se enviará al autor junto con la prueba del artículo a publicar.

Autoría

Los artículos que tengan múltiples autores serán revisados bajo el supuesto de que todos los autores han contribuido a la investigación descrita en el artículo y aprueban tanto el artículo en su totalidad como el envío y la publicación de éste. Contribución al trabajo presentado supone la concepción y el diseño del proyecto, los resultados de los experimentos y/o el análisis e interpretación de los datos. Los autores deberán haber contribuido sustancialmente al borrador o a la revisión de dicho trabajo.

Presentación del Manuscrito

Todos los manuscritos deberán enviarse online, y sin coste alguno para el autor, a través de la página Web: <http://journals.cambridge.org/AGR>.

Posteriormente al envío del manuscrito, se mandará acuse de recibo junto con un número de referencia y el manuscrito será presentado para ser estudiado. Para toda correspondencia relacionada con el manuscrito, se deberá incluir el número de referencia mencionado.

Se deberán seguir las siguientes instrucciones (para más información, ir a la sección “Preparación y estilo de manuscrito”):

- Los manuscritos se presentarán en inglés, francés o español. Si el manuscrito está escrito en francés o español se deberá incluir un resumen, así como palabras clave en el mismo idioma además del inglés. Todos los artículos publicados presentarán un resumen en inglés, francés y español. Se agradecerá el envío del resumen en los tres idiomas con objeto de reducir gastos de traducción y acelerar el proceso del manuscrito.
- El formato deseado de documento para la presentación es Microsoft Word. No se aceptarán manuscritos enviados en Word Perfect u otros procesadores de texto. Los cuadros se incluirán al final del documento, siguiendo el orden indicado por los marcadores de posición dentro del texto.
- Las figuras deberán presentarse en documentos separados con una resolución apropiada (Para más información ver “Preparación y estilo de manuscrito”).
- Se deberá presentar una carta de presentación en un documento por separado. La carta deberá indicar la categoría bajo la que el manuscrito se presenta (Ver apéndice 1) y los datos del autor (número de teléfono, fax, y dirección de correo electrónico).
- Los nombres de los archivos enviados deberán indicar el nombre completo o abreviado del autor principal.
- No se requiere ni deberá enviarse copia en papel del manuscrito, de los cuadros o de las figuras.

Tenga en cuenta que toda correspondencia en relación con los manuscritos presentados y analizados se hará exclusivamente con el autor principal.

Preparación y estilo del manuscrito

El formato del manuscrito deberá tener un espaciado doble entre líneas. Las páginas deberán estar numeradas, siendo la página número uno la que lleva el título del artículo. Los márgenes de las páginas deberán tener al menos 2.5 cm. en todas sus caras. La letra debe ser estilo “Arial”.

Autores y afiliaciones – Los nombres y afiliaciones de los autores deberán presentarse en el formato siguiente:

E.C. Quispe¹, T.C. Rodríguez², L.R. Iñiguez³ and J.P. Mueller⁴

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú;

²Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia;

³Cochabamba, Bolivia; ⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche, Argentina.

Correspondencia: E.C. Quispe, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. E-mail: edgarquispe62@yahoo.com

El título abreviado tendrá un máximo de 50 caracteres y aparecerá en la página 1 del manuscrito.

El **resumen** no deberá tener estructura o subtítulos y deberá proporcionar al lector una sinopsis que sea independiente del documento. Deberá incluir una breve introducción, la metodología usada, los resultados obtenidos y las conclusiones. El resumen no deberá exceder de 210 palabras en inglés y 250 palabras en francés y español. El resumen deberá ser seguido de tres a cinco palabras clave separadas por una coma. Tanto el resumen como las palabras clave se escribirán en el mismo idioma del manuscrito además del inglés.

El **texto principal del manuscrito** deberá empezar en la página número 3 y las referencias deberán comenzar en una página nueva. Las líneas de texto deberán estar numeradas y el manuscrito estructurado con encabezamientos numerados consecutivamente (eje. 1., 1.1, 1.1.1 etc.). Es importante evitar el uso de referencias cruzadas cuando se use la numeración de los encabezamientos, en cuyo caso la editorial eliminará la numeración y aplicará los estilos de encabezamiento en la versión final.

Adicionalmente, los trabajos de investigación deben incluir los siguientes encabezamientos: **Materiales y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones.**

La **extensión máxima** del texto principal del manuscrito no deberá exceder de 10 páginas (8.500 palabras aprox.). En caso de que el texto sea corto, éste no deberá exceder de una página (750 palabras ó 500 palabras si se incluye una imagen).

Los Cuadros deberán ser numerados consecutivamente tal y como están citados en el texto (Cuadro 1, 2 etc.). Cada cuadro deberá aparecer en una página distinta (al final del documento) con la numeración y título arriba y las anotaciones o comentarios debajo del mismo.

Las figuras se numerarán consecutivamente tal y como están citadas en el texto del documento (Figura 1, 2, etc.). Se deberán usar caracteres en cursiva para apartados a, b, c, etc. Cada figura deberá incluir una leyenda. En caso que corresponda, las figuras se deberán enviar en archivos con formato TIFF o EPS, preferiblemente con el mismo tamaño con el que serán reproducidos o publicados. Las ilustraciones o material gráfico deberán enviarse en blanco y negro con una resolución de 1200 dpi; las combinaciones de material gráfico con una resolución de 800 dpi; el material gráfico en modelo de semitono en blanco y negro deberá guardarse bajo el modo “escala de grises” con una resolución de 300 dpi; el material gráfico en modelo de semitono a color se guardará bajo modo “CMYK” con una resolución de 400 dpi. Se deberán obtener todos los permisos necesarios.

Abreviaturas y el sistema internacional de unidades (SI) – No se recomienda el uso de abreviaturas excepto aquellas extensamente utilizadas. Las abreviaturas deberán usarse sólo en caso de que mejoren la comprensión del manuscrito. Los acrónimos deberán ser escritos en palabras completas la primera vez que se mencionen. Se usarán las medidas del sistema métrico internacional (SI).

Lista de agradecimientos

En esta sección el autor deberá hacer mención a la ayuda económica recibida, por parte de las agencias de financiación u otras fuentes,

para la realización del trabajo documentado en el manuscrito. También se podrán incluir, en esta sección, los agradecimientos a las personas que contribuyeron a la investigación pero que no aparecen como autores.

La lista de agradecimientos deberá aparecer después del texto principal antes de las referencias. En caso de que no haya agradecimientos, la palabra “ninguno” seguirá al encabezamiento “Lista de agradecimientos”.

Declaración de interés

Existe conflicto de intereses cuando un autor tiene intereses que pudieran influir de forma inapropiada en su opinión o juicio, incluso si su opinión no ha sido finalmente influenciada. Por esta razón, los autores deberán revelar conflictos de intereses potenciales de forma que se pueda evaluar sobre sus efectos. En el momento en que se envíe el manuscrito, los autores deberán revelar cualquier acuerdo o conexiones económicas que puedan tener, que sean pertinentes al manuscrito enviado y que puedan ser percibidas como potencial amenaza a la imparcialidad del documento. También deberán declararse los intereses no-financieros que pudieran ser relevantes en este contexto. En caso de que no haya intereses relevantes, deberá también indicarse. Este requerimiento será aplicable a todos autores del documento y a todas las categorías de documentos.

Referencias

Toda referencia presente en el texto deberá aparecer en la lista de referencias y, de la misma manera, cada referencia de la lista deberá haber sido citada por lo menos una vez en el texto. Las referencias deben ir en orden alfabético del apellido del autor, seguido por el año.

Ejemplos:

1. *Ejemplo en el caso de una referencia de una revista:*
Köhler-Rollefson, I. 1992. The camel breeds of India in social and historical perspective. *Animal Genetic Resources Information* 10: 53–64.
2. *Cuando se trate de más de un autor:*
Matos, C.A.P., Thomas, D.L., Gianola, D., Tempelman, R. J. & Young, L.D. 1997. Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and non-linear models: 1. Estimation of genetic parameters, *Journal of Animal Science* 75: 76–87.
3. *En el caso de un libro o de una publicación ad hoc, por ejemplo informes, tesis, etc.*
FAO, 2007. Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (available at <http://www.fao.org/docrep/010/a1404e/a1404e00.htm>).
Van der Werf, J., Graser, H-U., Frankham, R. & Gondro, C. (eds.) 2009. Adaptation and fitness in animal populations. evolutionary and breeding perspectives on genetic resources management. Springer.
4. *Cuando se trate de un artículo dentro de las actas de una reunión:*

Abad, M., Arrigo, J., Gibbons, A., Lanari, M.R., Morris, G. & Taddeo, H. 2002. Breeding scheme for Angora goat production in North Patagonia. Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 19-23 August 2002, Montpellier, France, 12–14.

5. *Cuando la información contenida en el artículo haya sido obtenida o derive de un sitio Web:*

FAO. 2010. Domestic Animal Diversity Information System, <http://www.fao.org/dad-is/>, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

En caso de trabajos que hayan sido aceptados para publicación pero que no hayan sido todavía publicados, se deberá escribir “en prensa” en lugar del año de publicación. No deberá indicarse el año estimado de publicación.

Material suplementario online

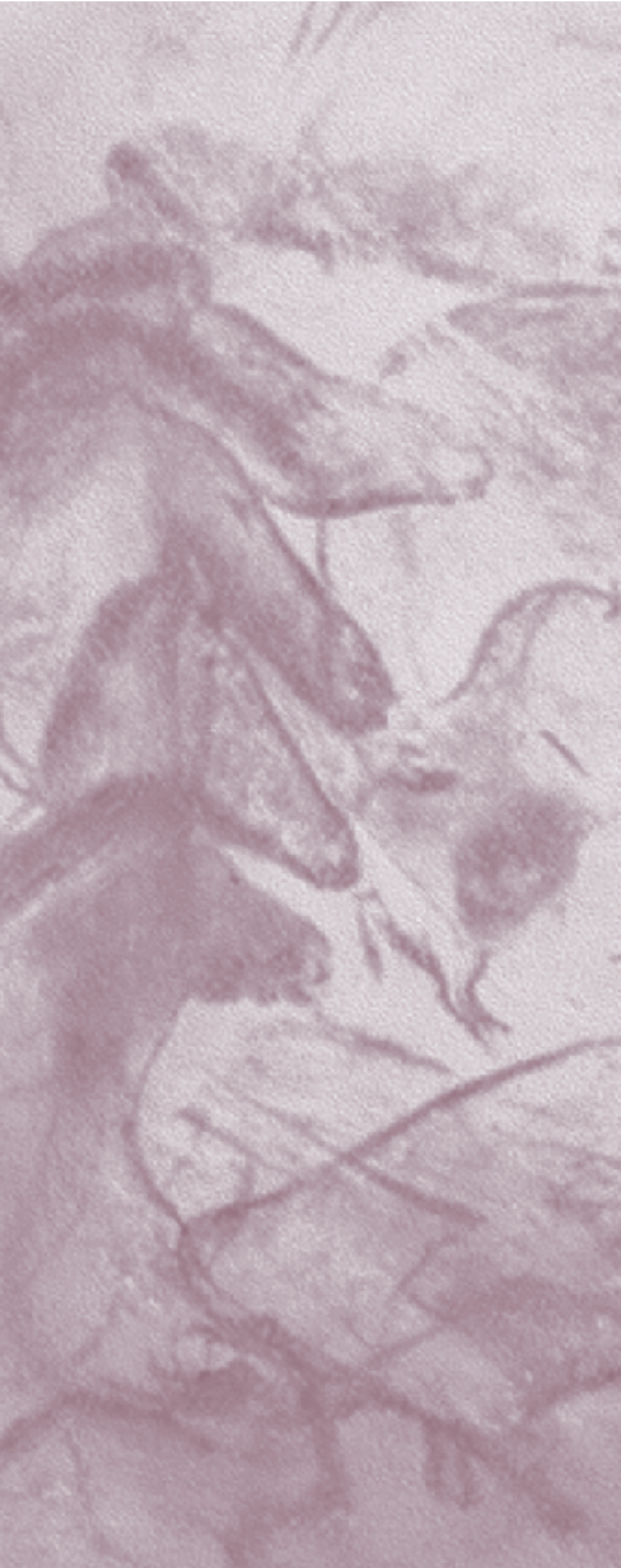
La plataforma online ofrece a los autores la oportunidad de incluir datos que serían imposibles o impracticables de incluir en la versión impresa de la revista. Los autores podrán incluir cuadros y figuras, así como videos, imágenes 3-D, grandes bases de datos o cualquier material adicional que no se pueda imprimir. Todo material suplementario deberá ser enviado con el manuscrito original. Los datos suplementarios deberán referirse en el texto del documento con el prefijo “S” (ej. Cuadro suplementario S1, Figura suplementaria S1). Los archivos suplementarios o adicionales no serán editados ni corregidos, y serán publicados tal y como se envíen. La publicación electrónica del material suplementario necesitará ser aprobada por los editores. Por otra parte, el manuscrito deberá ser autónomo sin el material suplementario (en beneficio de los lectores que sólo tengan acceso a la copia impresa).

El proceso de revisión

Los manuscritos enviados a la revista serán estudiados por dos críticos externos y evaluados por uno de los editores. Si los editores consideran que un documento no es relevante para la revista o que tiene pocas posibilidades de tener una buena evaluación, podrá ser devuelto al autor después de la primera revisión por parte de los editores. Este proceso de rechazo rápido facilita al autor enviar su trabajo para publicación a otros medios. Los manuscritos también podrán ser rechazados por los editores si no se ajustan a las recomendaciones de preparación de manuscritos. Se hará todo lo posible por informar a los autores sobre la revisión dentro del plazo de seis semanas tras la recepción del manuscrito. Si los editores requieren revisiones de un manuscrito antes de su publicación, se dará un máximo de un mes para que dicha revisión se haga efectiva.

Pruebas

La editorial se reserva el derecho a corregir manuscritos con objeto de asegurar que la gramática y la ortografía van en consonancia con el estilo de la revista. El autor recibirá pruebas de página para su última corrección. Las pruebas de página deberán ser revisadas y restituidas por el autor dentro de dos días después de su recepción. La editorial se reserva el derecho de cobrar una cantidad a los autores en caso de excesiva corrección de errores no tipográficos.



ISBN 978-92-5-006475-8 ISSN 2078-6336



9 789250 064758

11353Tr/1/03.10/2300