

TROPICULTURA

2006 Vol. 24 N°3

Trimestriel (July, Augustus, September)

Driemaandelijks (juli- augustus- september)

Se publica po año (julio- agosto- septiembre)



Vache comorienne, Les Comores (Mohéli), décembre 2002.

Crédit: Vétérinaires Sans Frontières, Belgium.

Editeur responsable/ Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruysse
Square du Bastion 1A Bolwerksquare
1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens
de la Direction générale de la Coopération au Développement DGCD
www.dgdc.be
du Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
et Coopération au Développement
www.dipobel.fgov.be,
et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van
de Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS
www.dgdc.be
de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
en Ontwikkelingssamenwerking
www.dipobel.fgov.be
en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT – AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO 24, 3

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

The Effects of Land Configuration and Wood-Shavings Mulch on the Properties of a Sandy Loam Soil in Northeast Nigeria. 1. Changes in Chemical Properties.

Effets de la configuration du terrain et du paillage à la sciure de bois sur les propriétés d'un sol sablo-limoneux dans le nord-est du Nigeria. 1. Changement dans les propriétés chimiques du sol.

Effect van bodemconfiguratie en van zaagselbedekking op de eigenschappen van een zand- slied bodem van Noordoost Nigeria. 1. Veranderingen in de chemische eigenschappen

Efectos de la configuración del terreno y del cubrimiento con aserrín de madera sobre las propiedades de un suelo franco-arenoso en el nordeste de Nigeria. 1. Cambios en las propiedades químicas del suelo

A.M. Chiroma, O.A. Folorunso & A.B. Alhassan 129

Microbiological Evaluation of Broiler Carcasses, Wash and Rinse Water from Pluck Shops (Cottage Poultry Processors) in the County Nariva/Mayaro, Trinidad, Trinidad and Tobago, West Indies

Evaluation microbiologique des carcasses de poulet, de l'eau de lavage et de l'eau de rinçage, des «boutiques pour plumer des volailles» dans le comté de Nariva/Mayaro, Trinidad, Trinidad et Tobago, Les Caraïbes

Microbiologische evaluatie van karkassen van braadkuikens en van het was- en spoelwater van «pluimers werkplaatsen» in de Nariva/Mayaro District, Trinidad, Trinidad en Tobago, Antillen

Evaluación microbiológica de las canales de pollo, del agua de limpieza y del agua de enjuague, de las «tiendas para desplumar las aves» en el condado de Nariva/Mayaro, Trinidad, Trinidad y Tobago, El Caribe.

A. Thomas, C.H.O. Lallo & N. Badrie 135

Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) adulte

Invloed van de vervanging van *Pennisetum purpureum* door voederaardnoten (*Arachis glabrata*) op het aantal eisprongen en de prenatale mortaliteit bij volwassen Guinees biggetjes (*Cavia porcellus* L.)

Efectos de la sustitución por la mani forrajera (*Arachis glabrata*) de la hierba a elefante (*Pennisetum purpureum*) sobre el número de ovulaciones y las mortalidades prenatales del cobaya adulto (*Cavia porcellus* L.)

A. Kenfack, J. Tchoumboué, P. Kamtchouing & F. Ngoula 143

Facteurs décisionnels dans la gestion des ressources hydriques par les éleveurs et agro-éleveurs dans une zone semi-aride du Burkina Faso

Beslissingsfactoren in het beheer van watervoorraden door veehouders en agro-pastoralisten in een semi-aride gebied van Burkina Faso

Factores de decisión en la gestión de los recursos hídricos por los ganaderos y los productores agropecuarios en una zona semiárida de Burkina Faso

B.I.N. Zongo, R. De Deken, P. Lefèvre & E. Thys 147

Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie: mise en évidence de souches de *Lactococcus* résistantes au sel

Melkzuurbacteriën van Algerijnse kameelmelk: aanwezigheid van zoutresistente stammen van *Lactococcus*

Bacteria láctica de la leche de camella de Argelia: puesta en evidencia de líneas de *Lactococcus* resistentes a la sal

Halima Zadi Karam & N-E. Karam 153

Potentiel pour la production d'asticots sur des sous-produits en Côte d'Ivoire

Potentieel van wormproductie met gebruik van bijproducten in Ivoorkust

Potencial para la producción de gusanos sobre subproductos en Costa de Marfil

K.G.M. Bouafou, K.G. Kouame, K.E. Amoikon & A.M. Offoumou 157

Assessment of Adoption Status of Management Practices for West African Dwarf Goat Production in Southwestern Nigeria

Evaluation du statut d'adoption des pratiques de gestion de la production de la chèvre naine ouest-africaine dans le sud-ouest du Nigeria

Evaluatie van het adoptiestatuut van managementpraktijken in de productie van West-Afrikaanse dwerggeiten in het zuidwesten van Nigeria

Evaluación del nivel de adopción de las prácticas de gestión de la producción de la cabra nana de África del oeste en el sur-oeste de Nigeria

Simisola Mercy Odeyinka & D.O. Torimiro 162

Effets des reprises de labour sur les tubercules de *Cyperus rotundus* L. en Nouvelle-Calédonie. I. Effets du cultivateur rotatif et de la herse rotative

Effect van het bewerken van de grond op knollen van *Cyperus rotundus* L. in Nieuw-Caledonië. I. Gevolgen van de roterende schoffel en de roterende dreg

Efectos del reinicio del arado sobre los tubérculos de *Cyperus rotundus* L. en Nueva-Caledonia. I. Efectos del cultivador rotativo y del rastrillo rotativo

O. Ratiarson & A. Falisse 169

Effet de la cuisson et du séchage des noix de karité (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) sur la qualité du beurre

Invloed van het koken en het drogen van de noten van de boterboom (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) op de kwaliteit van de boter

Efectos de la cocción y del secado de las nueces de butirospermo (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) sobre la calidad de la mantequilla

H.M. Womeni, R. Ndjouenkeu, C. Kapseu, Félicité Tchouanguep Mbiapo, M. Parmentier & J. Fanni 175

Etude de l'exploitation et du marché des produits forestiers non ligneux à Kinshasa

Studie van de uitbating en de handel van de niet houtige woudproducten in Kinshasa

Estudio de la explotación y del mercado de los productos forestales no madereros a Kinshasa

A. Biloso & J. Lejoly 183

LES ACTIONS DE LA DGCD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGIS/LAS ACTIVIDADES DE LA DGCD 189

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 191

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned

Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité des auteurs

De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)

Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen únicamente la responsabilidad de los autores

The Effects of Land Configuration and Wood-Shavings Mulch on the Properties of a Sandy Loam Soil in Northeast Nigeria. 1. Changes in Chemical Properties

A.M. Chiroma^{1*}, O.A. Folorunso¹ & A.B. Alhassan¹

Keywords: Savanna- Tillage- Wood-shavings- Soil fertility- Mulches- Land configuration- Nigeria

Summary

*In the savanna region of Nigeria, the search continues for practices that will improve the productivity of the fragile soils characterized by low organic matter and plant nutrients, poor structure and very high permeability. A 4-year (1999-2002) field experiment was conducted to determine the effects of land configuration and wood-shavings mulch on soil chemical properties under rainfed sorghum. The treatments were Flat Bed (FB as control), Open-ridge (OR), Tied-ridge (TR,) Flat bed with wood-shavings mulch (FBM), Open-ridge with wood-shaving mulch (ORM) and Tied-ridge with wood-shavings mulch (TRM). Wood-shavings at the rate of 5 t/ha were used in 1999 but the rate was increased to 10 t/ha during subsequent years to ensure adequate soil coverage. Soil samples from 0.075 m depth were obtained at the end of the third (2001) and fourth (2002) cropping seasons and analysed for pH, organic carbon (OC), total nitrogen (TN), available P (AP), exchangeable acidity, exchangeable K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Na⁺. The results indicate that over the 4-year study period, the topsoil in all the treatments acidified but the rate of acidification was much faster in bare treatments (FB, OR and TR) than in the mulched treatments (FBM, ORM and TRM), irrespective of tillage methods. In 2002; OC, TN and AP in the top 0-0.075 m layer of the wood-shavings amended soil were 24-29, 15-23 and 92-112% higher, respectively, than in the unamended control. OC in this soil layer correlated with TN ($r=0.98^{**}$) and AP ($r=0.97^{**}$). Similarly, the three bare treatments experienced a rapid loss in exchangeable K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Na⁺ between 1999 and 2002 but the reduction was much greater in OR and TR treatments compared to the FB treatment. FBM, ORM and TRM treatments significantly improved the topsoil fertility with respect to exchangeable K⁺, Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ content. This was attributed to the release of these exchangeable cations from the decomposing organic mulch. These results demonstrate the potential of combining ridge tillage with residue mulch in improving the fertility status of the coarse textured soils in the savanna region of northeast Nigeria.*

Résumé

Effets de la configuration du terrain et du paillage à la sciure de bois sur les propriétés d'un sol sablo-limoneux dans le nord-est du Nigeria.

1. Changement dans les propriétés chimiques du sol

*Dans les régions de savane du Nigeria, les recherches se poursuivent sur les pratiques permettant d'améliorer la productivité des sols fragiles caractérisés par un faible taux de matière organique et d'éléments nutritifs, une faible structure et une perméabilité très élevée. Une étude de terrain a été conduite sur 4 ans (1999-2002) pour déterminer les effets de la forme du terrain et du paillage à la sciure de bois sur les propriétés chimiques du sol en culture pluviale de sorgho. Les traitements comprenaient: le semis à plat (SP, témoin), semis sur billons ouverts (SO), le semis sur billons cloisonnés (SC), semis à plat + paillage à la sciure de bois (SPP), semis sur billons ouverts + paillage (SOP), et le semis sur billons cloisonnés + paillage (SCP), 5 t/ha de sciure de bois étaient utilisés en 1999, mais les années suivantes 10 t/ha ont été appliquées afin d'assurer une meilleure couverture du sol. Les échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur de 0,075 m à la fin de la troisième (2001) et quatrième (2002) saisons de culture et ont été analysés pour déterminer le pH, le carbone organique (CO) l'azote total (NT) le phosphore absorbable (PA), l'acidité échangeable, les ions K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ et Na⁺ échangeables. Les résultats montrent que sur les 4 années d'études, la couche superficielle du sol dans tous les traitements a été acidifiée mais le taux d'acidification était plus marqué dans les traitements sur sol nu (SP, SO, SC) que dans les traitements sous paillage (SPP, SOP, SCP) sans tenir compte des méthodes de préparation du sol. En 2002, le CO, le NT et le PA dans l'horizon superficiel du sol de 0,075 m amendé avec paillage à la sciure de bois étaient respectivement 24-29, 15-23 et 92-112% plus élevés que dans le témoin non amendé. Le CO dans cette couche de sol était en corrélation avec le NT ($r=0,98^{**}$) et le PA ($r=0,97^{**}$). De même, les trois traitements à nu ont connu une perte rapide en K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ et Na⁺ entre 1999 et 2002 mais la baisse était surtout élevée dans les traitements SO et SF comparés au traitement SP. Les traitements SPP, SOP*

*Corresponding author. Email: amchiroma@yahoo.co.uk
Department of Soil Science, University of Maiduguri, Nigeria.
Received on 19.03.04 and accepted for publication on 12.04.05.

et SFP ont, de façon significative, amélioré la fertilité de la couche superficielle en ce qui concerne la teneur en K^+ , Ca^{++} et Mg^{++} échangeables. Ceci était attribué à la libération des cations échangeables à partir de la matière organique (paillage) en décomposition. Ces résultats montrent l'intérêt de combiner le billonnage avec l'application d'un paillage à base de sciure de bois pour l'amélioration du statut de la fertilité des sols à texture grossière des savanes du nord-est du Nigeria.

Introduction

Most parts of the arid and semi-arid regions of northeast Nigeria, as well as in other parts of the tropics, are exposed to short duration intense rainstorms. These short duration rainfall events seal the soil surface, reduce infiltration and cause considerable runoff and soil erosion (8). The resulting increase in erosion and runoff during such intense rainstorms in turn affect soil chemical properties such as organic matter, soil nutrients and pH (13, 18).

Tillage practices capable of improving the productivity of these fragile and nutrient poor soils are needed. Ridge tillage is a cultural practice widely used throughout the world with many different modifications but with the same goal; to prepare a seedbed that is elevated above the mean land surface of the field (10). Ridges have been shown to be advantageous in concentrating the top fertile soil layer and for conserving water on some nutrient-deficient savanna soils of Nigeria (14).

Studies conducted in the neighbouring Niger Republic revealed that combining the land configuration practice of ridge tillage with crop residue mulch was found to be effective in reducing soil degradation resulting from nutrient mining and wind erosion (5). Numerous studies conducted in the semi-arid West Africa have shown that tillage practices that leave crop residues on the surface maintain soil fertility (4, 5) and conserve moisture while increasing crop yields (1, 6). However, most of these studies utilized small grain straw as mulch material. None of these studies utilized wood-shavings although several studies conducted elsewhere have demonstrated their potential for nutrient cycling (16, 20). Chipped wood from certain tree or shrub species, are increasingly considered as a potential organic amendment in agricultural soils (15). Following their fragmentation into small chips and their incorporation into soil, they release nutrients and are further degraded by soil microorganisms (11). Wood-shavings are generated in huge amounts by furniture factories and timber sheds spread all over northeast Nigeria. In Maiduguri where the study was carried out, it is estimated that at least 105 metric tonnes of timber are brought in daily from the western part of the country. Despite the magnitude of these wastes generated daily and the possible adverse

effects on the environment, no serious attempts have been made either for their effective utilization or safe disposal.

The objective of our research was to evaluate the effects of ridging and wood-shavings mulch on chemical properties of a coarse-textured soil in a semi-arid region of northeast Nigeria.

Materials and methods

Description of experimental site

The experimental field is situated at the University of Maiduguri Teaching and Research Farm (11° 54'N, 13° 5'E) in northeast Nigeria. Longterm average annual rainfall in Maiduguri is 553 mm, and the distribution is unimodal, starting on average in mid-June and lasting until the end of September (9). The soils at the experimental site are classified as Typic Ustipsamments (22), loosely aggregated with a sandy loam surface texture (6).

Experimental layout

The four-year field experiment was initiated in 1999 and consisted of six treatments in a randomized complete block design with four replications. The experimental plots measured 10 m long and 5 m wide with an average of < 2% slope. Sorghum (var. *Paul Biya*) was sown manually between 11th July and 2nd August depending on the year at a spacing of 0.75 m between and 0.45 m within rows. Sorghum plants were thinned to two seedlings per stand at about 2-3 weeks after planting (WAP) each year. Recommended rates of N, P and K (60: 30: 30) were applied to all the experimental plots just prior to planting each year with the N applied in two split doses, half at planting and the remaining half at 4 WAP. All plots were weeded manually at 4 weeks interval each year. The sorghum plant was harvested between 2nd and 26th November each year.

The experimental treatments consisted of Flat bed (FB), Open-ridge (OR), Tied-ridge (TR), Flat bed with mulch (FBM), Open-ridge with mulch (ORM), and Tied-ridge with mulch (TRM). The FB treatment did not receive any land configuration practice. The OR treatment was established by constructing ridges of

Table 1
Selected properties of the soil of the experimental site and the wood-shavings prior to initiation of the experiment

Property	Topsoil (0-0.075 m depth)	Wood-shavings
pH (1:2.5, H ₂ O)	5.61	ND
ECe (dS/m)	0.03	ND
Organic C (%)	0.38	36
Total N (%)	0.066	0.14
P (mg.kg ⁻¹)	4.20	82.8
Exchangeable cations	(Cmol.kg ⁻¹)	
K	0.17	1.76
Ca	2.70	4.70
Mg	1.90	1.93
Na	0.22	ND
H + Al	0.23	ND
CEC	4.99	ND
Particle size distribution (%)		
Sand	69.74	NA
Silt	18.23	NA
Clay	12.03	NA
Texture	Sandy loam	NA

ND= not determined NA= not applicable

about 0.15 to 0.20 m high at 0.75 m apart. The TR treatment was similar to OR except that dikes 0.15 to 0.2 m in height were established in the furrows at intervals of 2 m to create a series of micro basins for soil water conservation. Ridges and dikes were established manually using a hoe each year prior to planting. FBM was established by applying wood-shavings uniformly on the surface of a flat bed to act as both a surface mulch and organic manure. Wood-shavings in the ORM and TRM treatments were surface applied in the furrow positions. In all the mulched treatments, wood-shavings were added about 2 WAP each year. During the 1999 cropping season, a mulch rate of 5 t/ha was used, this was increased to 10 t/ha during subsequent years to ensure a more adequate soil coverage. Selected properties of the wood-shavings and the soils of the experimental site (sampled before the commencement of the trial in 1999) are given in table 1.

Soil sampling and analysis

Prior to commencement of the experiment in 1999, one composite soil sample from the surface 0-0.075 m layer of each treatment plot was taken for chemical analysis. Additional composite samples from the top 0-0.075 m layer in each treatment plot were collected in the sorghum row just before seeding in the third and fourth year of the experiment. Samples collected were analysed for selected fertility indicators using standard procedures described in detail by Page *et al.* (17). In 1999 only, samples (0-0.15 m depth) from one replicate of each treatment, were taken for soil textural analysis (<2 mm fraction) in the sorghum rows using the Bouyoucos (7) hydrometer method.

Analysis of variance was carried out on all measured parameters and treatment means were compared using the least significant difference (LSD) test at $P < 0.05$. Measured data were related to each other by correlation.

Table 2
Effects of land configuration and wood-shavings mulch on soil pH (H₂O, 1:2.5) and exchangeable acidity (EA) in the third (2001) and fourth (2002) years of the experiment

	FB*	OR	TR	FBM	ORM	TRM	LSD _{0.05}
PH							
2001	4.41	4.52	4.59	4.77	4.72	4.69	0.046
2002	4.38	4.46	4.53	4.72	4.68	4.66	0.054
EA							
2001	0.36	0.34	0.32	0.25	0.26	0.27	0.026
2002	0.39	0.37	0.35	0.29	0.27	0.29	0.026

FB= flat bed, OR= open-ridge, TR= tied-ridge, FBM= flat bed + mulch, ORM= open-ridge + mulch, TRM= tied-ridge + mulch.

Table 3

Effects of land configuration and wood-shavings mulch on soil pH (H₂O, 1:2.5), and the contents of exchangeable acidity, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ and CEC in the surface 0-0.075 m layer at the end of the third (2001) and fourth (2002) cropping seasons

	FB*	OR	TR	FBM	ORM	TRM	LSD _{0.05}
<u>Exch. K⁺</u>							
2001	0.15	0.13	0.12	0.20	0.19	0.18	0.039
2002	0.13	0.12	0.10	0.22	0.20	0.20	0.019
<u>Exch. Ca⁺⁺</u>							
2001	2.37	2.30	2.10	3.10	3.00	3.00	0.269
2002	2.30	2.10	2.00	3.00	3.20	3.10	0.249
<u>Exch. Mg⁺⁺</u>							
2001	1.80	1.70	1.60	2.30	2.10	1.90	0.243
2002	1.70	1.50	1.50	2.40	2.20	2.20	0.207
<u>Exch. Na⁺</u>							
2001	0.19	0.17	0.16	0.23	0.22	0.22	0.025
2002	0.18	0.15	0.15	0.24	0.22	0.22	0.041
<u>CEC</u>							
2001	4.51	4.23	3.98	5.80	5.51	5.30	0.553
2002	4.34	3.87	3.75	6.16	5.82	5.72	0.461

*FB= flat bed, OR= open ridge, TR= tied ridge, FBM= flat bed + mulch, ORM= open ridge + mulch, TRM= tied ridge + mulch.

Results and discussion

Soil pH and exchangeable acidity

Averaged across all treatments, soil pH decreased from an initial value of 5.61 in 1999 to 4.62 in 2001 and 4.57 in 2002. Although the surface soil pH in all treatments decreased as a result of continuous cropping over the four year study period, the decrease was, however, most pronounced in the unmulched treatments, and to a lesser extent in the mulched treatments (Table 2). Since no other amendments were added to the soil but wood-shavings mulch, the lower rate of acidification in the mulched treatments compared to the unmulched treatments may be attributed to the addition of basic cations particularly K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Na⁺ released during wood-shavings decomposition (Table 3).

In the case of K⁺, the addition of small quantities through dust deposition on mulched plots may also have contributed (12). Enrichment of an appalachian mine soil with basic cations such as K⁺, Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺, following the application of wood-chips had earlier been reported (20). On the other hand, the acidification in the unmulched treatments (FB, OR and TR) may be attributed to nutrient mining, loss of buffering capacity as a result of the decline in organic carbon content, leaching of nutrients and the loss of soil and organic matter by wind erosion (5). Total exchangeable acidity was significantly correlated with pH ($r = -0.97$ and $r = -0.96$) for the 2001 and 2002 cropping seasons, respectively. Because of the lower rate of acidification in the mulched treatments

compared to the unmulched treatments, the mulched treatments maintained exchangeable acidity levels slightly above the initial value in both 2001 and 2002. The observed effect may be the result of complexing of Al by organic compounds released following the decomposition of the added organic material (5).

Exchangeable cations and cation exchange capacity (CEC)

Over the four-year study period, annual application of wood-shavings on the surfaces of either the flat bed or ridged plots significantly ($P < 0.05$) improved the fertility status of the sandy loam soil with respect to K⁺, Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ (Table 3). On the other hand, the fertility of the topsoil in the unmulched treatments (FB, OR and TR) generally decreased with the decrease being much greater in the OR and TR treatments compared to the FB treatment. Such a rapid deterioration in soil quality following continuous cropping in the absence of organic amendment input has also been observed by other workers in the same region (5, 19). On average, mulching increased (relative to the 1999 level) the content of exchangeable K⁺ in the topsoil by 20-33% by the third year (2001) and 54-69% by the fourth year (2002). In a similar study, Schoenholtz *et al.* (20) also observed up to 13% increase in exchangeable K⁺ after only two weeks of addition of wood-chips to an appalachian mine soil. Similar treatment differences were also observed for exchangeable Ca⁺⁺ (Table 3). Whereas the mulched treatments irrespective of tillage methods maintained exchangeable Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Na⁺ levels equal or slightly above the initial values in both years, a reduction in the contents of

Table 4
Effect of land configuration and wood-shavings mulch on organic carbon, total nitrogen and available phosphorus in the end of the third (2001) and fourth (2002) years of the experiment

Treatment	Organic carbon (%)		Total nitrogen (%)		Available phosphorus (mg.kg ⁻¹)	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
FB [*]	0.35	0.34	0.062	0.060	2.8	2.6
OR	0.31	0.28	0.056	0.055	2.4	2.2
TR	0.32	0.28	0.058	0.056	2.6	2.4
FBM	0.42	0.44	0.071	0.074	5.3	5.5
ORM	0.41	0.42	0.068	0.072	4.9	5.2
TRM	0.40	0.42	0.066	0.069	4.7	5.0
LSD _{0.05}	0.024	0.022	0.0021	0.0023	0.275	0.255

^{*}FB= flat bed, OR= open-ridge, TR= tied-ridge, FBM= flat bed + mulch, ORM= open-ridge + mulch, TRM= tied-ridge + mulch.

exchangeable Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Na⁺ was observed in the bare treatments (FB, OR and TR).

Ridging and mulching significantly ($P < 0.05$) affected the topsoil CEC in both 2001 and 2002 with the mulched treatments having significantly ($P < 0.05$) higher CEC compared to the unmulched treatments (Table 3). In general, the values of CEC reported in this study are low (CEC < 7 cmol.kg⁻¹) which is an indication of their poor potential to retain plant nutrients.

Organic carbon (OC), total nitrogen (TN) and available phosphorus (AP)

The different management practices significantly ($P < 0.05$) influenced the contents of OC, TN and AP in the top 0-0.075 m layer over the 4-year study period (Table 4). Whereas the bare treatments (FB, OR and TR) maintained OC levels slightly below the initial value in both 2001 and 2002, a significant increase in the content of OC was observed for the mulched treatments (FBM, ORM and TRM). Similar treatment differences were observed for TN and AP in both 2001 and 2002.

The increase in OC content over the initial value after 3-years of annual additions of wood-shavings were 11% for FBM, 9% for ORM and 5% for TRM. The corresponding increases following 4-years of wood-shavings application were 16% for FBM, 11% for both the ORM and TRM treatments. Similar increases of between 3 and 8% in TN and 12 and 26% in AP were observed following 3-years of wood-shavings application. The corresponding increases at the end of the fourth year (2002) of the experiment were 5-15% for TN and 19-31% for AP. Since no other amendments were added to the soil apart from the wood-shavings mulch and in view of the fact that carbon additions resulting from leaf litter are virtually similar for all treatments, the observed increases in OC, TN and AP contents in the mulched plots may be attributed to the release of these elements from the decomposing wood-shavings mulch (20). For a similar coarse-textured mine soil, Schoenholtz *et al.* (20) found increases of up to 18% OC, 10% TN and 19% AP after only 3-years of application of wood-

chips. Studies have shown that during early stage of wood chip decomposition, lignin is first transformed into polyphenols and humic substances by the basidiomycetes fungi, and subsequently incorporated into soil organic matter (3, 21). Lalande *et al.* (15) found up to 24- and 8-fold increase in fungal population following the first and second years, respectively, of wood chip addition. This stimulation of fungal activity lead to a significant increase in the content of OC and TN compared with the unamended soil. Therefore, the observed increase in OC and TN content following third (2001) and fourth (2002) years of wood-shavings addition is expected, since wood chip which contains appreciable amounts of cellulose and lignin is preferentially attacked by fungi (2, 21).

The main practical problem associated with the use of soil amendments rich in lignin is their high C:N ratio, which favours N immobilization by microorganisms (23). Although the N immobilization effect of the added wood-shavings was not investigated in the present study, their high C:N ratio may have stimulated N immobilization by microorganisms as was the case in similar studies. For example, Lalande *et al.* (15) observed a rapid decline in NO₃-N in the first year following the addition of chipped wood from twigs but no such effect was observed in the second year. In our study, the added inorganic -N- fertilizer may have at least to some degree counteracted the immobilization effect of the added wood-shavings as was observed in the increase in OC and TN in the third (2001) and fourth (2002) year (Table 4).

However, the fertility level of the topsoil layer in the flat and ridged plots without mulch progressively declined over the 4-year study period. Such progressive decline in soil fertility following continuous cropping without the return of organic amendment has also been observed by previous workers in the study area (6, 19). The results of the correlation analysis carried out on the data for the year 2002 showed that OC is positively correlated with TN ($r = 0.98$) and AP ($r = 0.97$) thus emphasizing the importance of soil organic matter in improving the fertility status of these coarse textured soils.

Conclusion

These results indicate that over the 4 - year period of our study, the bare and ridged plots without mulch experienced a rapid acidification and a loss in nutrient elements. On the other hand, the practice of no-tillage or ridge tillage farming with adequate retention of wood-shavings on the soil surface maintained a high level of soil fertility and slowed down the rate of acidification. Such improvement in soil quality was

much greater in the flat bed with mulch than in either the open-ridge with mulch or tied-ridge with mulch. These results demonstrate the value of wood-shavings as a fertilizer material. It is therefore concluded that in the savanna region of northeast Nigeria, the practice of no-tillage with adequate retention of residues on the soil surface be encouraged over and above the practice of ridge-tillage with or without mulch.

Literature

1. Alhassan A.B., Kundiri A.M. & Folorunso O.A., 1998, Water use efficiency of millet as influenced by different tillage and residue management practices in semi-arid northeast Nigeria. *J. Arid Agric.* 8, 45-51.
2. Allison F.E., 1973, Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Publishers. Amsterdam, The Netherlands.
3. Anderson J.M., 1988, Spatio-temporal effects of invertebrates on soil processes. *Biology and Fertility of Soils*, 6, 216-227.
4. Bationo A., Wani S., Biélders C.L., Vlek P.L.G. & Mkwunye A.U., 2000, Crop residue and fertilizer management to improve soil organic carbon content, soil quality and productivity in the Desert Margins of West Africa. *In: Lal R., J.M. Kimbe and B.A. Stewart (eds). Global climate change and tropical ecosystems.* CRC S. Press, Boca Raton, pp. 117-245.
5. Biélders C.L., Michels K. & Bationo A., 2002, On-farm evaluation of ridging and residue management options in a sahelian millet-cowpea intercrop. 1. Soil quality changes. *Soil use and management*, 18, 216-222.
6. Chiroma A.M., 1993, Effects of crop residue management and tillage on root growth, yield and water use efficiency of millet on a sandy loam soil. M.Sc. Thesis. University of Maiduguri, Nigeria.
7. Day P.R., 1965, Particle fractionation and particle-size analysis. *In: C.A. Black et al. (editors). Methods of soil analysis, Part 1. Agronomy*, 9, 545-569.
8. Ekwue E.I., 1994, A simple technique for measuring soil infiltration rates during simulated rainfall. *J. Arid Agric. Vols.* 3-7, 95-104.
9. Grema A.K. & Hess T.M., 1994, Water balance and water use of pearl millet-cowpea intercrops in northeast Nigeria. *J. Agric. Water Management*, 26, 169-285.
10. Hatfield J.L., Allmar R.R., Rehm G.W. & Lowery B., 1998, Ridge-tillage for corn and soybean production: environmental quality impacts. *Soil Tillage Res.* 48, 145-154.
11. Hendrickson O., 1987, Winter branch nutrients in northern conifers and hardwoods. *Forest Sci.* 33, 1068-1074.
12. Herrmann L., Jahn R. & Starh K., 1996, Identification and quantification of dust additions in peri-saharan soils. *In: Guerzoni S. and R. Chester (eds.) The impact of desert dust across the Mediterranean.* Kluwer Academic Publ., Dordrecht, p. 172-182.
13. Lal R., 1990 Ridge-tillage. *Soil Tillage Res.* 18, 107-111.
14. Lal R., 1995, Tillage system in the tropics, management options and sustainability implications. *FAO Soils Bulletin* N° 71, Rome, Italy.
15. Lalonde R., Furlan V., Angers D.A. & Lemieux G., 1998, Soil improvement following addition of chipped wood from twigs. *American J. Alternative Agric.* 13, 3, 132-137.
16. Moss S.A., Burger J.A. & Daniels W.L., 1989, Pitch x loblolly pine growth in organically amended mine soils. *J. Environ. Qual.* 18, 110-150.
17. Page A.L., Miller R.H. & Keeney D.R., (eds) 1982, Methods of soil analysis part 2. Chemical and mineralogical properties. *Agronomy Monograph* N°9. ASA-SSSA, Madison WI.
18. Pieri C. & Steiner K.G., 1997, The role of soil fertility in sustainable agriculture special reference to sub-saharan Africa. *Agriculture and Rural Development*, 4, 22-25.
19. Rayar A.J., 1988, Decline in fertility of a semi-arid soil of northeastern Nigeria under continuous cropping. *J. Arid Agric.* 1, 227-241.
20. Schoenholtz S.H., Burger J.A. & Kreh R.E., 1992, Fertilizer and organic amendment effects on mine soil properties and revegetation success. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56, 1177-1184.
21. Smith J.L., Papendick R.I., Bezdicsek D.F. & Lynch J.M., 1993, Soil organic matter dynamics and crop residue management. *In: Metting F.B. (eds). Soil Microbial Ecology.* Marcel Dekker, New York, N.Y., pp. 65-94.
22. Soil Survey Staff., 1990, Keys to soil taxonomy 4th ed. *Soil Management Support Services Technical Monograph*, Pocahontas Press, Blacksburg, Virginia, pp. 422.
23. Sommerfeldt T.G. & Mackay D.C., 1987, Utilization of cattle manure containing wood shavings: effect on soil and crop. *Canadian J. Soil Sci.* 67, 309-316.

O.A. Folorunso, Nigerian, B.Sc. (Physics), University of Ibadan, Nigeria; M.Sc. and Ph.D (Soil Physics), University of California Davis, U.S.A. Professor of Soil Physics at the Department of Soil Science, University of Maiduguri, Nigeria, since 1992.

A.M. Chiroma, Nigerian, B.Sc. Agric., M.Sc. and Ph.D. (Soil and Water Management), University of Maiduguri, Nigeria. Lecturer in the Department of Soil Science, University of Maiduguri, Nigeria, since 2000.

A.B. Alhassan, Nigerian, B.Sc. Agric., M.Sc. (Soil and Water Management), University of Maiduguri, Nigeria, Ph.D Soil and Water Management, (Cranfield University, U.K.), Senior Lecturer in the Department of Soil Science, University of Maiduguri, Nigeria, since 2001.

Microbiological Evaluation of Broiler Carcasses, Wash and Rinse Water from Pluck Shops (Cottage Poultry Processors) in the County Nariva/Mayaro, Trinidad, Trinidad and Tobago, West Indies

A. Thomas¹, C.H.O. Lallo^{2*} & N. Badrie¹

Keywords: Cottage Processing- *Campylobacter*- *Salmonella*- *E. coli*- Poultry- Republic of Trinidad and Tobago

Summary

A study on the prevalence and levels of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* on broiler chicken carcasses, wash and rinse water from pluck shops/cottage poultry processors (CPP) in county Nariva Mayaro Trinidad was done. There are 21 pluck shops/cottage poultry processors in the county, 14 pluck shops were randomly selected for the study. Samples consisted of 28 broiler carcasses, 14 wash water samples and 14 rinse water samples. Over all the isolation rate of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* from broiler carcasses wash and rinse water showed significant differences ($P < 0.05$) between pluck shops. Of the 56 samples examined from the 14 pluck shops sampled, 34 (60.7%) were positive for *Campylobacter*, 34 (60.7%) for *Salmonella* and 40 (71.4%) for *E. coli*. The correlation between the levels of *Campylobacter* found on carcasses and in wash water ($r^2 = 0.657$) and rinse water ($r^2 = 0.600$) was significant ($P < 0.05$) among pluck shops/CPP. There was also a high correlation ($P < 0.05$) between wash and rinse water samples ($r^2 = 0.950$) for *Campylobacter*. *Salmonella* levels on carcasses and in wash water were positively ($P < 0.05$) correlated ($r^2 = 0.947$). Of the 14 pluck shops examined 6 (42.9%) had *Campylobacter* levels that corresponded to infectious dose in humans. The infectious doses for *Salmonella* were isolated from 3 (21.4%) pluck shops and 13 (92.9%) pluck shops evaluated had *E. coli* present at potentially infectious levels. Three pluck shops/CPP (21.4%) had infectious dose for *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* where as all others had infectious levels for one or two pathogens. It was concluded that these pathogens are present in pluck shops/CPP in the county, having levels considered to be potentially infectious to humans and as such there should be health concern.

Résumé

Evaluation microbiologique des carcasses de poulet, de l'eau de lavage et de l'eau de rinçage, des « boutiques pour plumer des volailles » dans le comté de Nariva /Mayaro, Trinidad, Trinidad et Tobago, Les Caraïbes

Une étude a été faite sur la fréquence et les niveaux de *Campylobacter*, *Salmonella* et d'*E. coli* dans les carcasses de poulet, dans l'eau de lavage et l'eau de rinçage dans quelques abattoirs/tueries (BPV)/Transformateurs artisanaux de poulet (TAP) dans le comté de Nariva/Mayaro, Trinidad. Sur les 21 BPV/TAP situées dans ce comté; 14 ont été sélectionnées pour l'étude. Vingt-huit échantillons de carcasses de poulets, 14 échantillons d'eau de lavage et 14 échantillons d'eau de rinçage ont été prélevés. Globalement, le taux d'isolation de *Campylobacter*, de *Salmonella* et d'*E. coli* des carcasses de poulet, de l'eau de lavage et de l'eau de rinçage ont montré des différences significatives entre les BPV/TAP. Dans les 56 échantillons prélevés sur les 14 TAP testés, 34 (60,7%) ont donné un résultat positif pour *Campylobacter*, 34 (60,7%) un résultat positif pour *Salmonella* et 40 (71,4%) un résultat positif pour *E. coli*. La corrélation entre les niveaux de *Campylobacter* trouvés sur les carcasses, l'eau de lavage ($r^2 = 0,657$) et l'eau de rinçage ($r^2 = 0,600$) était significative entre les BPV/TAP. Il y avait aussi une forte corrélation ($P < 0,05$) entre les échantillons d'eau de lavage et d'eau de rinçage ($r^2 = 0,950$) pour le *Campylobacter*. Les niveaux de *Salmonella* sur les carcasses et dans l'eau de lavage ont une corrélation positive ($r^2 = 0,947$). Parmi les 14 BPV contrôlées, 6 (42,5%) ont eu des niveaux de *Campylobacter* qui correspondent à une dose infectieuse chez les humains. Des doses infectieuses pour la *Salmonella* ont été isolées de 3 (21,4%) BPV et 13 (92,9%) des BPV évaluées ont montré des taux d'*E. coli* à un niveau potentiellement infectieux. Trois BPV/TAP (21,4%) ont enregistré une dose infectieuse pour les trois agents pathogènes à la fois tandis que

¹Department of Food Production, Faculty of Science and Agriculture, The University of the West Indies, St. Augustine Campus, Republic of Trinidad and Tobago.

²Open Tropical Forage-Animal Production Laboratory, Department of Food Production, Faculty of Science and Agriculture, The University of the West Indies, St. Augustine Campus, Republic of Trinidad and Tobago.

*Corresponding Author: Tel: 1-868-662-2002, Ext. 2090, Fax: 1-868-645-0479, E-mail massalal@hotmail.com

Received on 14.12.04 and accepted for publication on 14.07.05.

tous les autres ont enregistré des niveaux infectieux pour un ou deux des pathogènes. On en conclut que ces pathogènes sont présents dans les BPV/TAP du comté à des doses potentiellement dangereuses pour l'être humain, et donc doivent être considérés comme un problème de santé publique.

1. Introduction

Broiler meat is the most important source of animal protein accounting for 88% of the meat consumed in Trinidad and Tobago (13). Broiler meat consumption per annum in Trinidad and Tobago is among the highest in the world. Per capita consumption averaged 35.5 kg compared to USA 38.3 kg, Canada 25.8 kg and Brazil 24 kg (31). Several foodborne outbreaks of *Campylobacter* (31), *Salmonella* (17, 20) and *E. coli* (16, 27) were attributed to poultry. *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* have been isolated from commercial poultry processing plants and broiler production units in Trinidad (2, 3). *Campylobacter jejuni* was recognized as a leading cause of acute bacterial gastroenteritis in humans (33).

In several countries, poultry products destined for human consumption were highly contaminated with *Campylobacter* (4). All serotypes of *Salmonella* are pathogenic for man, although some serotypes are more prevalent in disease conditions than others (18). Contamination of broiler carcasses with *Salmonella* has been a source of concern in the microbiological

quality of commercial processing plants (22). *Escherichia coli* are used as an index of faecal contamination of foods and water (3, 7). Adesiyun *et al.* (3) identified evisceration as a significant contributor to the faecal contamination of carcasses during processing of broilers in commercial processing plants in Trinidad. In Trinidad, these large-scale commercial broiler processing plants account for 45% of the broilers processed (chilled and frozen as whole birds or parts), and sold to fast foods outlets, supermarkets and hotels. A major feature of the industry are the pluck shops which account for 55% of the broilers processed and sold to consumers as whole un-chilled birds.

In recognition of the significance of pluck shops (referred to as cottage poultry processors (CPP) in the industry the Caribbean Poultry Association is developing a CPP food safety protocol. This protocol and the regulations therein are consistent with the general principles of food hygiene as contain in the Codex Alimentarius. However, up to date there has

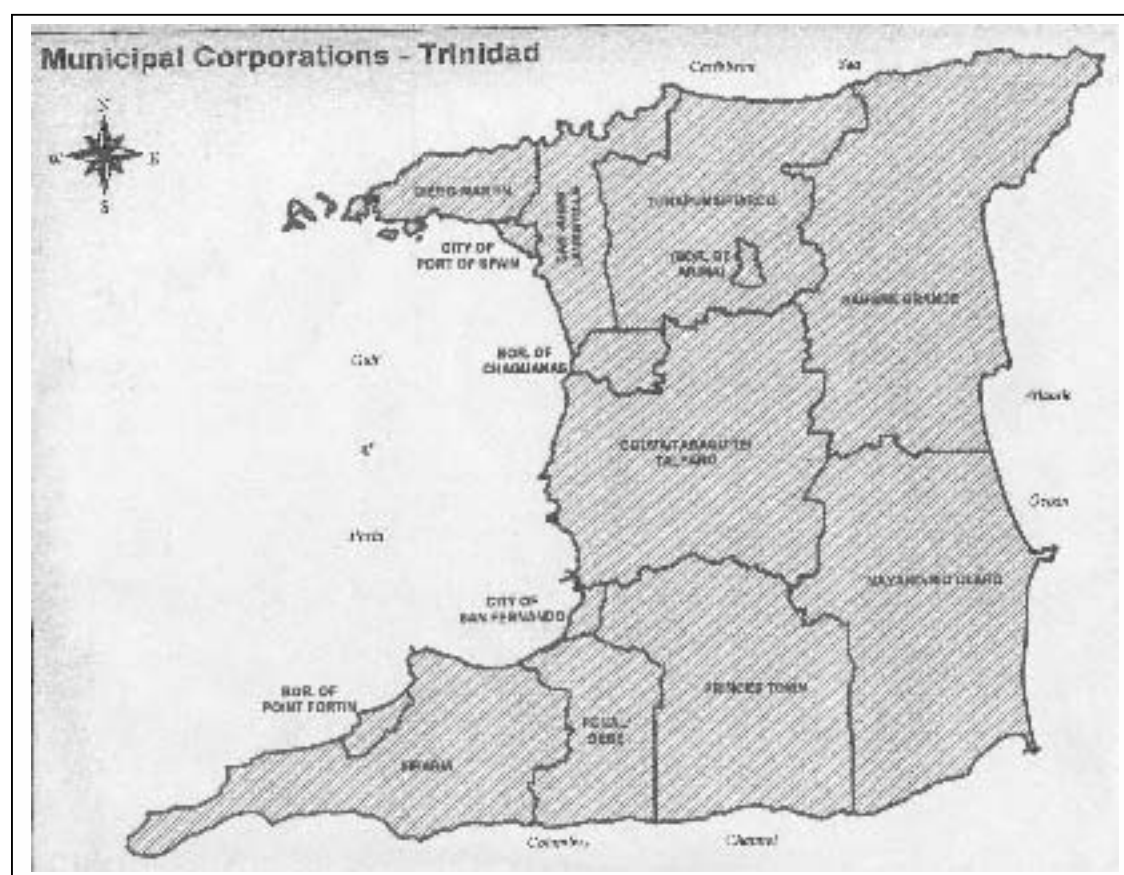


Figure 1:
Map of Trinidad
with the location
of county
Nariva/Mavaro.

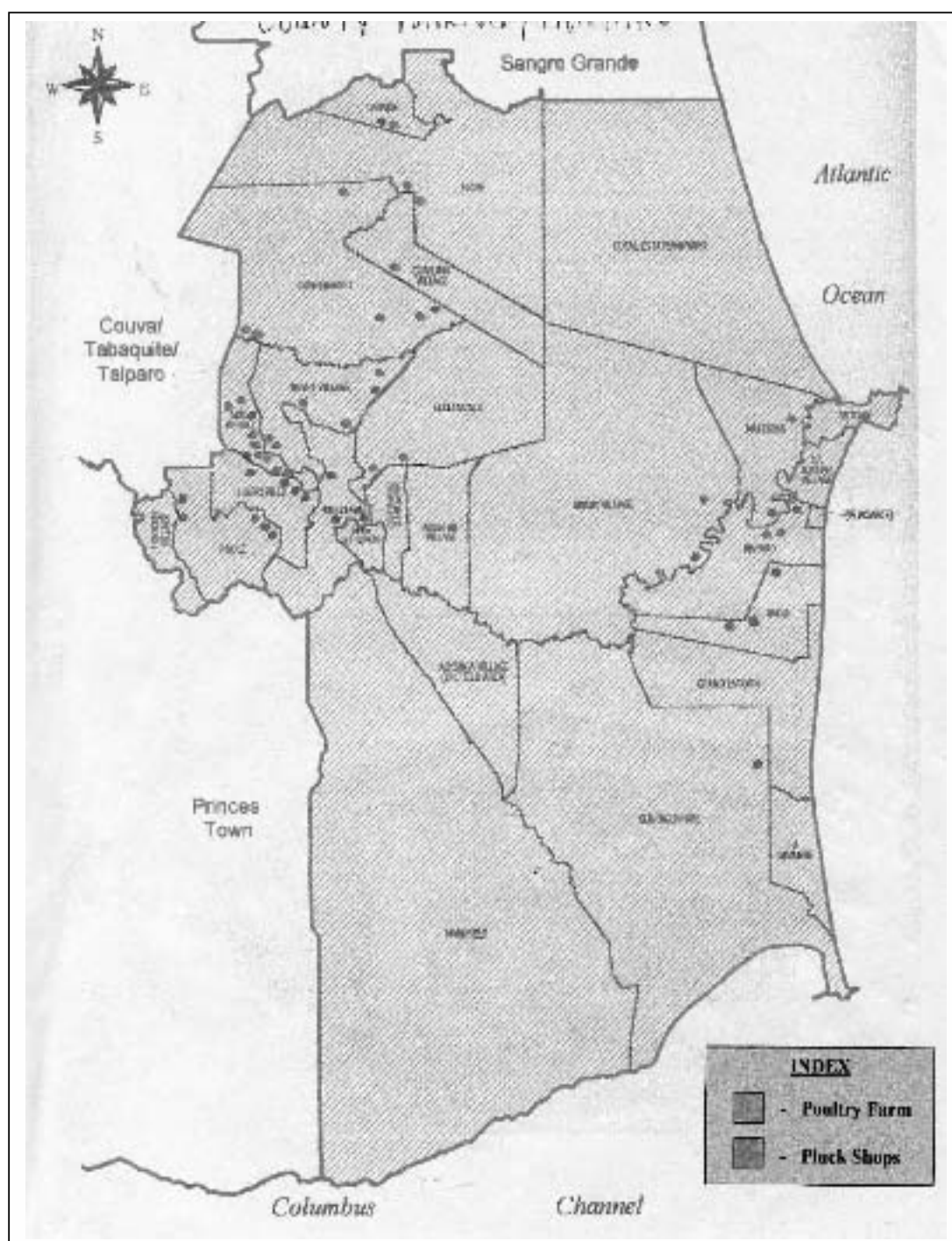


Figure 2: The locations of Pluck Shops/ Cottage Poultry Processors in County Nariva/ Mayaro.

been no published work on the prevalence of microbial organism of public health importance in these pluck shops in Trinidad. Thus, the objective of this study was to determine the prevalence of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* on broiler carcasses, wash and rinse water from pluck shops/CPP in county Nariva/ Mayaro, Trinidad and Tobago.

2. Material and methods

Location and climate

Trinidad is located 10.30 °N latitude and 61.50 °W longitude and has an area of 4828 km². Tobago is

located 11.15 °N latitude and 60.40 °W longitude and has an area of 300 km². There is a wet season from June to December and a dry season from January to May. The maximum temperature ranged from 33.1 to 34.4 °C with a minimum ranging from 20 to 22 °C. Relative humidity ranged from 50.6 to 99.5%. Figure 1 shows the map of Trinidad with the location of the county Nariva/Mayaro

Selection of Pluck Shops/Cottage Poultry Processors
A list of pluck shops/CPP in the county was obtained from the Public Health Inspectorate office Nariva/

Mayaro. The shops were visited and thereby verifying their existence. A total of 21 pluck shops were operating in the county (see Figure 2). 14 pluck shops were selected at random using Minitab (23). The main features of these pluck shops were: a holding area for birds to be slaughtered; a mechanical plucking machine; individual galvanised cone for holding birds during the severing of the jugular; hot water in a 45 gallon galvanised oil drum for scalding birds prior to de-feathering; containers for washing and rinsing carcasses. Washing refers to the first washing of the hot eviscerated carcass where the operator attempts to remove any residual blood, feed material and feather from the inside and outside of the carcass. This was done under running water with a collection pan in a sink. The operator subsequently removes the feet and neck and in a container with potable water the dressed carcass was dipped (rinsing) and then bagged. The number of carcasses rinsed in the same water before it was changed varied among processors. Water used in these facilities came from the municipal supply. Facilities for chilling carcasses were absent in all cases. All birds were slaughtered on demand; hot carcasses were bagged in polyethylene bags and sold to consumers.

Collection of samples

All samples were collected from the 14 randomly selected pluck shops over the period January to March, 2004. Two fresh carcass samples were obtained from each pluck shop. The average weight of each bird ranged from 2.0 to 2.5 kg. Sterile screw cap (20 ml) bottles were used for the collection of wash and rinse water. One sample of wash water and rinse water was taken from the respective container after

Isolation and identification of microorganisms

Each broiler carcass was placed in a sterile polyethylene bag with buffered peptone water (BPW), the volume of BPW was dependent on the weight of the carcasses. The method used was 1 ml BPW per 6 g carcass weight (10). Whole carcass samples were washed for 2 minutes by massaging and shaking according to the surface rinse technique (29, 30). The rinse was then filtered through sterile cheesecloth into sterile bottles. The surface rinse was serially diluted and plated on the various media. The rinse and wash water from the pluck shop was filtered through sterile cheesecloth into sterile bottles to remove any fatty tissue and coarse flesh. The samples were then diluted using BPW, plated and then incubated. All samples were done in duplicates.

Campylobacter

Campylobacter Blood-Free Selective Agar (Modified CCDA-Preston) was used for the isolation and identification of *Campylobacter jejuni*. The medium was prepared as indicated by Bridson (11). Serial

dilutions of carcass rinse were poured onto pre-poured selective media in sterile petri dishes. Also, colonies were isolated by the streak plate method, with the use of sterile cotton-tipped swabs. The plates were then incubated at 42 °C for 48 h. *Campylobacter* are strict microaerophile requiring a microaerophilic atmosphere thus, Campy Pak Plus (Difco Microbiology, Voigt Global Distribution, Kansas City USA) was used (30). Two methods of identification were executed the first of which was by colonial morphology. *Campylobacter* is gram negative this was determined via Gram Staining. Instead of using the recommended Safranin as the counterstain as indicated in the standard procedures Ziehl-Neelsen's carbol-fuchsin stain was used (33).

Salmonella

Salmonella cell numbers from carcass surface rinse, rinse and wash water were serially diluted in phosphate buffered solution (14). Dilutions were plated on selective medium Brilliant Green Agar (BGA) and incubated at 37 °C for 24 h. For the isolation of *Salmonella*, fluid samples from carcass surface rinse, wash and rinse water were pre-enriched in buffered peptone water at 37 °C for 24 h. One ml of pre-enrichment culture was inoculated into 9 ml of selective enrichment tetrathionate broth and incubated at 37 °C for 24 hours. A loopful of enrichment culture was streaked on prepared BGA plates and incubated at 37 °C for 24 h. Suspected colonies were compared to reference pure culture of *Salmonella typhimurium* (ATCC14028 C600L, American Type Culture Collection, Rockville, MD, USA) by colour change of selective medium and colonial morphology as described by Bridson (11) and Flowers *et al.* (17). Also, catalase and oxidase tests were performed on isolated *Salmonella* colonies.

Escherichia coli

Like for *Salmonella*, samples were serially diluted and plated onto a selective medium of Eosin Methylene Blue Agar (EMBA) and incubated at 37 °C for 24 h for the isolation and identification of *E. coli*. Isolated colonies were incubated in *E. coli* (EC) broth tubes at 44.5 °C for 24 h and in 4-methylumbelliferyl-beta-D-glucuronic medium (MUG) at 44.5 °C for 24 h. Using reference pure cultures of *E. coli* (ATCC35218 C1971L; American Type Culture Collection, Rockville, MD, USA), the *E. coli* colonies from samples were identified by greenish metallic sheen by reflected light, and dark purple centers by transmitted light on EMBA plates, fermentation in EC broth tubes and by the presence of bluish fluorescence under a long wave (365 nm) ultraviolet ray in MUG broth tubes (11, 21).

Risk analysis

The prevalence of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* at infectious dose levels were determined from

Table 1
**Infectious Doses* (cell counts) for *Campylobacter*,
Salmonella and *E. coli* (based on the literature)**

Pathogen	Infectious doses (counts)	Adopted
¹ <i>Campylobacter</i>	500 – 800 cells	Barbut (6) Black <i>et al.</i> , (9) McClure (24)
<i>Salmonella</i>	10,000 – 1,000,000 cells	Barbut, (6) Conner <i>et al.</i> , (15) USDA-FSIS (36)
<i>E. coli</i>	100 – 1000 cells	Barbut, (6) Bilgili, (8) USDA-FSIS (36)

¹Note: There is no international standard set for *Campylobacter* infectious doses for humans

* Total ingested range of cells for typical symptoms of appear in foodborne illness.

the literature. An infectious dose may be defined as the number of counts of a pathogen that must be present to cause an infection in humans. Infectious doses used as reference in this study taken from the literature (6, 8, 9, 16, 24, 36) (Table 1).

Statistical analysis

Microbial colonies formed were recorded as cfu.ml⁻¹ (colony forming units per ml of surface rinse, or rinse and wash water). Counts were then transformed to log₁₀ values for subsequent analysis.

One-Way Analysis of variance (ANOVA), Fisher's One-Way Multiple Comparisons, was used to compare counts obtained for *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* between pluck shops. The Minitab programme was used for all statistical analyses (23).

3. Results

Prevalence and levels of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli*

The prevalence of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* from broiler carcasses, wash and rinse water sampled from pluck shops in county Nariva/ Mayaro are presented in table 2. Over all the isolation rate of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* from broiler carcasses, wash and rinse water showed significant differences ($P < 0.05$) between pluck shops. Of the 56 samples examined from the 14 pluck shops sampled, 34 (60.7%) were positive for *Campylobacter*, 34 (60.7%) for *Salmonella* and 40 (71.4%) for *E. coli*.

Table 3 summarizes the mean ($\pm$ SEM) levels of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* isolated from broiler carcasses, wash and rinse water sampled from the pluck shops in the county of Nariva/Mayaro. *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* levels from broiler carcasses, wash and rinse water samples, respectively showed significant differences between pluck shops ($P < 0.05$). The correlation between the levels of *Campylobacter* found on carcasses and in wash water ($r^2 = 0.657$) and rinse water ($r^2 = 0.600$) was significant ($P < 0.05$). There was also a high correlation ($P < 0.05$) between wash and rinse water samples ($r^2 = 0.950$) for *Campylobacter*. *Salmonella* levels on carcasses and in wash water samples were positively ($P < 0.05$) correlated ($r^2 = 0.947$). However, the levels on the carcasses and in the rinse water samples were not significantly ($P > 0.05$) correlated ($r^2 = 0.234$). The correlation between the levels of *E. coli* found on carcasses and in wash ($r^2 = 0.199$) and rinse water ($r^2 = -0.195$) was not significant ($P > 0.05$).

Risk analysis

The bacterial count on the product (broiler carcasses) sold to consumers from the pluck shops/CPP was used to assess the risk to the public. Based on table 3 and literature values (Table 1) a risk analysis was done (Figure 3). Of the 14 pluck shops examined 6

Table 2
Prevalence of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* for carcasses, wash and rinse water sampled from Pluck Shops/Cottage Poultry Processors in County Nariva/Mayaro, Trinidad and Tobago

Samples	Number of Samples	Number/ (%) Positive		
		<i>Campylobacter</i>	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>
Carcasses	28	19 (67.9)	20 (71.4)	25 (89.3)
Wash Water	14	5 (35.7)	8 (57.1)	5 (35.7)
Rinse Water	14	10 (71.4)	6 (42.9)	10 (71.4)
Total	56	34 (60.7)	34 (60.7)	40 (71.4)

Table 3
Mean ($\pm$ SEM) levels of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* isolated from carcasses, wash and rinse water sampled from Pluck Shops/Cottage Poultry Processors in County Nariva/Mayaro, Trinidad and Tobago

Pathogen	Mean log ₁₀ cfu.ml ⁻¹ ($\pm$ SEM)		
	Carcass surface rinse	Wash water	Rinse water
<i>Campylobacter</i>	3.33 (± 0.26)	1.42 (± 0.36)	2.99 (± 0.09)
<i>Salmonella</i>	5.08 (± 0.26)	2.87 (± 0.35)	2.57 (± 0.39)
<i>E. coli</i>	5.46 (± 0.24)	2.23 (± 0.02)	2.04 (± 0.45)

(42.9%) had *Campylobacter* levels that corresponded to potentially infectious dose in humans. The apparent infectious doses for *Salmonella* were isolated from 3 (21.4%) pluck shops and 13 (92.9%) pluck shops evaluated had *E. coli* present at high levels. It was noted that 3 (21.4%) pluck shops had levels for all three organisms that were potentially harmful to human health.

4. Discussion

Food-borne diseases are important public health concerns worldwide and one of the most important food safety hazards is associated with under cooked meat and poultry (19). Broiler meat constituted 88% of all meats consumed in Trinidad and Tobago. A survey of consumers who handled meat at home in Trinidad indicated that 82.2% ($p < 0.01$) considered food safety as very important (5 in press). The Caribbean

Epidemiology Centre (CAREC) indicated that reported cases of food-borne illness for member countries had an incidence rate of 12.9 per 1, 000, 000 persons (12). However, in a recent study in Trinidad 52.5% of the respondent consumers had experienced some form of perceived foodborne illness, with 48.8% having symptoms of vomiting and diarrhea, 36.9% blurred vision, nausea and abdominal pain, 20.2% chill and fever, 19% encountered headaches and 1.2% included other e.g. dizziness (34).

Pluck shop/CPP owners are faced with a complex challenge of controlling contamination by micro-organisms to carcasses of poultry during slaughter and handling. Further, the processes involved in production and processing of poultry introduce a variety of pathogenic microorganisms from several sources. CPP operating in Trinidad and Tobago does not have a standardized protocol for plant or operational procedures. However, the Caribbean Poultry Association (CPA) is in the process of developing food safety protocol for CPP in the Caribbean Community (CARICOM) Region to be adopted by countries such as Trinidad and Tobago.

Prevalence and levels of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli*

It was notable that all pluck shops/CPP evaluated showed presence of *Campylobacter*. *Campylobacter* is a common inhabitant of the gastrointestinal tract of many domestic birds (28). Abu-Ruwaida *et al.* (1) reported 100% recovery rate from chicken carcasses during processing in a modern commercial slaughterhouse in Kuwait. Adesiyun *et al.* (3) reported 56.3% prevalence of *Campylobacter* from commercial broiler processing plants in Trinidad. Shih (30) showed that the isolation rate of *Campylobacter* spp. from conventional retail markets in Taipei was 68% and was not so different to current result. In an earlier study, lower rates (49%) of *Campylobacter* contamination were reported for processed boilers (26). The prevalence of *Salmonella* (60.7%) in pluck shops for county Nariva/Mayaro in Trinidad is lower than the reported 100% for modern commercial plants in Kuwait (1) and lower than that reported on broiler carcasses (73.7%) by Blankenship *et al.* (10). However, the value was higher than that isolated (56.3%) by Adesiyun *et al.* (2) from commercial broiler processing plants in Trinidad. In a recent study Guven *et al.* (19) found the prevalence of *E. coli* was 0% in 1 g of sample for processes raw goose carcasses marketed in Kars (Turkey) compared to 71.4% for *E. coli* in current study.

Under cooked poultry products are perceived to be responsible for significant amount of human illness because of the relatively high frequency of contamination with *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* among other pathogens. Higher levels of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* were found on

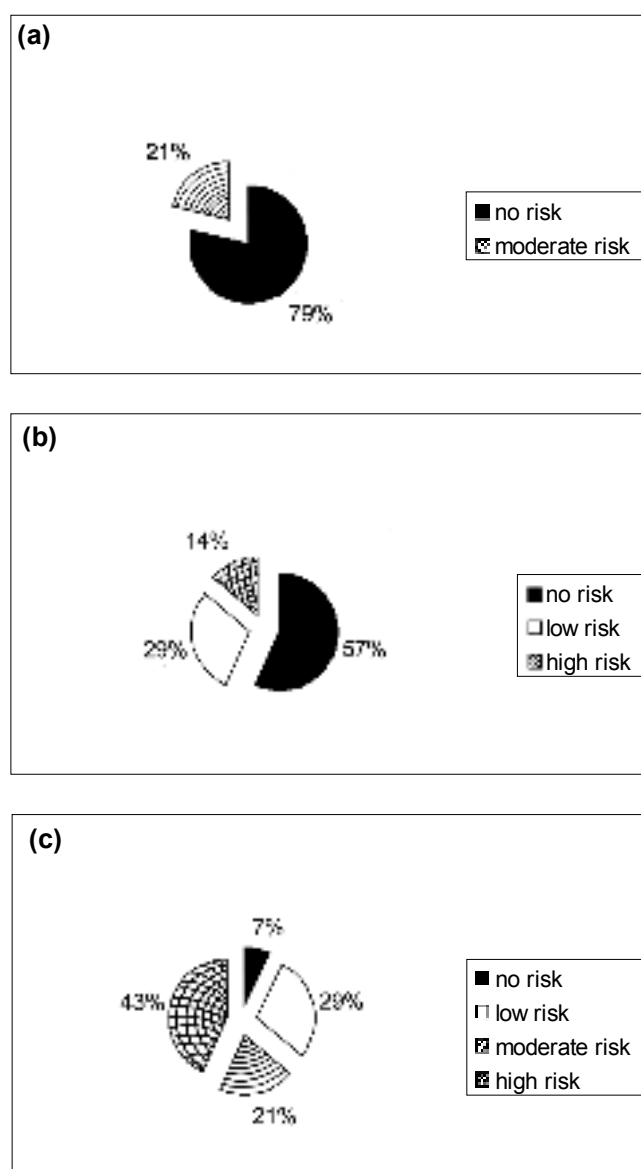


Figure 3: Percentage of pluck shops showing potential risk for (a) *Salmonella*, (b) *Campylobacter*, and (c) *E. coli*.

carcasses compared to wash and rinse water samples collected from broiler processing at pluck shops/CPP in the current study Table 3. The mean $\log_{10}$ cfu. ml^{-1} ($\pm$ SEM) levels for *E. coli* on broiler carcasses as reported by Blankenship *et al.* (10) was $1.71 (\pm 0.76)$ this was much lower than levels isolated from pluck shops (5.46 ± 0.33) in the current study. *E. coli* presence is generally used as an indication of faecal contamination which increases during slaughtering (1). Microbial contamination may be a direct result of cross contamination which may occur during slaughtering and handling. Microbes may be present on hands, broiler carcasses, equipment e.g. feather picker and in water used. Since wash water was a collection from the washing of several carcasses, it would be consistent with high level of correlation found for *Salmonella* ($r^2 = 0.947$) and *Campylobacter* ($r^2 = 0.657$) on carcasses and in wash water samples. No correlation was however, found between the level of *E. coli* found on carcasses and in wash water ($r^2 = 0.199$) and in rinse water ($r^2 = -0.195$). This may be partially explained by the use of running water to wash carcasses that became soiled by faecal matter. Further, there was a high prevalence of this organism among pluck shops. *E. coli* level on carcasses was 59.2% above that of the wash and 62.6% above the rinse water. These differences observed may be due to the phenomena of surface fixation of bacteria as it impacts on their recovery (22).

Risk levels of pathogens

Over the past decade, *Campylobacter jejuni* has been recognized as an important cause of human enteritis with isolation rates from diarrheic patients often equaling or exceeding the rates of *Salmonella*. Literature shows that significantly more *Campylobacter* – afflicted patients had consumed poultry, further more *Campylobacter* affected patients more often used shorter cooking times for preparing chickens. Figure 3 showed that of the pluck shops/CPP surveyed 6 (42.9%) had apparent infectious levels of *Campylobacter*. Having no set International standard for *Campylobacter* the public health significance of its presence cannot truly be determined. Further more

Campylobacter has many strains with varying level of virulence and specific strains were not identified. Under cooked poultry products are perceived to be responsible for significant amount of human illness because of high frequency of contamination of poultry with *Salmonella* spp. (20). Only 3 (21.49%) of 14 pluck shops had apparent infectious levels of *Salmonella* ($> 10,000$ cells). Although the *Salmonella* levels are low it is not consistent with low levels obtained at broiler farms in Trinidad (3). The increased levels noticed may be a direct result of cross contamination. Nisbet *et al.* (25) stated that conditions of slaughter houses tend to allow the spread of *Salmonella* among carcasses with ranges upward from 21%, similar to current results obtained from pluck shops. Thirteen (92.8%) of 14 pluck shops evaluated had high levels for *E. coli*. The presence of such high levels is indicative of poor sanitary conditions during handling (6). High *E. coli* is also indicative of faecal contamination, a major public health concern.

Three pluck shops had levels for *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* considered being potentially harmful to human health, where as all others had apparent infectious levels for one or two pathogen. The major differences between the three shops and the others were levels of output and level of infrastructures. The level of pathogen is an indication of the output of the CPP and their ability to avoid/control the effects of cross contamination.

5. Conclusion

Results obtained may be characterized as an indicator of the occurrence of *Campylobacter*, *Salmonella* and *E. coli* in Pluck Shops/CPP in county Nariva Mayaro, Trinidad. Since it was outside the scope of this study the strains were not characterized as to their pathogenicity. Thus, making it difficult to ascertain the true risk they pose to consumers. Never the less, it is evident that these pathogens are present in pluck shops/CPP in the county, having levels considered to be potentially infectious to humans and as such there should be health concern. Thus, the competent authority needs to conduct further in-depth studies in this area.

Literature

1. Abu-Ruwaida A.S., Sawaya W.N., Dashti B.H., Murad M. & Al-Othman H.A., 1994, Microbiological quality of broilers during processing in a modern commercial slaughterhouse in Kuwait. *Journal of food protection*, 57, 887-892.
2. Adesiyun A.A., Ojo M.O., Mohammed K. & Garcia G., 1994, Frequency of isolation of *Campylobacter* and *Salmonella* from live broilers reared by contract farmers in Trinidad. *Bull. Anim. Health. Prod. Africa*, 42, 167-172.
3. Adesiyun A.A., Ojo M.O., Webb L. & Paul C., 1992, Isolation of *Campylobacters*, *Salmonella* and *Escherichia coli* from broilers in commercial poultry processing plants in Trinidad. *In: Proc. of the 3rd world congress on food borne infections and intoxication 16-19th June, Berlin, 1992*. Pp 468-474.
4. Annan-Prah A., & Janc M., 1988, Chicken-to-human infection with *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* biotype and serotype correlation. *Journal of food protection*, 51, 562-564.
5. Badrie N., Gobin A., Dookeran S. & Duncan R., 2005, Consumer awareness and perception to food safety hazards in Trinidad, West Indies. *Food Control* (in press).
6. Barbut S., 2002, Poultry products processing: an industry guide. CPC Press LLC. Florida, USA. Pp 546.
7. Barnes H.J. & Gross W.B., 1997, *Colibacillosis*. pp. 321-330. *In: E. Calnek (eds). Diseases of poultry*. 10th Edition: Iowa State University Press. Iowa, USA.
8. Bilgili S.F., 2001, Poultry meat inspection and grading. Pp 47-72. *In: Alan R. Sams (eds) Poultry meat processing*. CRC Press LLC. Florida, USA.

9. Black R.E., Levine M.M., Clements M.L., Hughes T.P. & Blaser M.J., 1988, Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *Journal of infectious diseases*, 57, 472-479.
10. Blankenship L.C., Bailey J.S., Cox N.A., Musgrove M.T., Berrang M.E. Wilson R.L., Rose M.J. & Dua S.K., 1993, Broiler carcass reprocessing, a further evaluation. *Journal of food protection*, 56, 983-985.
11. Bridson E.Y., 1998, The oxid manual. 8th eds. Publ. Oxoid Ltd. England. Pp.170-237.
12. CAREC, 2000, Reported cases of communicable diseases – Epidemiologic weeks 1-12 of 1999 and 2000. Caribbean epidemiological centre, Port-of-Spain, modified 16th June, 2000. [http://www.carec.org/data/comm-dis/00wks 1-12/table 3.htm](http://www.carec.org/data/comm-dis/00wks%201-12/table%203.htm). accessed 24-03-2005.
13. Caribbean poultry association, 2004, FTA poultry industry opportunities and challenges for CARICOM. In: Improving poultry industry competitiveness in processing, further processing and food safety. Broiler processing and marketing school, 2004. Publ. Caribbean poultry association Mc Cooke Pen, St. Catherine, Jamaica, W.I.
14. Che Y.H., Li Y., Slavik M. & Paul D., 2000, Rapid detection of *Salmonella typhimurium* in chicken carcass wash water using an immunoelectrochemical method. *Journal of food protection*, 63, 1043-1048.
15. Conner D.E., Davis M.E. & Zhang L., 2001, Poultry – borne pathogens: plant considerations. Pp. 137-158. In: Sams A.R. (eds). *Poultry meat processing*. CRC Press LLC. Florida, USA.
16. Dyckman L.J. & Lansburgh J.E., 2002, Meat and poultry: Better USDA oversight and enforcement of safety rules needed to reduce risk of food-borne illness. Pp. 101-135. In: Smyth V.L. (eds), *Food safety is anyone watching?* Nova Science Publishers Inc., New York, USA.
17. Flowers R.S., D'Aoust J.Y., Andrews W. H. & Bailey J.S., 1992, *Salmonella*. Pp. 371- 422. In: Vanderzant C. & Splitstoeser D.F. (eds). *Compendium of methods for Microbiological examination of foods*. American public health association. Washington, D. C., USA.
18. Frazier W.C. & Westhoff D.C., 1998, *Food microbiology*. McGraw-Hill Book Company Singapore. Pp. 539.
19. Guven A., Gulmez M., Duman B. & Sezer C., 2002, The microbiological contamination of traditionally processed raw goose carcasses marketed in Kars (Turkey). *Internet journal of food safety*, 3, 4-7.
20. Hitchins A.D., Hartman P.A. & Todd E.C.D., 1992, Coliforms- *Escherichia coli* and its toxin. pp. 325-369. In: Vanderzant C. & Splitstoeser D.F. (eds). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. American public health association, Washington, D.C.
21. Jones F., Axtel R.C., Tavers F. R., Rivers D.V., Scheideler S.E. & Wineland M.G., 1991, Environmental factors contributing to *Salmonella* colonization of chickens. Pp. 3-21. In: Blankenship L.C. (eds). *Colonization control of human bacterial enteropathogens in poultry*. Academic Press, New York, USA.
22. Lillard H.S., 1989, Incidence and recovery of *Salmonella* and other bacteria from commercially processed poultry carcasses at selected pre and post-evisceration sites. *Journal of food protection*, 52, 88-91.
23. Minitab Inc., 2003, Statistical software release 14 for windows. Publ. Minitab Inc., USA.
24. McClure P.J., 2002, Microbiological hazard identification in the meat industry. Pp. 217-236. In: Kerry J. and Ledward D. (eds). *Meat processing improving quality*. Woodhead publishing limited. Cambridge UK. & CRC Press LLC, Florida. USA.
25. Nisbet D.A. & Ziprin R.L., 2001, *Salmonellosis* in animals. Pp. 265-284. In: Hui Y., Pierson M. and Gorham J. (eds). *Foodborne Disease Handbook* 2nd ed., Revised and expanded. Vol. 1: Bacterial Pathogens. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.
26. Oosterom J., Nothermans S., Karman H. & Engels G.B., 1983, Origin and prevalence of *Campylobacter jejuni* in poultry processing. *Journal of food protection*, 46, 339-344.
27. Ray B., 1996, *Fundamental food microbiology*. CRC Press, Boca Raton Florida, USA. Pp. 516.
28. Reilly S.S. & Gilliland S.E., 2003, Improving culturing techniques for *Campylobacter*. *Journal of food science*, 68, 2752- 2757.
29. Russell S.M., Cox N.A. & Bailey J.S., 1997, Sampling poultry carcasses and parts to determine bacterial levels. *J. Appl. Poultry Res.* 6, 234-237.
30. Shih D.Y., 1999, Isolation and identification of enteropathogenic *Campylobacter* spp. from chicken samples in Taipei. *Journal of food protection*, 63, 304-308.
31. Singh R. & Seepersad G., 2001, A profile of the broiler industry in Trinidad and Tobago. In: *The caribbean poultry industry: competitiveness trade policy and development strategies*. Publ. caribbean poultry association. Pp. 20.
32. Skirrow M.B., Fido R.G. & Jones D.M., 1981, An outbreak of presumptive food-borne *Campylobacter enteritis*. *J. Infect.* 3, 234-236.
33. Stern N.J., Patton C.M., Doyle M.P., Park C.E. & McCardell B.A., 2001, *Campylobacter*. In: Vanderzant C. and Splitstoeser D.F., *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4th ed. Publ. american public health association. Washington, D.C. USA. Pp. 301-307.
34. Surujlal M. & Badrie N., 2003, Household consumer food safety study in Trinidad, West Indies. *Internet journal of food safety*, 3, 8-14.
35. USDA-FSIS, 1996, Pathogenic reduction; hazard analysis and critical point (HACCP) Systems, Final rule. United States Department of Agriculture- Food Safety and Inspection Service, 9 CFR Part 304, Fed. Regis, 61 (n° 144), 38806, July 25, 1996.
36. USDA-FSIS, 2004, Electronic Code of Federal Regulation (e-CFR), Animals and animal products. 9, CFR Volume 2. Part 381. Poultry products inspection regulations. Food safety and inspection service, United States Department of Agriculture. Website at http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/textidx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title09/9tab_02.tpl (updated 21 June, 2005).

A. Thomas, Jamaican, B.Sc (Hons), student, Department of Food Production, Faculty of Science and Agriculture, The University of the West Indies, St. Augustine Campus, Republic of Trinidad and Tobago.

C.H.O. Lallo, Jamaican, B.Sc (Hons) M.Sc, Lecturer in Animal Production, Open Tropical Forage-Animal Production Laboratory, Department of Food Production, The University of the West Indies, St. Augustine Campus, Republic of Trinidad and Tobago.

N. Badrie, Trinidadian, Ph.D, Food Science, Senior lecturer in Microbiology, Department of Food Production, Faculty of Science and Agriculture, The University of the West Indies, St. Augustine Campus, Republic of Trinidad and Tobago.

Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpurum*) sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) adulte

A. Kenfack^{1*}, J. Tchoumboué¹, P. Kamtchouing² & F. Ngoula¹

Keywords : *Arachis glabrata*- Substitution- *Pennisetum purpurum*- Ovulation- Prenatal mortalities- Guinea pig- *Cavia porcellus*- Cameroon

Résumé

En vue d'étudier les effets de la substitution par *Arachis glabrata* de *Pennisetum purpurum* sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye, 36 animaux dont 30 femelles et 6 mâles ont été répartis en 3 lots identiques. A chacun des lots a été attribuée au hasard une ration caractérisée par un niveau de substitution. Le nombre d'ovulations ($2,00 \pm 0,40$) a été moins élevé avec la ration la plus enrichie en arachide fourragère qu'avec les autres rations par ailleurs identiques ($2,20 \pm 0,30$). Seule la ration ayant la deuxième teneur en cette légumineuse a enregistré une mortalité prénatale, soit 4,20% des zygotes formés.

Summary

Effects of *Arachis glabrata* Substitution to *Pennisetum purpurum* on the Ovulations' Number and the Prenatal Mortalities in Adult Guinea-pig (*Cavia porcellus* L.)

In order to study the effects of *Pennisetum purpurum* substitution by *Arachis glabrata* on the ovulations' number and the prenatal mortalities in guinea-pigs, 36 animals including 30 females and 6 males were divided into 3 identical groups. To each group were randomly allotted one of the three diets characterised by its substitution level. The number of ovulation (2.20 ± 0.30), identical between the two rations with less legumes forage has been higher compared to the diet containing the greatest quantity of legume (2.00 ± 0.40). Only the group of guinea-pigs fed with a ration including the second highest level of forage legume recorded one prenatal mortality, which represented 4.20% of formed zygotes.

Introduction

Le cobaye (*Cavia porcellus* L.) est largement élevé et consommé par des populations de nombreuses régions du Cameroun. Il constitue une source secondaire de revenu et son élevage n'exige pas un capital important.

L'aliment utilisé en caviaculture moderne, composé de maïs (10%), du son de blé (40%), du son de riz (30%), du tourteau de palmiste (10%), du tourteau de coton (8%) et de la farine de soja (2%) est celui adapté aux besoins du lapin. Il présente l'inconvénient d'élever le coût de production du cobaye; sa productivité sous ce régime reste faible, la taille de la portée étant de deux petits en moyenne et l'intervalle entre deux mises-bas consécutives avoisinant 75 jours (6, 8). En élevage paysan, ces animaux sont nourris au reste de cuisine et à l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpurum*), donc à des rations essentiellement énergétique.

Des légumineuses du genre *Desmodium* et *Arachis glabrata* (arachide fourragère) se sont révélées très appétibles au cobaye. La première est présente dans la nature à l'état sauvage et la seconde est intéressante par sa facilité à être cultivée. Dans nos précédents travaux (12), une étude comparative des performances de reproduction du cobaye recevant des rations alimentaires incluant l'une ou l'autre de ces espèces végétales a été réalisée; dans l'ensemble, les performances ont été meilleures avec *Arachis glabrata*. La taille de la portée est cependant restée inchangée sous l'effet de l'arachide fourragère. Pour expliquer cela, nous avons suspecté un échec du développement jusqu'à terme de certains zygotes formés. Par ailleurs, si les effets de cette espèce fourragère sur certains paramètres de reproduction sont connus, en revanche, la quantité à servir pour une meilleure productivité numérique n'a pas encore

*Département des Productions Animales, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP 222, Dschang, Cameroun. Tel: (+237) 5105666. Adresse électronique: agkenf1@yahoo.fr

¹Département des Productions Animales, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP 222, Dschang, Cameroun.

²Département de Biologie et Physiologie Animales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, BP 812, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 28.03.05 et accepté pour publication le 01.08.05.

fait l'objet d'une étude. Pour ces raisons, la vérification de l'hypothèse susmentionnée et la recherche du degré d'incorporation à une ration pour une portée maximale ont été les objectifs de nos travaux. Afin d'apprécier la disponibilité des protéines de ce végétal pour le cobaye, nous nous sommes proposés de mesurer la teneur de son sérum en azote.

Matériel et méthodes

1-Caractéristiques géoclimatiques de la zone d'étude

L'étude a été effectuée à la ferme d'application et de recherche de l'Université de Dschang entre mai et septembre 2001. Dschang (lat. N 5°26 et long. E 10°26) se situe à 1.400 mètres d'altitude. La température moyenne est de 20 °C et l'humidité relative atteint 83,5%.

La pluviométrie se situe entre 2.000 et 2.400 millimètres, inégalement répartie entre une saison de pluie (mi-mars à mi-novembre) et une saison sèche.

2-Animaux d'expérience

Un effectif de 36 cobayes de race locale, dont 30 femelles primipares non gravides et 6 mâles a été acquis des élevages traditionnels. Agés de 4 à 5 mois, ces animaux avec un état corporel non susceptible d'entraver les chaleurs ou de causer de préjudice à la virilité du mâle pesaient en moyenne 400 grammes.

3-Logement et alimentation

A l'intérieur d'un bâtiment, 6 loges identiques ont été délimitées sur le sol par des tôles métalliques. Elles ont été tapissées d'une couche de paille sèche servant de litière.

Les cobayes de chaque groupe recevaient une ration composée de son de blé, d'herbe à éléphant et d'arachide fourragère, chacune des espèces fourragères servies sous forme de tiges et feuilles fraîches. Le tableau 1 résume la composition et les caractéristiques chimiques des rations

expérimentales. La ration R₃ renfermait 1.110 grammes de graminées. Cette quantité était substituée par la légumineuse à 18,00% dans R₂ et 36,03% dans R₁. Le taux de substitution a été calculé sur le poids frais par la règle suivante:

$$\begin{aligned} QR_3 \text{ (quantité de } P. \text{ purpureum en } R_3) & \text{-----} 100 \% \\ QR_1 \text{ (quantité de } P. \text{ purpureum en } R_1) & \text{-----} x_i \% \\ \text{Taux de substitution} & = 100 - x_i \\ & = 100 - (100 QR_1 : QR_3). \end{aligned}$$

La quantité d'arachide fourragère servie quotidiennement en R1 était la plus grande consommée sans refus par un groupe de 6 animaux.

4-Conduite de l'essai

Pendant 3 semaines, les cobayes ont été élevés, les mâles isolés des femelles. Ils avaient un accès libre à chaque ingrédient d'un aliment à base d'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*), d'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) et de son de blé. A l'issue de cette phase, les femelles ont été réparties en 3 lots expérimentaux de 5 animaux ayant chacun une répétition. A chaque lot ont été attribuées une loge et une des 3 rations expérimentales, précédemment décrites, choisies au hasard. Un mâle a été introduit dans chaque lot de 5 femelles 6 jours après le début de la distribution des rations expérimentales. Le site d'élevage était éclairé à la lumière du jour. Ces conditions ont été maintenues jusqu'au sacrifice des femelles, à l'approche de la période de parturition, précisément 55 jours à partir de la cohabitation avec le mâle.

5-Collecte des données et test statistique utilisé

A l'abattage, les corps jaunes présents sur chaque ovaire ainsi que les fœtus dans les cornes utérines ont été comptés. Toutes les situations dans lesquelles le nombre de corps jaunes était supérieur au nombre de fœtus dans l'utérus étaient considérées comme des cas de mortalité prénatale. Le sang a été récolté des vaisseaux sanguins jugulaires pendant le sacrifice des

Tableau 1
Composition et caractéristiques bromatologiques des rations expérimentales

Composition (g)	Rations		
	R ₁	R ₂	R ₃
Son de blé	150	150	150
<i>Pennisetum purpureum</i>	710	910	1110
<i>Arachis glabrata</i>	500	300	100
Caractéristiques			
Matière sèche (%)	26,07	25,74	25,10
Matière protéique brute (%)	16,19	16,01	15,07
Cellulose brute (%)	22,48	23,19	24,03
Cendres (%)	9,94	11,12	12,53
Energie métabolisable (Kcal.kg-1MS)	1713,18	1624,82	1520,54

L'énergie métabolisable (EM) a été calculé par la formule de Sibbald suivante:

EM= 3.951+54,4MG -88,7CB-40,8 CE où MG= matière grasse; CB= cellulose brute; CE= cendres.

Tableau 2
Variation de la teneur du sérum en azote, du nombre d'ovulations et des mortalités prénatales avec le taux de substitution

Rations	Taux sériques d'azote (mg / ml)	Nombres d'ovulation	Mortalités prénatales (%)
R ₁ (36,03% de substitution)	5,30 ± 1,40	2,00 ± 0,40	0,00 ± 0,00
R ₂ (18,00% de substitution)	4,90 ± 1,40	2,20 ± 0,30	4,20 ± 0,10
R ₃ (0,00% de substitution)	4,00 ± 0,90	2,20 ± 0,30	0,00 ± 0,00

Toutes les observations ont été faites sur 10 animaux.

reproductrices. Le sérum surnageant à la suite de la coagulation a été prélevé et sa concentration en azote a été mesurée par la technique de Kjeldahl (1).

Le test de Mann-Whitney (9) au seuil de 5% a été utilisé pour la comparaison des moyennes obtenues.

Résultats et discussion

Les effets de la substitution partielle de l'herbe à éléphant frais par l'arachide fourragère sur le taux sérique d'azote, le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales sont résumés dans le tableau 2.

La teneur en azote du sérum augmente en ligne brisée avec le niveau d'arachide fourragère dans la ration. Ainsi, elle a été plus élevée avec la ration R₁ suivie dans l'ordre de R₂ et de R₃ sans qu'aucune différence ne soit significative ($P > 0,05$). Toutefois la quantité d'azote du sérum varie proportionnellement avec la matière protéique brute de la ration (Tableau 1), ce qui témoigne de la bonne digestibilité par le cobaye des substances azotées de l'arachide fourragère. Même si l'augmentation de l'azote sanguin avec la teneur de la ration en cette légumineuse n'a pas été significative, la tendance confirme néanmoins l'accroissement de la concentration plasmatique de certains acides aminés chez la brebis ayant consommé de grandes quantités d'azote (13). En effet, les légumineuses se caractérisent par leur richesse en protéines; leur incorporation dans une ration essentiellement énergétique élève son niveau d'azote et par conséquent celui du sang de l'animal l'ayant ingérée.

Le nombre d'ovulations n'a pas augmenté dans le même sens que la quantité d'arachide fourragère et donc d'azote dans la ration. Il a été plus faible ($2,00 \pm 0,40$) chez les animaux recevant la plus grande quantité de légumineuse (au détriment de la graminée) mais pas de manière significative ($P > 0,05$) comparé à celui des autres lots par ailleurs identiques ($2,20 \pm 0,30$). Etant donné que le nombre d'ovulation constitue la taille potentielle de la portée, ce résultat confirme celui ayant montré l'absence d'influence du nombre de petits à la naissance par une supplémentation de la ration par l'arachide fourragère chez le cobaye (12). L'apport de la légumineuse dans la ration ayant enrichi cette dernière en matière protéique brute, le résultat du présent essai se rapproche de ceux d'après lesquels les protéines n'ont pas d'effet sur le nombre d'ovulations chez la chèvre alpine (2) et chez la truie

(5). Il contredit cependant celui ayant montré un lien positif entre la concentration du plasma en azote et le nombre d'ovulation chez la brebis (13). Il semble que chez les rongeurs l'ovulation est plus sensible au principe énergétique de la ration qu'au niveau protéique (11). Dans la présente étude, la ration la plus riche en protéines est aussi celle qui présente la valeur la plus élevée en énergie métabolisable. L'absence de différence significative observée est vraisemblablement liée à la faible variation des proportions entre ingrédients des différentes rations, ce qui rend compte de l'étroitesse des intervalles de variation des caractéristiques bromatologiques entre les 3 rations (Tableau 1). Il est aussi possible que la différence peu considérable entre les nombres d'ovulation caractérise cette race de cobaye, la taille de la portée chez elle, le plus souvent, ne dépassant pas 2 et semblant beaucoup plus tributaire des facteurs autres (numéros de mise-bas, poids et âge de la reproductrice) (6, 8) que nutritionnels.

Les mortalités prénatales ont été presque inexistantes dans tous les lots. L'unique cas où l'on a enregistré dans les cornes utérines un nombre de fœtus inférieur au nombre de corps jaunes présumant ainsi une mortalité prénatale a été obtenu avec la ration R₂. Il existe une relation entre le nombre d'ovulations et la survie des embryons ou des fœtus. Plus précisément, lorsque le nombre d'ovulation augmente, il s'en suit généralement une diminution des chances de développement des embryons jusqu'au terme de la gestation due à l'insuffisance de l'espace utérin (3, 4, 7) ou à la compétition pour les ressources nutritives disponibles (10). Les nombres d'ovulation obtenus à partir des différentes rations de la présente étude (Tableau 2) auraient été faibles pour entraîner des mortalités. Cette faible ovulation aurait permis à l'utérus de supporter tous les fœtus formés.

Conclusion

De l'étude de l'influence de la substitution partielle par l'arachide fourragère de l'herbe à éléphant sur le taux sérique d'azote, le nombre d'ovulation et les mortalités prénatales chez le cobaye, il est apparu que:

- le taux sérique d'azote diminue avec l'augmentation du niveau d'arachide fourragère dans la ration;
- le nombre d'ovulations n'a pas varié avec la teneur de la ration en cette légumineuse;

-le taux de mortalité prénatale n'a pas été corrélé avec la proportion d'arachide fourragère.

Ainsi, la substitution de cette source de protéines au *Pennisetum purpurum* n'a influencé ni le nombre d'ovulation, ni le développement des zygotes issus de

la fécondation.

Dans les conditions de l'essai, il ne semble pas exister un niveau d'incorporation d' *Arachis glabrata* qui améliore la taille de la portée chez le cobaye adulte.

Références bibliographiques

- 1- AFNOR (Association Française de Normalisation), 1984, Produits agricoles alimentaires: directives générales de dosage de l'azote avec minéralisation selon la méthode de Kjeldahl. Pp. 263-266.
- 2- Bocquier F., Leboeuf B., Rovel J. & Chillard Y., 1998, Effets de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur les performances de reproduction des chevrettes Alpines. Inra. Prod. Anim. 11, 311-320.
- 3- Davis G.H., Horries C.A. & Dodds K.G., 1998, Genetic study of prolificacy in New Zealand sheep. Journ. Anim. Sc. 62, 2, 289-297.
- 4- Driancourt M.A., Martinat-Botté F. & Terqui M., 1998, Contrôle du taux d'ovulation chez la truie: l'apport des modèles hyperprolifiques. Inra Prod. Anim. 11, 221-226.
- 5- Etienne M. & Père M.L., 1998, Adaptations métabolique et physiologique au cours de la gestation chez la truie. Inra. Prod. Anim. 11, 250-253.
- 6- Fotso J.M., Ngou Ngoupayou J.D. & Kouomenioc J., 1995, Performances expérimentales des cobayes élevés pour la viande au Cameroun. Cahiers Agri., 4, 65-69.
- 7- Hugues P. & Varley M., 1980, Reproduction in pigs. Butterwarths and Co- publishers, Ltd, London.
- 8- Manjeli Y., Tchoumboué J., Njwé R.S.M. & Teguia A., 1998, Guinea-pig productivity under traditional management. Trop. Anim. Hlth Prod. 30, 2, 115-122.
- 9- Mialaret G., 1996, Statistique. Presses universitaires de France, Paris, 219 p.
- 10- Mohler J.R. & Sheets E.W., 1986, Genetic growth difference in guinea-pig. Techn. Bull. U.S. depart. Agr. 222 p.
- 11- Monget P., Etienne M. & Rosetta L., 2001, Métabolisme énergétique et reproduction. Pp. 749-769. In: Thibault C. et Levasseur M., La reproduction chez les mammifères domestiques. Nouvelle édition entièrement refondue.
- 12- Tchoumboué J., Niba A.T. & Kenfack A., 2001, Comparative study on the influence of supplementation with two legumes (*Arachis glabrata* benth and *Desmodium intortum*) on the reproductive and growth performance of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.). Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr. 49, 74-83.
- 13- Waghorn G.C., Smith J.F. & Vlyatt M.J., 1990, Effects of protein and energy intake on digestion and nitrogen metabolism in whethers and on ovulation in ewes. Anim. Prod. 51, 291-300.

A. Kenfack, Camerounais, DEA, Enseignant assistant au Département des Productions Animales de l'Université de Dschang, Cameroun.

J. Tchoumboué, Camerounais, Professeur, Enseignant au Département des Productions Animales de l'Université de Dschang, Cameroun.

P. Kamtchouing, Camerounais, Professeur, Enseignant au Département de Biologie et Physiologie Animales de l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

F. Ngoula, Camerounais, DEA, Enseignant assistant au Département des Productions Animales de l'Université de Dschang, Cameroun.

Facteurs décisionnels dans la gestion des ressources hydriques par les éleveurs et les agro-éleveurs dans une zone semi-aride du Burkina Faso

B.I.N. Zongo^{1*}, R. De Deken², P. Lefèvre³ & E. Thys⁴

Keywords: Water management- Pastoral hydraulic engineering- Surface water- Wells Boreholes- Waterholes- Burkina Faso

Résumé

Une étude a été conduite dans une zone semi-aride du Burkina Faso, pour identifier les facteurs qui influencent éleveurs immigrés et agro-éleveurs autochtones dans la gestion des ressources hydriques. Les résultats de l'étude montrent que le pâturage, l'eau et d'autres facteurs secondaires influencent le choix de l'éleveur lors de son installation dans une zone. Le village et l'origine géographique des producteurs peuvent influencer l'utilisation des différents types de points d'eau. L'étude montre, aussi, que la facilité d'accès ou d'exhaure et la proximité influencent également leurs choix. Ces facteurs expliquent pourquoi éleveurs et agro-éleveurs utilisent fréquemment (56 à 94%) les eaux de surface pour abreuver les bovins et les ovins, et les forages (41,1 à 76,9%) pour abreuver les ovins et les caprins. Les puits sont utilisés de façon marginale. Les eaux de surface exercent une attraction, sur les deux catégories de producteurs, dans un rayon de 4 km. Les facteurs qui déterminent les comportements des éleveurs et agro-éleveurs dans la gestion des ressources hydriques sont similaires: le type de point d'eau, la distance et l'espèce animale influencent leurs choix. Cependant, les deux groupes présentent des différences dans les niveaux de fréquentation des points d'eau.

Summary

Decisional Factors in the Water Resources Management by the Livestock Keepers and the Agro-pastoralist in a Semi-arid Zone of Burkina Faso

A survey was carried out in a semi-arid zone of Burkina Faso in order to determine the factors influencing water management by allochthonous livestock keepers and native agro-pastoralists. The results of the study showed that the availability of water and grazing land as well as some other factors influence the livestock keepers on the place where to settle in a zone. The village and the geographical origin of the producers can influence the utilisation of the different types of watering points. The study shows also that easy access, easy drawing of water and proximity influence their choices. These factors explain why livestock keepers and agro-pastoralists used on a rather high level (56 to 94%) surface water to water cattle and sheep, and boreholes (41.1 to 76.9%) to water sheep and goats. Surface water attracts farmers if the distance to cover does not exceed 4 km. The factors determining the behaviours of livestock keepers and agro-pastoralists in water management were similar. The type of watering point, the distance and the animal species influence their choices. They however present differences in the levels of using watering points.

Introduction

Depuis plusieurs années, les effets d'une crise climatique entraînent une migration des éleveurs du nord vers le sud du Burkina Faso à la recherche d'un meilleur environnement hydrique et fourrager. Cette situation est, cependant, source de conflits permanents et violents dont les points d'eau sont parfois l'enjeu (6, 9). Or, dans le domaine pastoral, la maîtrise et le contrôle de l'eau constituent des éléments essentiels de la gestion rationnelle du milieu (1, 15). De ce fait, le programme d'aménagement pastoral du pays accorde à l'hydraulique une place importante (6). Pour rationaliser et optimiser l'utilisation des

ressources hydriques, il est nécessaire de connaître au préalable les déterminants du comportement des producteurs dans l'utilisation de ces ressources. Si les zones arides ont fait l'objet de plusieurs études (13), les pratiques traditionnelles d'abreuvement dans les régions semi-arides et sub-humides sont très peu connues. L'objectif de cette étude est de déterminer les principaux facteurs qui influencent l'utilisation des ressources hydriques dans une zone semi-aride et les différences de stratégie entre éleveurs immigrés et agro-éleveurs autochtones.

¹Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Ouagadougou, 07 BP 5404, Ouagadougou 07 Burkina Faso; tel: 226-70-239783; e-mail: isidorez@yahoo.com

²Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropical, Antwerpen, Belgique.

³Département de Santé Publique, Institut de Médecine Tropical, Antwerpen, Belgique.

⁴Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropical, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique, e-mail: ethys@itg.be

Reçu le 09.05.05 et accepté pour publication le 29.08.05.



Carte 1: Carte du Burkina Faso montrant la localisation de la zone d'étude et l'origine géographique des éleveurs immigrés.

Matériel et méthodes

1. Zone de l'étude

L'étude a été conduite au Burkina Faso, dans la vallée de la Nouhao, une zone semi-aride comprise entre 11°06' et 11°33' de latitude nord et entre 0°2' et 0°22' de longitude ouest (Carte 1) (14). C'est une zone d'accueil d'immigrants (10), relativement riche en points d'eau naturels (8). Elle est comprise dans l'ensemble écoclimatique soudanien dont la pluviosité annuelle est comprise entre 600 à 1.200 mm répartis sur 4 à 6 mois. Les sols sont principalement de type ferrugineux tropical. La végétation est de type savanicole, avec divers types de pâturage composés essentiellement de graminées (2). Les principaux animaux domestiques sont les bovins, les ovins et les caprins (18). La vallée a été aménagée en zones à vocations pastorale et agricole (4).

2. Etude des points d'eau

Les points d'eau de la zone de l'étude ont été répertoriés et classifiés en eaux de surface (rivière, retenue d'eau naturelle ou artificielle), forages, puits et puisards (trou peu profond et de diamètre relativement petit) (5). Les coordonnées géographiques des points d'eau et des concessions des ménages échantillonnés ont été établies par l'intermédiaire d'un Global Positioning System (GPS). Les données ont été traitées par le logiciel ARCVIEW®GIS 3.2 (Environmental Systems Research Institute, Inc. USA) pour déterminer les distances entre concessions et points d'eau.

3. Interview des producteurs

L'unité d'observation était le ménage représenté par son chef. Deux populations ont été distinguées: les éleveurs (allochtones) et les agro-éleveurs

(autochtones). L'étude a été conduite dans 10 villages sélectionnés par choix raisonné. La liste des ménages a été élaborée avec l'aide des responsables villageois. Celle-ci a fourni une base de sondage de 362 éleveurs et 625 agro-éleveurs, dont un échantillon de 130 ménages par population a été extrait par un tirage systématique indépendant des villages. Avant la réalisation des enquêtes, le questionnaire a été testé dans deux villages. Il était axé sur l'identification et la caractérisation du ménage, sur la composition et la taille du troupeau, ainsi que sur la gestion de l'abreuvement.

4. Entretiens collectifs

Deux entretiens collectifs (3, 11), l'un avec des éleveurs et l'autre avec des agro-éleveurs, ont été organisés dans deux villages pour mieux comprendre leurs pratiques respectives en ce qui concerne la conduite de l'élevage. Chaque groupe comprenait sept producteurs, trois membres d'organisations paysannes et trois femmes. Les entretiens se sont déroulés en langue locale et ont été enregistrés. Ils portaient sur les personnes impliquées dans l'abreuvement et la conduite des troupeaux au pâturage, les perceptions réciproques des différences entre les deux catégories de producteurs et les stratégies liées à l'abreuvement. Une attention particulière a été accordée pour distinguer les situations les plus communes des cas particuliers.

5. Analyses statistiques

Le logiciel STATA (17), a été utilisé pour les analyses paramétriques, notamment la régression logistique et la régression de Poisson.

Le logiciel CART (*Classification and Regression Tree Analysis*) (19) a été utilisé pour établir, par

Tableau 1
Récapitulatif des principales variables discriminantes dans l'arbre de
classification pour les trois espèces animales

Types de points d'eau	Bovins		Ovins			Caprins	
	V1	V2	V1	V2	V3	V1	V2
Eau de surface	Vil	OG	Vil	OG	NO	Vil	OG
Puits	Vil	-	-	Vil	-	Vil	OG
Forage	Vil	OG	Vil	OG	-	Vil	OG
Puisard	Vil	OG	Vil	OG	NO	OG	Vil

V= variable discriminante Vil= village OG= Origine géographique NO= Nombre d'ovin

espèce animale, des arbres de classification avec comme variables dépendantes: «utilisation d'eau de surface», «utilisation de forage», «utilisation de puits», «utilisation de puisard». Les variables prédictives suivantes ont été utilisées pour les bovins: «nombre d'homme», «nombre d'actif», «taille du ménage», «nombre de bovin», «nombre de petit ruminant», «catégorie de producteur», «village», «ethnie», «origine géographique». Pour les ovins et les caprins, les mêmes variables ont été utilisées en substituant toutefois la variable «nombre de petits ruminants» par les variables «nombre d'ovins» et «nombre de caprins». Le logiciel CART est basé sur une méthode non paramétrique de segmentation dichotomique qui permet d'analyser les liens entre une variable choisie au préalable et d'autres variables. Les liens identifiés entre les données sont présentés sous la forme d'un organigramme, composé de nœuds intermédiaires et de nœuds terminaux (16).

Résultats

1. Facteurs déterminant le choix des éleveurs pour un point d'eau lors de leur installation

Les proportions d'éleveurs ayant cités l'un ou l'autre facteur ont permis de déterminer leur importance relative. L'analyse de régression logistique a permis de classer ces facteurs en trois groupes significativement différents les uns des autres ($p < 0,05$):

Groupe 1 (100% des ménages): le pâturage et l'eau.

Le pâturage est perçu sous l'angle de la quantité, mais aussi de la qualité (existence de certaines espèces herbacées pérennes ou de toute saison et de ligneux fourragers). L'eau est systématiquement évaluée par rapport à la taille du troupeau et à la main-d'œuvre disponible.

Groupe 2 (34% des ménages): le faible risque de dégâts dans les champs.

Groupe 3 (12 à 22,3% des ménages): l'existence d'un type de sol compatible du point de vue traditionnel avec les animaux; la présence d'autres éleveurs; la proximité d'un centre de santé; l'existence d'arbres fruitiers.

2. Facteurs influençant l'utilisation des points d'eau dans la zone de l'étude

Le village et l'origine géographique se sont révélés les variables explicatives les plus déterminantes et les plus communes (Tableau 1). La taille du troupeau est également une variable importante dans l'utilisation des eaux de surface et des puisards par les ovins. La variable la plus communément omise dans les arbres de classification des trois espèces, est le nombre d'actifs. La taille du ménage n'a pas non plus d'influence sur l'abreuvement des caprins.

3. Facteurs liés à l'espèce animale, à la nature des points d'eau et à leurs distances d'accès

Les eaux de surface (Tableau 2) sont utilisées très fréquemment par les éleveurs et les agro-éleveurs

Tableau 2
Récapitulatif des principales variables étudiées par catégorie d'éleveur
et par espèce pour les eaux de surface

Espèces animales	Niveau de fréquentation (%)		Distance maximale d'accès (km) ¹		Nombre de points d'eau utilisés ²	
	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs
Bovins	94,6	94,2	2,0	2,1	3	2
Ovins	56,6	56,0	1,6	1,0	2	1
Caprins	16,1	33,1	0,9	0,5	1	1

1= Distance moyenne parcourue par les éleveurs et agro-éleveurs pour abreuver les animaux au point d'eau ou à domicile.

2= Nombre total de points d'eau utilisés au cours de la saison sèche.

Tableau 3
Récapitulatif des principales variables étudiées par catégorie d'éleveur
et par espèce pour les puisards

Espèces animales	Niveau de fréquentation (%)		Distance maximale d'accès (km) ¹		Nombre de points d'eau utilisés ²	
	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs
Bovins	63,8	40,7	1,5	1,3	1	1
Ovins	56,6	14,7	1,3	0,9	1	1
Caprins	45,4	3,3	1,3	1,1	1	1

1= Distance moyenne parcourue par les éleveurs et agro-éleveurs pour abreuver les animaux au point d'eau ou à domicile.

2= Nombre total de points d'eau utilisés au cours de la saison sèche.

pour abreuver les bovins (plus de 94%) et les ovins (plus de 56%).

L'analyse logistique a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre éleveurs et agro-éleveurs ($p > 0,05$). La facilité d'accès est le principal motif invoqué (92 à 100% des éleveurs et des agro-éleveurs) pour abreuver bovins et ovins aux eaux de surface.

Les distances moyennes à parcourir pour atteindre les eaux de surface ont été significativement plus élevées que celles des autres types de points d'eau ($p < 0,01$).

Les éleveurs parcourent plus de distance que les agro-éleveurs pour y abreuver les ovins.

Le nombre maximum de points d'eau de surface différents utilisé par les éleveurs ou par les agro-éleveurs au cours de l'année a été de trois. Par contre, ce nombre maximum a été de un pour les autres types de points d'eau. Quand plusieurs points d'eau de surface étaient utilisés au cours de l'année, les utilisateurs s'éloignaient progressivement de plus en plus des concessions. Les distances moyennes maximales parcourues ainsi pour atteindre ces eaux de surface étaient de 4,1 km pour les éleveurs et de 2,7 km pour les agro-éleveurs. 91,5% des éleveurs et 71,5% des agro-éleveurs ont opté pour le creusement de puits ou de puisards à proximité des concessions lorsque la distance parcourue jusqu'à l'eau de surface par les éleveurs et les agro-éleveurs dépassait respectivement 3,4 et 3,7 km pour les bovins et 2,1 et 2,3 km pour les ovins (Tableau 6).

La fréquentation des eaux de surface pour l'abreuvement des caprins est faible (inférieure à 34%). La proximité des points d'eau est, dans ces cas,

l'unique motif avancé aussi bien chez les éleveurs que les agro-éleveurs.

Les puisards (Tableau 3) constituent la seconde source d'eau la plus fréquentée dans l'abreuvement des bovins chez les éleveurs et les agro-éleveurs (respectivement 63,8% et 40,7%). Les principaux motifs associés à leur fréquentation sont la facilité d'accès pour les bovins et les ovins (plus de 55% chez les deux catégories de producteurs) et la pratique de l'abreuvement à domicile pour les caprins (100% chez les deux catégories de producteurs). La régression de Poisson a montré que leurs distances moyennes d'accès (de 0,9 à 1,5 km) sont significativement différentes de celles des autres types de points d'eau ($p < 0,05$). Il n'existe, cependant pas de différences significatives entre éleveurs et agro-éleveurs ($p > 0,05$).

La fréquentation des forages (Tableau 4) est importante dans l'abreuvement des ovins et des caprins (respectivement 41,1 et 49,5% pour les éleveurs; 61,5 et 76,9% pour les agro-éleveurs). Les proportions sont significativement plus élevées chez les agro-éleveurs que chez les éleveurs ($p < 0,01$). Les principaux motifs associés à leur fréquentation par les éleveurs ou agro-éleveurs sont la proximité pour les bovins et les ovins (plus de 52% des éleveurs ou agro-éleveurs) et la pratique de l'abreuvement à domicile pour les caprins (100% pour les deux catégories de producteurs).

Les puits (Tableau 5) sont fréquentés de façon marginale, en particulier par les éleveurs. La raison principale de leur fréquentation est l'absence d'alternative.

Tableau 4
Récapitulatif des principales variables étudiées par catégorie d'éleveur et par
espèce pour les forages

Espèces animales	Niveau de fréquentation (%)		Distance maximale d'accès (km) ¹		Nombre de points d'eau utilisés ²	
	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs
Bovins	33,1	19,8	1	0,5	1	1
Ovins	41,1	61,5	1	0,5	1	1
Caprins	49,5	76,9	1	0,5	1	1

1= Distance moyenne parcourue par les éleveurs et agro-éleveurs pour abreuver les animaux au point d'eau ou à domicile.

2= Nombre total de points d'eau utilisés au cours de la saison sèche.

Tableau 5
Récapitulatif des principales variables étudiées par catégorie d'éleveur et par
espèce pour les puits

Espèces animales	Niveau de fréquentation (%)		Distance maximale d'accès (km) ¹		Nombre de points d'eau utilisés ²	
	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Agro-éleveurs
Bovins	0,0	19,6	0,0	0,4	0	1
Ovins	0,0	17,4	0,0	0,3	0	1
Caprins	0,9	17,4	0,8	0,5	1	1

1= Distance moyenne parcourue par les éleveurs et agro-éleveurs pour abreuver les animaux au point d'eau ou à domicile.

2= Nombre total de points d'eau utilisés au cours de la saison sèche.

4. Entretiens collectifs

Chez les deux catégories de producteurs, le gardiennage des ovins et leur abreuvement (aux points d'eau autres que les puits) sont assurés par les enfants quand les effectifs atteignent 8 à 10 têtes. Les caprins ne sont pas gardés à cause de leur rusticité et de leur comportement individualiste, rendant difficile leur regroupement au pâturage. Les bovins, par contre, sont gardés par les adultes chez les éleveurs et par des groupes d'enfants chez les agro-éleveurs. D'autres membres du ménage s'associent aux bergers au moment de l'abreuvement, lorsqu'un travail d'exhaure est nécessaire. En général, les agro-éleveurs possèdent de petits troupeaux composés souvent de boeufs de traits et pratiquent la complémentation alimentaire. Par contre, les effectifs des éleveurs sont plus importants et leur mobilité plus grande. L'élevage naisseur est cependant en progression chez les agro-éleveurs.

Discussion

L'eau et le pâturage sont indissociables dans l'activité pastorale (13, 20), et constituent donc les facteurs (100%) considérés comme primordiaux par les éleveurs lors de leur installation dans une zone. Le choix du point d'eau est motivé par des facteurs sous-jacents complexes. Parmi ceux-ci, la taille du troupeau et la disponibilité en main-d'œuvre jouent un rôle important (20). Cette disponibilité en main-d'œuvre dépend, en partie, de la santé des actifs des ménages. Du coup, les points d'eau proches des centres de santé acquièrent une certaine importance. Par ailleurs, les règlements de conflits, presque toujours en défaveur de l'éleveur dans un milieu principalement agricole (12), incitent les éleveurs à choisir des pâturages qui minimisent les risques de conflits.

L'influence du village et de l'origine géographique des éleveurs et agro-éleveurs sur la façon dont l'eau est utilisée dans la zone de l'étude pourrait être la conséquence de facteurs indirects: la distance séparant parcs et points d'eau, la pression des villageois sur certains points d'eau, la profondeur des puits (13), peuvent constituer des facteurs limitant l'utilisation des points d'eau.

Le nombre de têtes d'ovins influence l'utilisation de l'eau de surface et des puisards, car leur gardiennage n'a lieu que si le troupeau compte un certain nombre de têtes. Le nombre d'actifs, par contre, n'est pas un facteur discriminant dans l'abreuvement. En effet, les éleveurs en tiennent compte au moment de leur installation et les agro-éleveurs mettent en commun leur main-d'œuvre en cas de besoins. La pratique de l'abreuvement à domicile explique aussi pourquoi la taille du ménage n'a pas d'influence sur l'abreuvement des caprins.

Les choix quotidiens des éleveurs et des agro-éleveurs pour un type de point d'eau donné semblent directement liés à l'espèce animale, à la nature des points d'eau et à leurs distances d'accès.

L'avantage comparatif des eaux de surface, en gain de temps d'abreuvement et en économie d'effort d'exhaure (facilité), fait qu'elles sont davantage fréquentées par les éleveurs et les agro-éleveurs pour l'abreuvement des bovins et des ovins. Le gain de temps (rapidité d'exhaure) semble être aussi la raison de la forte fréquentation des puisards pour abreuver les bovins. Ce gain de temps, mis alors à profit pour la recherche de nourriture, en fait un important facteur déterminant. La modification du rythme d'abreuvement au profit de la recherche de nourriture pratiquée dans certaines régions (7) semble corroborer ce fait. Ces avantages expliquent aussi pourquoi, pour abreuver les bovins, éleveurs et agro-éleveurs utilisent plus

Tableau 6
Distances maximales moyennes que les éleveurs et agro-éleveurs disent être prêts à parcourir pour abreuver leurs animaux

Catégories de producteurs	Bovins		Ovins	
	Distances maximales	Différence (1-2)	Distances maximales	Différence (1-2)
Eleveurs (1)	3,7		2,3	
Agro-éleveurs (2)	3,4	0,3*	2,1	0,2**

* = p< 0,05 ** = p< 0,01

d'un point d'eau de surface dont les plus éloignés atteignent 4,1 km chez les éleveurs et 2,7 km chez les agro-éleveurs. Le changement du comportement des producteurs au-delà de certaines distances (Tableau 6) suggère que ces limites indiquent les seuils en deçà desquels le gain de temps recherché peut être valorisé. Les réponses recueillies lors des entretiens collectifs montrent que les risques encourus par les enfants inexpérimentés des agro-éleveurs sont supérieurs à ceux des enfants d'éleveurs et limitent les déplacements des troupeaux des agro-éleveurs. Ce facteur pourrait expliquer en partie les différences observées entre éleveurs et agro-éleveurs. Dans la zone sahélienne les distances parcourues à la recherche d'eau sont plus importantes que celles observées ici (7). On remarquera que les caprins, qui ne sont pas gardés, n'ont accès aux eaux de surface que si celles-ci se trouvent à proximité de la concession (0,9 km en moyenne).

La forte fréquentation des forages chez les deux catégories de producteurs pour l'abreuvement des ovins et des caprins pourrait, outre le facteur de proximité, être aussi due aux besoins en eau d'abreuvement relativement faibles de ces espèces et aux pratiques d'abreuvement à domicile. Les résultats des entretiens collectifs suggèrent aussi que les agro-éleveurs fréquentent beaucoup plus les forages que les puits du fait que l'exhaure d'eau au

niveau de ces derniers est jugé trop dangereuse pour leurs enfants. Suivant Sanford (13), le faible débit et l'effort d'exhaure que requièrent les puits rendent leur emploi marginal.

Conclusion

Le type de point d'eau, la capacité et certaines caractéristiques du pâturage s'associent à des facteurs secondaires pour influencer l'éleveur lors de son installation. La fréquentation d'un point d'eau varie suivant sa nature, la distance d'accès et l'espèce animale concernée. L'origine géographique et l'appartenance à un village influencent l'utilisation des points d'eau. Mais cette influence pourrait être liée à des causes indirectes.

Les déterminants du comportement des éleveurs et agro-éleveurs semblent être similaires. On note cependant des différences en ce qui concerne les taux de fréquentation des points d'eau et les distances parcourues. Les entretiens collectifs montrent que la responsabilisation des enfants dans le gardiennage des bovins chez les agro-éleveurs joue un rôle dans cette différence.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction Générale de la Coopération au Développement (DGCD) de la Belgique dont le concours financier a permis la réalisation de cette étude.

Références bibliographiques

1. Benoît M., 1984, Le Seno-Mango ne doit pas mourir: pastoralisme, vie sauvage et protection au Sahel, mémoire n° 103, ORSTOM, Paris, 143 p.
2. Boudet G., 1984, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Quatrième édition révisée, Ministère de la Coopération, Paris, 266 p.
3. Duchesne S. & Haegel F., 2004, L'enquête et ses méthodes: l'entretien collectif Nathan, Paris, 128 p.
4. FAO, 1988, Schéma Directeur pour la mise en valeur de la vallée de la Nouhao. Annexe 1: programme de mise en valeur de la zone pastorale de la vallée de la Nouhao, FAO, Ouagadougou.
5. Farenzena N. & Larchevêque E., 1998, L'eau c'est la vie. <http://www.globenet.org/horizon-local/astm/176eau.html>
6. Guissou T., 2002, Le pastoralisme au Burkina Faso. Situation, options politiques et perspectives, Ministère des ressources animales, Ouagadougou, 66 p.
7. Milleville P., Combe J. & Marchal J., 1982, Systèmes d'élevage sahéliens de l'Oudalan. Etude de cas. ORSTOM, Ouagadougou, 129 p.
8. Niamyr M., 1996, L'éleveur et ses décisions dans la gestion des ressources naturelles des régions arides et semi-arides d'Afrique, FAO, Rome, 147 p.
9. Ouédraogo H., 1996, Etude sur la gestion des conflits liés aux aménagements pastoraux au Burkina Faso, PRASET, Ouagadougou, 39 p.
10. Ouoba H., 1998, L'aménagement de la zone pastorale de la Nouhao (province du Boulgou), mémoire de maîtrise en géographie, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, 114 p.
11. Patton M.Q., 2002, Qualitative evaluation and research methods. (3 ed.). Chapter 7 "Qualitative Interviewing". Newbury Park, CA: Sage, pp. 339-427.
12. SAHELCONSULT & J.V.L., 1995, Etude sur l'hydraulique pastorale au Burkina Faso, Ministère délégué chargé des ressources animales, Ouagadougou, 132 p.
13. Sanford S., 1989, Organisation et gestion des ressources hydrauliques en Afrique tropicale, Rapport de recherche n° 8, Centre International pour l'élevage en Afrique, Addis-Abeba, 49 p.
14. Sanou P., 2000, Construction et analyse de la base de données sur l'occupation des terres de la zone MVVN, Ministère des Ressources Animales, Ouagadougou, 57 p.
15. Serre H., 1980, Politiques d'hydraulique pastorale, I.E.M.V.T, Maisons-Alfort, 118 p.
16. Speybroeck N., Berkvens D., Mfoukou-Ntsakala A., Aerts M., Hens N., Van Huylenbroeck G. & Thys E., 2004, Classification trees versus multinomial models in the analysis of urban farming systems in Central Africa. *Agri. Sys*, 80, 133-149.
17. Stata Corp., 2001, Statistical software, release 7.0 college station, TX: Stata Corporation.
18. Statistika, 2002, Enquête sur les effectifs du cheptel dans la vallée de la Nouhao, Rapport final, Ministère des Ressources Animales, Ouagadougou, 23 p.
19. Steinberg D. & Colla P.L., 1995, CART: Tree-structured non parametric data analysis, Salford System. San Diego, US.
20. Thebaud B., 1990, Politiques d'hydraulique pastorale et gestion de l'espace au Sahel, Cahiers ORSTOM, série Sciences Humaines 26: http://www.bondy.ird.fr/pleins_textes/pleins_textes_4/sci_hum/31583.pdf

B.I.N. Zongo, Burkinabé, M.Sc. en production animale tropicale, Secrétariat Général du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Ouagadougou, Burkina Faso.

R. De Deken, Belge, Vétérinaire, Docteur en sciences vétérinaires, Enseignant-chercheur, Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen, Belgique.

P. Lefèvre, Belge, Docteur en sociologie de l'Université Libre de Bruxelles, Enseignant-chercheur à l'Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen, Belgique.

E. Thys, Belge, Vétérinaire, Docteur en sciences vétérinaires, Enseignant-chercheur, Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen, Belgique.

Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie: mise en évidence de souches de *Lactococcus* résistantes au sel

Halima Zadi Karam* & N-E. Karam

Keywords: Camel milk- Lactic Acid Bacteria- Identification- *Lactococcus*- Growth within 6.5% NaCl- Algeria

Résumé

*Des bactéries lactiques ont été isolées à partir de laits crus de chamelle; elles comprenaient des coques lactiques, des leuconostocs et des lactobacilles. Parmi les coques lactiques résistants à 6,5% de NaCl, des isolats s'apparentant à des lactocoques ont été distingués des entérocoques à l'aide de galeries d'identification API 20Strep. Ces lactocoques, originaux par leur résistance à 6,5% NaCl, ont été soumis à une identification par analyse de leurs protéines solubles par électrophorèse sur gel de polyacrylamide-SDS, ce qui a permis de révéler le même profil protéique que pour l'espèce *Lactococcus lactis*. Tous les entérocoques ont été identifiés à l'espèce *Enterococcus faecalis* (34,6%) alors que les lactocoques se répartissaient en *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (1,2%), *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (4,9%) et *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* (28,4%). Les espèces du genre *Leuconostoc* étaient *Leuconostoc lactis* (7,4%) et *Leuconostoc dextranicum* (4,9%). *Lactobacillus plantarum* (18,5%) a été la seule espèce du genre *Lactobacillus* trouvée dans nos échantillons.*

Summary

Lactic Acid Bacteria of Camel Milk: Presence of Salt Resistant Strains of *Lactococcus*

*Different lactic acid bacteria were isolated from raw camel milk; respectively *Lactococcus*, *Leuconostoc* and *Lactobacillus* strains. 6.5% salt resistant coccal isolates were identified with API 20Strep identification systems to be either enterococcal strains or lactococcal strains. Electrophoretical analysis by SDS-PAGE of whole soluble proteins of these salt resistant lactococcal strains showed that all of them were *Lactococcus lactis* species. *Lactococcus* strains regrouped *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (1.2%), *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (4.9%) and *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* (28.4%) while all of the enterococcal strains (34.6%) belonged to *Enterococcus faecalis* specie. *Leuconostoc* strains were either *Leuconostoc lactis* (7.4%) or *Leuconostoc dextranicum* (4.9%). *Lactobacillus plantarum* (18.5%) was the only member of *Lactobacillus* genera found.*

Introduction

Dans les conditions de sécheresse extrême et en manque de pâturages, contrairement aux autres animaux, les femelles des dromadaires (*Camelus dromedarius*), désignées ci-dessous par "chamelles", sont capables de produire un lait de très bonne qualité (17, 18, 19). Knoess *et al.*, (10) ont rapporté que la production journalière de lait varie entre 3,5 et 35 kg par animal, selon les saisons et l'alimentation. La préoccupation majeure des laitiers et technologues est de pouvoir transformer le lait de chamelle en produits laitiers dérivés présentant une conservabilité satisfaisante. Les études entreprises sur ce lait ont porté sur la composition et les caractéristiques physico-chimiques, en comparaison avec le lait de vache ainsi que sur les potentialités de transformation en produits dérivés (4, 7, 12, 13, 14, 16, 19). On constate que le nombre de produits dérivés est presque inexistant, le lait de chamelle étant le plus souvent consommé à l'état frais. La transformation de ce lait nécessite, entre autres, une bonne connaissance de sa microflore lactique. A notre connaissance, les bactéries lactiques du lait de chamelle restent peu décrites dans la littérature.

Dans la présente étude nous avons cherché à caractériser et identifier la microflore lactique du lait de chamelle du sud-ouest algérien.

Matériel et méthodes

Prélèvements et préparation des échantillons

Huit échantillons de laits crus de chamelle ont été collectés à partir de huit animaux différents dans cinq fermes des régions de Timimoun et Béchar (Sud algérien). Pour chaque échantillon, 100 à 150 ml de lait étaient recueillis de la mamelle de l'animal après avoir bien lavé le pis et éliminé les deux ou trois premiers jets de lait. Les échantillons étaient transportés à 4 °C jusqu'au laboratoire où ils étaient répartis dans deux flacons qui étaient alors incubés, l'un à 30 °C et l'autre à 45 °C, jusqu'à obtention d'un coagulum sous l'effet de l'acidification due à la flore lactique endogène mésophile ou thermophile.

Dès coagulation, le coagulum était homogénéisé et des dilutions décimales en eau physiologique stérile étaient réalisées en triple exemplaire à partir de ce coagulum. Un volume de 0,1 ml de chaque dilution était utilisé pour l'ensemencement en surface des milieux de culture.

*Laboratoire de Biologie des Microorganismes et Biotechnologie, Université d'Oran-Sénia, 31000, Oran, Algérie.

Reçu le 07.02.05 et accepté pour publication le 31.08.05.

Souches bactériennes de référence

Les souches *Lc. lactis* ssp. *diacetylactis* A89 et *Lc. lactis* ssp. *cremoris* H12 de la collection du laboratoire ainsi que la souche *Lc. lactis* ssp. *lactis* ML3, de la collection de l'INRA de Jouy-en-Josas, sont sensibles à 6,5% de NaCl et ne croissent pas à 45 °C.

Milieux et conditions de culture

Les milieux et conditions de culture étaient les suivants:

- pour les lactobacilles: milieu MRS-Agar, pH 5,5 (1) commercialisé par DIFCO et incubation à 30 °C ou 45 °C pendant 48 heures.
- pour les coques lactiques: milieu M17 (15) commercialisé par BOKAR. Diagnostics et incubation à 30 °C ou à 45 °C pendant 48 heures.

Purification et identification des bactéries lactiques

La purification des bactéries isolées était effectuée selon la méthode décrite par Karam et Karam (8). Les bactéries présentant une réaction positive à la coloration de Gram et dénuées d'activité catalase ont été retenues pour être identifiées. Elles ont alors été soumises à une série de tests simples permettant une pré-identification: croissance en milieu (MRS pour les lactobacilles, M17 pour les coques lactiques) additionné de 6,5% NaCl, croissance à 45 °C et recherche du type homo- ou hétérofermentaire par la méthode classique de Gibson & Abd El Malek (5).

Les bactéries ont ensuite été identifiées au niveau de l'espèce ou de la sous-espèce en établissant leurs profils fermentaires à l'aide du microsystème d'identification API50 CH (API50 CHS et API50 CHL). L'identification des coques croissant en présence de 6,5% NaCl et à 45 °C a été établie à l'aide du microsystème d'identification API 20Strep.

Analyse des protéines solubles des souches.

L'identification des lactocoques résistants à 6,5% NaCl rencontrés parmi les coques résistants à cette concentration saline a été confirmée par une analyse électrophorétique des protéines solubles en conditions dénaturantes, et en comparaison avec des souches de référence. Plusieurs travaux (2, 3, 9) ont rapporté cette méthode électrophorétique, qui permet d'obtenir et comparer les "empreintes protéiques" de bactéries cultivées dans les mêmes conditions de croissance.

Les cultures bactériennes ont été réalisées dans 10 ml de milieu M17 et incubées à 30 °C. Lorsque l'absorbance (DO_{600nm}) était égale à 1, les cultures étaient arrêtées par centrifugation pendant 10 mn à 6.000 g. Après avoir écarté le surnageant, le culot cellulaire a été suspendu dans 200 µl de tampon 0,03 M Tris-HCl, pH 8; 0,19 M glycine; 0,1% SDS. Après

une incubation de 2 mn à 100 °C, les préparations ont été soumises à une sonication (Sonic Dismembrator 60, Fischer Scientific, sonde de 3 mm, 8 watts, 4 cycles de 30 s, chaque cycle était suivi de 20 s de refroidissement sur de la glace). Le lysat obtenu a été soumis à une centrifugation (10 mn, 10.000 g) afin d'éliminer les débris cellulaires. Un volume de 20 à 50 µl du surnageant était alors soumis à une électrophorèse en gel de polyacrylamide 10%, SDS 0,5% selon la technique de Laemmli (11).

Résultats

Identification des souches bactériennes

Quatre-vingt-une souches de bactéries lactiques ont été isolées et identifiées. Les genres bactériens rencontrés dans nos échantillons étaient représentés par des souches de *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Lactobacillus*.

Les coques lactiques homofermentaires poussant en présence de 6,5% de NaCl ont d'abord été classiquement considérés comme appartenant à *Enterococcus*. Cependant l'utilisation des galeries API 20Strep pour identifier les espèces bactériennes nous a permis de différencier parmi ces coques homofermentaires des souches s'apparentant à *Enterococcus faecalis* et des souches s'apparentant à *Lactococcus*. Ces dernières, qui résistaient à 6,5% de NaCl, – ce qui les distingue des espèces habituellement décrites dans la littérature – ont été identifiées à *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* et *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*.

Les coques lactiques hétérofermentaires appartenaient aux espèces *Leuconostoc dextranicum* et *Leuconostoc lactis*.

Les lactobacilles identifiés appartenaient tous à l'espèce *Lactobacillus plantarum*.

Confirmation de l'identification des lactocoques résistants à 6,5% NaCl

L'identification des lactocoques résistants au sel a été confirmée par analyse électrophorétique de leurs protéines solubles, en comparaison avec celles de souches de référence (*Lc. lactis* ssp. *diacetylactis* A89 et *Lc. lactis* ssp. *cremoris* H12 et *Lc. lactis* ssp. *lactis* ML3) ainsi qu'avec les données de la littérature (2, 3, 6, 9). Les résultats obtenus (Figure 2) montrent que les profils protéiques de six souches lactiques isolées du lait de chamelle de Timimoun (codées CHT2, CHT4, CHT5, CHT7, CHT12 et CHT20) étaient fortement similaires entre eux et aussi avec les profils protéiques des bactéries de référence *Lc. lactis* ssp. *diacetylactis* A89, *Lc. lactis* ssp. *cremoris* H12 et *Lc. lactis* ssp. *lactis* ML3. On retrouvait sept protéines de poids moléculaires 84, 81, 74, 34, 31, 26 et 25 kDa, qui étaient aussi retrouvées chez les souches de référence A89, H12 et ML3. Les bactéries CHT2, CHT4, CHT7, CHT12 et CHT20 s'apparentaient donc

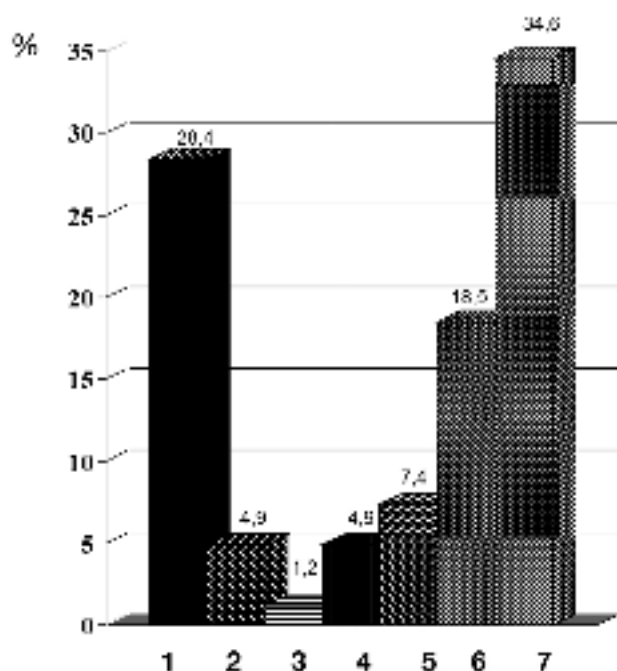


Figure 1: Répartition des souches bactériennes.

1: *Lactococcus diacetylactis*; 2: *Lactococcus cremoris*;
3: *Lactococcus lactis*; 4: *Leuconostoc dextranicum*;
5: *Leuconostoc lactis*; 6: *Lactobacillus plantarum*;
7: *Enterococcus faeca.*

à *Lc. lactis* ssp. *diacetylactis* et la bactérie CHT5 s'apparentait à *Lc. lactis* ssp. *cremoris*.

Par ailleurs, le profil obtenu pour la souche CHT15, provenant elle aussi du lait de même origine, était nettement différent: en effet ce profil montrait une dizaine de protéines majoritaires de poids moléculaires 80, 74, 66, 50, 49, 46, 44, 40, 36 et 35 kDa, correspondant à celles décrites pour *Ec. faecalis* (6).

Distribution des souches lactiques

Les quatre-vingt-une bactéries lactiques isolées de lait de chamelle se distribuaient comme suit: 23 souches de *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, 1 souche de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, 4 souches de *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, 28 souches de *Enterococcus faecalis*, 4 souches de *Leuconostoc dextranicum*, 6 souches de *Leuconostoc lactis* et 15 souches de *Lactobacillus plantarum*. Les fréquences des souches identifiées sont montrées en figure 1.

Au total, plus de la moitié des bactéries lactiques isolées appartenaient aux genres *Enterococcus* (34,6%) et *Lactococcus* (34,6%). Pour ce dernier genre les espèces étaient présentes en proportions différentes: *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* (28,4%), *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (4,9%) et *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (1,2%). Le genre *Leuconostoc* était représenté par 12,3% des souches isolées et comprend *Leuconostoc lactis* (7,4%) et *Leuconostoc dextranicum* (4,9%). Les souches de *Lactobacillus plantarum* constituaient 18,5% des bactéries lactiques isolées.

L'électrophorèse était réalisée dans un gel de 10% polyacrylamide – 1,5% SDS. Les protéines étaient révélées par coloration au Bleu de Coomassie.

Canal 1: CHT15; Canal 2: CHT5; Canal 3: CHT7; Canal 4: CHT4; Canal 5: CHT20; Canal 6: CHT12; Canal 7: CHT2; Canal 8: H12; Canal 9: A89; Canal 10: ML3; Canal 11: protéines étalons de poids moléculaires (kDa).

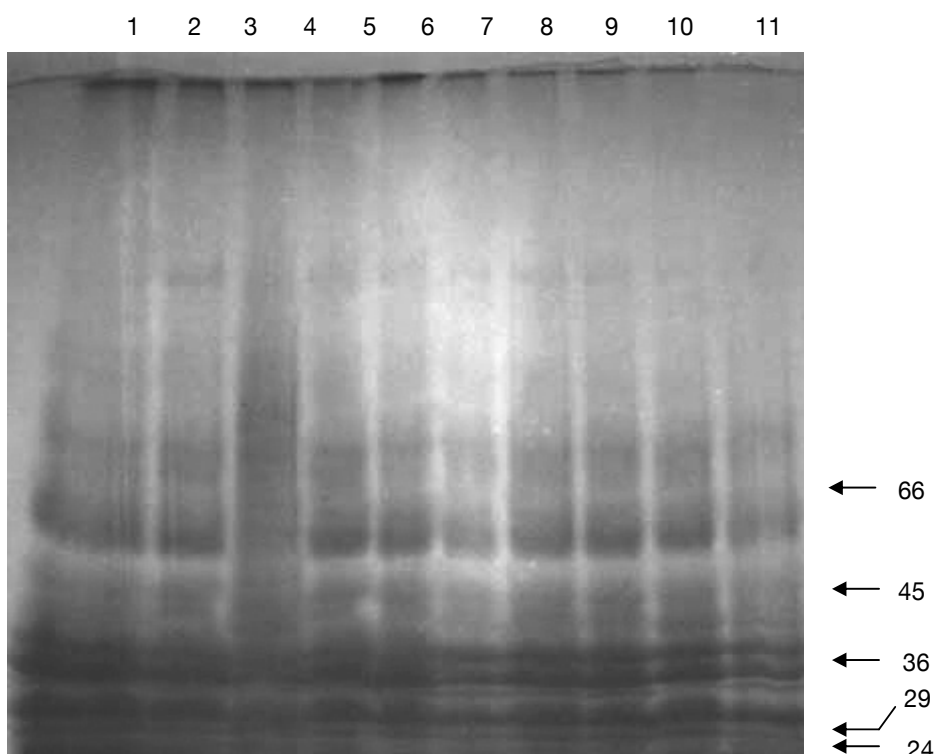


Figure 2: Analyse des protéines totales solubles des souches des bactéries par électrophorèse en gel de polyacrylamide –SDS.

Discussion – Conclusion

La présence de divers genres de bactéries lactiques dans le lait de chamelle était prévisible car des bactéries lactiques ont été trouvées dans la microflore de tous les laits étudiés, quelle que soit l'origine de ces laits (ovine, caprine, bovine, ...). Les résultats de notre étude indiquent des particularités de la flore lactique du lait de chamelle du sud-ouest algérien.

C'est d'abord la présence de *Lb. plantarum* comme seule espèce de lactobacilles trouvée dans les échantillons de lait de chamelle. Cette espèce lactique, réputée être habituellement l'hôte de plantes, a été signalée comme espèce majoritaire de la flore lactique des laits crus de vache, de brebis ou de chèvre d'Algérie mais toujours auprès d'autres lactobacilles, comme par exemple *Lactobacillus casei* ou *Lactobacillus brevis* (8).

C'est ensuite la présence dans le lait de chamelle de souches de lactocoques, identifiés à *Lactococcus*, ayant la capacité inattendue de résister à une concentration de 6,5% de NaCl. Cette concentration saline est plus élevée que celle de 4,5% NaCl communément rapportées dans la littérature pour des souches décrites de *Lactococcus lactis*, à la différence

notable que ces dernières ne provenaient pas de laits ou produits laitiers camélins. Ce résultat, original et assez surprenant, peut sans doute s'expliquer par une sélection due à l'environnement naturel de ces bactéries, c'est-à-dire le lait de chamelle. En effet, on sait que le lait de chamelle est légèrement salé (4); ceci est notamment vérifié dans la région de Timimoun, où il est notoire que ces animaux consomment principalement et préférentiellement une plante halophile, *Limoniastrum guyonianum*, communément appelée "zita". La raison de cette salinité du lait est donc vraisemblablement une adaptation physiologique de l'animal au milieu: l'animal doit excréter du sel, qui est en excès dans son alimentation.

Au-delà de leur caractère original assez inattendu, les souches de lactocoques résistantes au sel peuvent présenter un intérêt technologique car elles pourraient en effet être testées pour transformer le lait camelin lui-même, ou encore dans des fermentations de produits salés (fromages salés, olives, concombres, viandes, ...).

Références bibliographiques

- de Man J.C., Rogosa M. & Sharpe M.E., 1960, A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23, 130-135.
- de Roissart H. & Luquet F.M., 1994, Bactéries lactiques, I et II. Loric (Chemin de Saint Georges, F-38410), France.
- Dicks L.M.T. & Van Vuuren H.J.J., 1987, Relatedness of heterofermentative *Lactobacillus* species revealed by numerical analysis of total soluble cell protein patterns. *International Journal of Systematic and Bacteriology*, 37, 4, 437-440.
- Farah Z., 1993, Composition and characteristics of camel milk. A review. *Journal of Dairy Research*, 60, 603-626.
- Gibson T. & Abd-El-Malek Y., 1945, The formation of carbon dioxide by Lactic acid bacteria and *Bacillus licheniformis* and a cultural method of detecting the process. *Journal of Dairy Research*, 14, 35-38.
- Huygens F., 1995, Vancomycin resistance is not inducible in *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* and *Enterococcus faecalis* A256. *South African Journal of Sciences*, 91, 94-98.
- Kamoun M. & Ramet J.P., 1988, Fabrications expérimentales de fromages à pâtes pressées à partir de lait de dromadaire. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*.
- Karam N-E. & Karam H., 1994, Isolement et caractérisation de bactéries lactiques de laits crus d'Algérie. In: Alimentation, génétique et santé de l'enfant, Eds J.F. Desjeux et M. Touhami, L'Harmattan. 257-264.
- Kerstens K. & Pot B., 1991, Classification and identification methods for lactic acid bacteria with emphasis on protein gel electrophoresis. In: Les bactéries lactiques, Actes du colloque LACTIC 91, Adria Normandie, Caen. 33-40.
- Knoess K.H., Makhudum A.J., Rafiq M. & Hafeez M., 1986, Potentiel laitier de la chamelle. *Revue mondiale de zootechnie*, 57, 11-21.
- Laemmli U.K., 1970, Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 5259, 680-685.
- Ramet J.P., 1985, Study of enzymatic coagulation of camel milk. Report W/R 5322. Saudi Arabia, F.A.O., Roma, Italy.
- Ramet J.P., 1987a, Use of bovine calf rennet to coagulate raw camel milk. *World Animal Review*, 61, 11-16.
- Ramet J.P., 1987b, Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rapport F.A.O. Rome, Italie.
- Terzaghi B.E. & Sandine W.E., 1975, Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Applied Microbiology*, 29, 807-813.
- Wilson R.T., 1984, The camel. Ed. Longman, London. London and New York.
- Yagil R., 1982, Camels and camel milk. F.A.O. Animal Production and Health Papers, 26, F.A.O., Roma, Italy.
- Yagil R. & Etzion Z., 1980, The effect of draught conditions on the quality of camel milk. *Journal of Dairy. Research*, 47, 147-166.
- Yagil R., Saran A. & Etzion Z., 1984, Camels milk: for drinking only? *Comparative Biochemistry and Physiology*, 78, 2, 263-266.

Halima Zadi Karam, Algérienne, Docteur-Ingénieur en Microbiologie, Titulaire d'un Doctorat d'Etat en Microbiologie, Enseignante au Département de Biotechnologie de l'Université d'Oran-Sénia, Maître de Conférence.

N-E. Karam, Algérien, Titulaire d'un Doctorat de 3^{ème} cycle de Microbiologie et d'un Doctorat d'Etat en Biologie moléculaire et Génétique. Professeur de Biologie moléculaire au Département de Biotechnologie de l'Université d'Oran Sénia, Directeur du Laboratoire de Biologie des microorganismes et Biotechnologie de l'Université d'Oran-Sénia.

Potentiel pour la production d'asticots sur des sous-produits en Côte d'Ivoire

K.G.M. Bouafou, K.G. Kouame, K.E. Amoikon & A.M. Offoumou

Keywords: Biology- Flies- Maggots- By-products- Ivory Coast

Résumé

Nos objectifs consistent à étudier le cycle de développement des mouches qui visitent les ordures ménagères et à déterminer les sous-produits les plus favorables au développement de leurs larves (ou asticots). L'inventaire des mouches effectué sur divers sous-produits, révèle l'existence de deux familles: les Calliphoridae (mouches à viande) qui sont majoritaires et les Muscidae (mouches domestiques). Le cycle de développement des Calliphoridae et des Muscidae dure huit à dix jours à 35,5-37 °C, de l'oviposition à l'éclosion de la mouche. Elles se développent préférentiellement sur les substrats d'origine animale. La productivité en larves de sous-produits animaux uniquement est supérieure à celle d'un mélange d'ordures animales et végétales. Les larves prolifèrent rarement sur la semoule de manioc, les épluchures d'ananas, de banane mure et morceaux crus d'igname.

Summary

Production of Maggots from By-products in Ivory Coast

Our objectives are the study of the cycle of development of flies living on household refuses and the determination of the most favourable by-products for their proliferation, particularly at maggot stage. A fly's inventory realized on various household refuses reveals two families: the Calliphoridae (meat flies) which are the most abundant and the Muscidae (houseflies). Calliphoridae and Muscidae development cycle can last about eight to ten days, from oviposition to blossoming, at 35.5-37 °C. They develop preferentially on animal scraps. The productivity in maggots on animal by-products solely is superior to a mixture of animal and vegetable by-products. Maggots proliferate seldom on cassava's semolina, pineapple's peeling, banana's peeling or raw pieces of yam.

Introduction

Les mouches sont des insectes de l'ordre des diptères. Différents groupes en sont distingués, notamment les mouches domestiques (1) et les mouches à viande (6) appartenant respectivement à la famille des Muscidae et celle des Calliphoridae. Elles se nourrissent et se reproduisent sur divers déchets organiques (1, 9, 12, 17, 18). Leur cycle de développement comprend quatre stades (œuf, larve ou asticot, nymphe ou puppe et imago ou adulte) dont la durée varie avec la température, l'humidité (13) et l'alimentation (3). En général, ce cycle est plus court sous les tropiques (1). Ces deux familles ont été décrites par Chinery (3) et Forey et Fitzsimons (7). Les Muscidae se composent des mouches des genres *Musca* (*Musca domestica*, *M. autumnalis*) et *Fania* (la petite mouche domestique). *Musca domestica* (mouche domestique) est la plus célèbre pour son don d'ubiquité. Les Calliphoridae (mouches à viandes), plus grosses que les premières, sont de couleur métallique, bleue, verte ou grise à grands lobes à la base de chaque aile (5). On peut citer parmi elles, la mouche bleue de la viande (*Calliphora vomitaria*), la mouche verte de la viande (*Calliphora lucilia*) et la mouche grise de la viande (*Sarcophaga caviaria*).

Leurs asticots vivent comme biodégradeurs, sur diverses matières organiques en décomposition dont

les ordures ménagères (8, 9, 10, 13, 15). Malheureusement, cette biodégradation cause des nuisances: odeurs nauséabondes, prolifération d'insectes et risques d'épidémies (maladies diarrhéiques, etc). Ainsi, la gestion des ordures ménagères constitue une préoccupation environnementale en Afrique.

Diverses pratiques sont mises en œuvre pour la valorisation des ordures, notamment la production d'asticots pour l'alimentation animale (2, 11, 12, 16). A cet effet, la maîtrise du cycle de développement des mouches pullulant sur les ordures ménagères en zone tropicale et la détermination des ordures les plus favorables à leur développement, singulièrement au stade asticot, constituent un préalable.

Matériel et méthodes

1. Matériel

Des épluchures de manioc, d'igname, d'ananas, des restes de plats cuisinés, de la semoule de manioc sec ("attiéké"), des viscères et restes d'animaux (poisson, lapin, volailles) ont servi de substrats pour la production des asticots.

L'étude du cycle de développement des mouches est réalisée dans des grosses boîtes à conserve (diamètre= 15,6 cm; hauteur= 11,7 cm) à fonds

perforés et ouvertes au-dessus, couvertes par des planchettes (17 cm x 17 cm).

Les asticots ont été pesés avec une balance Sartorius (de précision égale à 0,001 g).

2. Méthodes

2.1. Inventaire et identification des mouches

Les mouches capturées sur différents substrats (Tableau 1) par un filet fauchoir sont anesthésiées à l'éther et conservées dans de l'alcool à 70 ° pour identification. Nous les avons identifiées à partir de clés de détermination (4, 19) à la loupe binoculaire (Leica GZ 6).

2.2. Détermination des stades du cycle de développement de la mouche

Cette étude a duré de mai à juillet 2001. Les expériences répétées cinq fois, ont été réalisées dans des locaux (les bâtiments de l'animalerie de l'Université de Cocody) à ambiance non contrôlée, c'est-à-dire à 30-33 °C et à hygrométrie égale à 70-80%. Dans une pièce ouverte sur trois côtés mais protégée par du grillage, on pose 14 boîtes numérotées sur un plancher, chacune contenant 250 g de sous-produits constitués de restes de poisson frais. Les substrats de 12 boîtes sontensemencés sous une moustiquaire pendant 24 heures, par des mouches capturées et identifiées. Les 13^e et 14^e boîtes servent de témoins et ne sont pas doncensemencées. La fin de l'ensemencement est marquée par la libération

des mouches et la couverture des boîtes sous la moustiquaire. Tous les deux jours, deux boîtesensemencées sont vidées pour le dénombrement des asticots, pupes et/ou mouches, récoltés dans une bassine contenant de l'eau bouillante. Le stade est dit "asticot" lorsque 90% de la récolte (somme des asticots, des pupes et/ou des mouches) sont constitués d'asticots. Il en est de même pour les autres stades. Toute boîte dépouillée est retirée de l'expérience. Les températures internes des milieux d'étude ont été obtenues avec des thermomètres corporels, introduits dans la boîte à conserve.

2.3. Détermination de la masse et de la taille des asticots

La masse moyenne de l'asticot est déterminée par la pesée de 100 asticots déshumidifiés.

Leur taille moyenne est obtenue par la mesure de 100 asticots avec une règle plate graduée en cm.

2.4. Détermination de la productivité des substrats en asticots

Dix boîtes à conserve contenant chacune la même quantité d'un substrat type est laisséeensemencer par les mouches à l'air libre pendant 24 heures.

Deux jours après, les asticots de cinq boîtes à conserve sont récoltés et pesés. Il en est de même pour les cinq autres boîtes, au quatrième jour.

Les productivités moyennes des substrats aux deuxième ou quatrième jours sont estimées par le

Tableau 1
Inventaire des mouches et de leurs substrats

Substrats (P) visités par les mouches	Dates et heures de capture des mouches	Mouches les plus abondantes: <i>Calliphora</i> ou <i>Musca</i>
P1	01-05- 2001 09 heures	<i>Calliphora</i>
P2	01-05-2001 10 heures	<i>Calliphora</i>
P3	01-05- 2001 12 heures	<i>Calliphora</i>
P4	02-05 2001 09 heures	<i>Calliphora</i>
P5	03-05- 2001 16 heures	<i>Calliphora</i>
P6	02-05- 2001 17 heures 13 minutes	<i>Musca</i>
P7	03-05- 2001 17 heures 47 minutes	<i>Calliphora</i>
P8	04-05- 2001 16 heures 22 minutes	<i>Musca</i>
P9	04-05- 2001 17 heures 05 minutes	<i>Calliphora</i>

P1= Restes de manioc fermenté; P2= Reste de viande fraîche des bouchers; P3= Restes de poissons frais; P4= Restes d'ananas mûrs; P5= Epluchures fraîches de bananes mûres; P6= Mélange: oignons, piments frais, oranges et peaux de mangues; P7= Mangues mûres; P8= Mélange: riz-sauce, restes de poissons secs, épluchures fraîches de bananes mûres, peaux de mangues et restes de graine de palme préparées; P9= Mélange des restes de produits de consommation des ménages.

rapport entre la quantité d'asticots produits et la quantité initiale de substrat.

Les valeurs obtenues sont des moyennes arithmétiques issues de cinq essais.

Résultats

1. Identification des mouches des ordures ménagères

Les mouches collectées sont de deux genres: les *Calliphora* (Calliphoridae) qui sont majoritaires et les *Musca* (Muscidae) (Tableau 1).

2. Cycle de développement des asticots

A 35,5-37 °C, le cycle de développement des *Calliphora* et des *Musca* dure huit à dix jours de l'oviposition au stade mouche. Le stade larvaire s'étale du deuxième au sixième jour tandis que le stade pupe s'étend du sixième au neuvième jour (veille de l'éclosion des premières mouches).

3. Evolution de la masse et taille des asticots

Les masses et les tailles moyennes des asticots sont rapportées dans le tableau 2.

A deux jours d'âge, la masse moyenne des asticots varie entre 9,053 et 20,391 mg. La masse la plus élevée (20,4 mg) est obtenue sur un mélange de sous-produits animaux (viande et poisson).

A quatre jours, les masses des asticots ont des valeurs voisines (23,30 à 25,9 mg) pour tous les types de substrats.

La taille des asticots évolue dans le même sens que leur masse.

4. Productivité des substrats en asticots

Les productivités moyennes des ordures ménagères en asticots, exprimée en g pour 100 g de substrat sont rapportées dans le tableau 3. Quelles que soient le type de substrats, la productivité au deuxième jour (0- 62,5%) est supérieure à celle déterminée au quatrième jour (0- 27%).

Les productivités les plus élevées sont obtenues sur les ordures renfermant uniquement des sous-produits animaux S 6 et S 9 (30-62%), suivies par celles composées d'un mélange de sous-produits animaux et végétaux: S 7, S 10 et S 11 (8-29%).

Les asticots prolifèrent peu sur les substrats d'origine végétale (S 1-S 4). Ainsi, les productivités de la semoule de manioc (0%), des épluchures et morceaux crus d'ignames (0%), des épluchures de bananes mûres avec peu de pulpes (0-0,15%) et des restes d'ananas mûrs (1,2-1,5%) sont pratiquement nulles.

Discussion

Cette étude a eu pour centre d'intérêt la valorisation des ordures ménagères à travers les asticots. Nos résultats sont ici confrontés à ceux d'autres auteurs.

Identification des mouches

Les ordures des marchés et des ménages sont fréquentées par deux grandes familles de mouches: les Muscidae (mouches domestiques) et majoritairement les Calliphoridae (mouches à viande). Ce constat confirme celui de Keiding (9).

Stades de développement des asticots

Le cycle de développement des *Calliphora* et des *Musca* dure huit à dix jours et comprend un stade larvaire d'une durée moyenne de cinq jours et un stade pupe, long d'un jour en moins. Ces résultats sont globalement conformes à ceux de Ekoue et Hadzi (4) et de Keiding (9). Selon Ekoue et Hadzi (4), la durée du cycle des mouches domestiques, (de l'oviposition à l'éclosion à 32 °C) est d'au moins neuf jours. Keiding (9) évalue la durée de ce même cycle entre six et huit jours à 35 °C. En effet, une ambiance chaude accélère le développement des asticots en raccourcissant le cycle (12).

Tableau 2
Tailles et masses moyennes des asticots

Substrats	Masse moyenne de l'asticot (mg)		Taille moyenne de l'asticot (mm)	
	2 ^e jour	4 ^e jour	2 ^e jour	4 ^e jour
S 1	-	-	-	-
S 2	9,053	-	10,174 ± 1,410	-
S 3	-	-	-	-
S 4	11,700	23,650	9,400 ± 1,401	11,659 ± 1,167
S 5	12,507	24,444	9,575 ± 1,046	11,920 ± 1,093
S 6	15,120	25,887	10,157 ± 1,286	11,929 ± 1,502
S 7	15,859	23,297	10,534 ± 1,085	11,684 ± 0,764
S 8	14,333	-	10,536 ± 1,030	-
S 9	20,391	24,239	12,019 ± 1,427	13,785 ± 1,865
S 10	13,235	17,803	10,107 ± 1,121	10,979 ± 0,926
S 11	17,600	24,038	10,628 ± 1,357	11,437 ± 1,170

Tableau 3
Productivités moyennes de quelques substrats

Substrats	Productivités moyenne des substrats (g pour 100 g)	
	2 ^e jour	4 ^e jour
S 1	0	0
S 2	0,15 ± 0,010	0
S 3	0	0
S 4	1,220 ± 0,0107	1,560 ± 0,061
S 5	17,550 ± 2,175	7,875 ± 5,107
S 6	62,521 ± 2,70	26,956 ± 2,17
S 7	29,77 ± 1,170	12,76 ± 0,758
S 8	1,940 ± 1,170	0
S 9	30,252 ± 1,170	2,620 ± 0,470
S 10	16,729 ± 1,170	3,590 ± 0,150
S 11	8,220 ± 1,170	2,680 ± 0,370

S 1= Semoule de manioc (Attiéké) (500,5 g); S 2= Epluchures crues de bananes mûres avec peu de pulpes (500,4 g); S 3= Epluchures et morceaux crus d'igname (500 g); S 4= Restes d'ananas mûrs (500 g); S 5= Restes de poissons frais (boyaux, ...) (400 g); S 6= Viandes crues de rat (230 g); S 7= Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname (200 g), d'épluchures crues de bananes mûres (200 g) et de restes de poissons frais (100 g); S 8= Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname (200 g), d'Attiéké (110 g) et d'épluchures crues de bananes mûres (200 g); S 9= Mélange de restes de poissons frais (200 g) et de boyaux frais de lapin (235 g); S 10= Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname (150 g), de restes de poissons frais (60 g), de boyaux frais de lapin (122 g) et d'épluchures de bananes mûres (200 g); S 11= Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname (100 g), restes d'ananas mûrs (150 g), restes de poissons frais (100 g) et d'épluchures crues de bananes mûres (150 g)

Productivité des ordures ménagères en asticots

Nos essais ont porté sur une large gamme de sous-produits. Les plus productifs en asticots au deuxième jour sont par ordre décroissant: la viande crue de rat (62,52%), le mélange de restes de poissons et de boyaux frais de lapins (30,25%) puis le mélange de restes de poissons frais et d'épluchures et morceaux crus d'igname (29,77%). En effet, ces déchets d'origine animale ou combinés avec d'autres d'origine végétale attirent beaucoup les mouches qui viennent y pondre et donner lieu à de nombreux asticots. Au contraire, la semoule de manioc sec (0%), les épluchures de bananes mûres avec peu de pulpes (0-0,15%), les épluchures et morceaux crus d'igname (0%) ou les restes d'ananas mûrs (1,2-1,5%), moins attractifs, produisent très peu d'asticots. Ces résultats sont en accord avec ceux de Ekoue et Hadzi (4) et de Nzamujo (14) qui ont montré que la productivité dépend du type de substrat.

La faible productivité des substrats au quatrième jour s'explique d'abord par une baisse de la disponibilité et de la qualité de la nourriture pour les asticots (17) et ensuite par les modifications des conditions environnementales liées à la biodégradation (9).

Conclusion

Cette étude révèle que deux genres de mouches visitent les sous-produits des marchés et des ménages: majoritairement les *Calliphora* ou mouches à viande et les *Musca* (mouches domestiques). A 35,5-37 °C, leur cycle de développement dure huit à dix jours (de l'oviposition au stade mouche ou imago) dont cinq jours (en moyenne) de phase larvaire ou asticot. Cela dit, des asticots peuvent être produits loin des habitats, dans des locaux aménagés. Les sous-produits d'origine animale (plus attractifs) des marchés et des ménages, mis en amas, constituent des points de rassemblement de nombreuses mouches. Elles y pondent des œufs pour donner lieu à des asticots qui en se nourrissant de ces substrats, les dégradent du coup.

Les productivités des sous-produits étudiés varient entre 0 et 62% avec des valeurs plus élevées pour les ordures d'origine animale. Néanmoins, un mélange de substrats d'origines animale et végétale peut produire beaucoup d'asticots.

En définitive, ce travail donne des orientations quant aux choix des substrats, dans la perspective d'une production des asticots pour l'alimentation animale. Toutefois, dans sa suite, il est à envisager l'organisation de la biodégradation de ces substrats et la maîtrise de toutes les nuisances associées.

Références bibliographiques

- Burton M. & Burton R., 1973, Grand dictionnaire des animaux, tome 16, Bordas, Edito-Sce S.A. Genève, 196 p.
- Calvert C.C., Martin N.D. & Morgan N.O., 1969, Housefly pupae as food for poultry. J. Econ. Entom. **62**, 938-9.
- Chinery M., 1992, Insectes d'Europe. Ed. Bordas, Paris, 368 p.
- Ekoue S.E. & Hadzi Y.A., 2000, Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo- Observations préliminaires. Tropicultura, **18**, 4, 212-214.

5. Encyclopédie du millenium, 1998, Ed. Nathan, 1006 p.
6. Forey P. & Fitzsimons C., 1992, Les insectes. Ed. Gründ, 121 p.
7. Haines T.W., 1955, Breeding media of common flies. II. In rural areas. American journal of tropical medicine and hygiene, 4, 1125-1130.
8. Imai C., 1984, Population dynamics of houseflies, *Musca domestica*, on experimentally accumulated refuse, research on population ecology, 26, 353-362.
9. Keiding J., 1986, La mouche domestique, Guide de formation et d'information, Série lutte anti- vectorielle. Ed. O.M.S., 60 p.
10. Linsenmaier W., 1973, Insectes du monde. Ed. Stock, 379 p.
11. Loa C., 1998, Quelques données quantitatives en production d'asticots pour l'aviculture villageoise du nord du Cameroun- B.E.D.I.M. 7, n°2.
12. Loa C., 2000, Production et utilisation contrôlées d'asticots, Tropicultura, 18, 4, 215-219.
13. Meyer J.A. & Petersen J.J., 1983, Characterization and seasonal distributions of breeding sites of stable flies and houseflies (Diptera: *Muscidae*) on eastern Nebraska feedlots and dairies. Journal of economic entomology, 76, 103-108.
14. Nzamujo O.P., 1999, Technique for maggot production - The Songhai Experience. Unpublished.
15. Schoof H.S., Mail G.A. & Savage E.P., 1954, Fly production sources in urban communities. Journal of economic entomology, 47, 145-253.
16. Steele R.G. & Torrie J.H., 1960, Principles and procedures of statistics. McGraw- Hill, New York.
17. Spiller D., 1964, Nutrition and diet of Muscoid flies. Bulletin de l'O.M.S., 31, 551-554.
18. Roth M., 1974, Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes, éd. ORSTOM, Paris, 23, 213 p.
19. Wigglesworth, 1970, La vie des insectes. Ed. Borde, 383 p.

K.G.M. Bouafou, Ivoirien, Diplômé d'études approfondies en Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles (Université d'Abobo- Adjamé- Côte d'Ivoire), Doctorant- Thèse Unique de Physiologie Animale, option Nutrition Animale, Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire. E-mail: bouafou_k@yahoo.fr

K.G. Kouame, Ivoirien, Maître-assistant, Nutritionniste, Sous- Directeur du Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

K.E. Amoikon, Ivoirien, Maître-assistant, Nutritionniste, Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

A.M. Offoumou, Ivoirien, Professeur titulaire de Physiologie Animale, Directeur du Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

Assessment of Adoption Status of Management Practices for West African Dwarf Goat Production in Southwestern Nigeria

Simisola Mercy Odeyinka^{1*} & D.O. Torimiro¹

Keywords: Adoption- Discontinuance- West Africa Dwarf Goat- Nigeria

Summary

This study was conducted in the Obafemi Awolowo University Rural Development Project communities in Southwestern Nigeria to investigate the adoption status of West African Dwarf Goat (WADG) management practices among the seventy (70) project participants purposively considered for the study. A structured interview was used to elicit quantitative data which was subjected to descriptive statistics. Qualitative data were also collected using focus group discussion (FGD), key informants interviews and on-the-spot assessment, which were conducted in seven rural communities. The study revealed, among others, that the farmers adopted the WADG management practices introduced to them at one point in time or the other during the project implementation, from which they derived a lot of socio-economic benefits. However, over 50 percent of the participants were no more involved in goat rearing since the project has stopped. Reasons attributed to this vary from community to community. Management practices like regular feeding (cut and carry system) and washing were claimed to be labour intensive and a little bit difficult. All (100%) respondents overwhelmingly expressed their desire for continuation and sustainability of the services provided by the project.

Résumé

Evaluation du statut d'adoption des pratiques de gestion de la production de la chèvre naine ouest-africaine dans le sud-ouest du Nigeria

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet de Développement communautaire de l'Université Obafemi Awolowo dans le sud-ouest du Nigeria. Le but de l'étude était d'examiner le statut d'adoption des pratiques de gestion de la chèvre naine ouest-africaine. Soixante-dix participants (70) au projet ont été sélectionnés de manière aléatoire pour faire l'objet d'une enquête. Des questionnaires détaillés ont été utilisés pour collecter des données quantitatives. Ces données ont été analysées en employant la statistique descriptive. Des données qualitatives ont également été collectées au sein de sept communautés rurales à l'aide de discussions au sein de focus-groupes, d'interviews avec des personnes influentes ainsi que de l'évaluation sur terrain. L'étude a montré, entre autres, que les paysans avaient adopté à un moment donné, les pratiques de gestion de la chèvre naine ouest africaine qui leur avaient été enseignées au cours du déroulement du projet. Il est apparu que ces nouvelles pratiques leur avaient procuré d'énormes avantages socio-économiques. Néanmoins, cinquante pour cent (50%) des personnes enquêtées ne pratiquaient plus l'élevage de chèvres depuis la fin du projet. Les raisons évoquées variaient d'une communauté à l'autre. Des pratiques de gestion telles que l'alimentation régulière (le système de cut & carry) ainsi que le lavage des animaux étaient jugées trop exigeantes en main-d'oeuvre et donc un peu plus difficiles à appliquer. Cependant, la totalité (100%) des personnes interviewées a exprimé le désir de voir le projet continuer vu les services rendus à la communauté.

Introduction

Goat occupies an important place in the rural economy of the humid tropical environment of West Africa. The West African Dwarf is the adapted goat

breed among the rural dwellers, which form the vast majority of people in the tropics. The animal contributes significantly to the socio-economic lives of the rural

¹Department of Agricultural Extension and Rural Sociology, Faculty of Agriculture, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.

*Corresponding author: Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria. E-mail: sodeyinka@yahoo.co.uk or sodeyinka@oauife.edu.ng Tel no: +234 8037252130

Dr. Simisola Mercy Odeyinka and Dr. D. O. Torimiro are both members of Academic staff in the Department of Animal Science and Department of Agricultural Extension & Rural Sociology of the Faculty of Agriculture, respectively.

Received on 29.09.04 and accepted for publication on 12.09.05

dweller. It also serves as source of meat, milk, leather and some other cultural occupational services, most especially among the people in the rural areas who have adopted the rearing of goats as part of their ways of life. Livestock keeping around the homestead is usually practised in this tropical zone. Such livestock subsist on household/ kitchen wastes, scavenging and bush grazing. Given this situation, productivity is low, disease incidence is high, parasite burden is heavy and the contribution of livestock to household earnings is small. Also in this zone, animal protein consumption is very low resulting in high infantile mortality and morbidity, low adult productivity and short life expectancy (3, 4). In general, these animals receive little or no attention and as a consequence labour costs are negligible (22). For goats to continue in playing vital roles in the rural dwellers' economic advancement, the need for improved management practices was argued (1). These practices according to Mathias-Mundy (13) include effective remedies and techniques that are unique, culturally adapted, locally available and often cheaper than conventional practices.

Efforts have been exerted by many research institutes in the improvement of animal productivity through research in cattle, pig, poultry, and sheep production, with very little attention being paid to goat until recently. Goats have been despised by the rural dwellers because of the destruction that they cause to crops on the field, during processing and in storage. Besides the innate mischief and destructive capacity of goats, they are difficult to confine. This is more so for the West African Dwarf goat with its compact body and short legs. However, these hardy animals are adapted to the humid tropical environment and research had to be developed to modify the traditional husbandry system to exploit the potential of the environment for herbage productivity, adaptability and high reproductive efficiency of the breed.

Against the afore-mentioned background, the attention of a team of scientists made up of nutritionists, veterinarians, reproductive physiologists, agronomists, economists and extension specialists

was drawn to the need for developing a management package for the West African Dwarf goat. These scientists drawn from the Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria and the National Agricultural University, Wageningen, the Netherlands were engaged in a project on the "Management of the West African Dwarf goat in the Humid Tropics" in the former institution's Teaching and Research Farm between 1981 and 1993, with the cooperation of the International Livestock Centre for Africa (ILCA). At the Obafemi Awolowo University, a package that was simple, adaptable and based on locally available materials was developed (See box 1). Specifically, the objectives of the West Africa Dwarf Goat Production project based in the University were to: study the management and economics of the production of the West African Dwarf Goat in the Humid Tropics, develop research facilities, disseminate research findings and train scientists (young graduates and students inclusive).

The management package was first tested with a few pilot farmers in 7 research villages: Akeredolu, Isoya, Laadin and Iyanfoworogi in the humid forest zone and Awo, Aro and Ojo in the transition zone, that is, from humid forest to Savannah zone. The pilot units were visited fortnightly to monitor their performance and to advise them when necessary. On such occasions, all animals were weighed and checked physically and changes in flock composition were recorded. The project team assisted with the yearly Peste des Petits Ruminants (PPR) vaccination, quarterly washing to control ecto-parasites and quarterly deworming against endo-parasites. The advantages and disadvantages of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* as sources of protein-rich fodder (15, 17) were discussed with interested rural dwellers during a village meeting and in individual discussions (6).

The study was, therefore, designed to investigate the post-project implementation adoption status of the WADG management practices by the project participants, the benefits derived as a result of their participation, reasons for discontinuance and to offer suggestions for sustaining the services provided by the project.

Box 1. Management Package for West Africa Dwarf Goat Production

1. Complete confinement of the animals.
2. Improved nutrition through the use of browse – *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* -supplemented with salt lick.
3. Vaccination against PPR and ecthyma and dipping against mange and lice.
4. Control of occasional health problems such as diarrhea, gaseous lymphadenitis and pneumonia.

Source: West Africa Dwarf Goat Project, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife.

Theoretical framework

Acceptance of a new idea or practice is a complex process, which apparently involves a sequel of thoughts and actions (23). Many scholars, (18, 23), among others, who have worked on adoption of a new idea or practice by an individual or groups of people have established that the adoption process is not a snap decision but a mental process on the part of individuals over a period of time. This process, according to NCRSC (14) consists of five stages, viz: awareness, interest, evaluation, trial and adoption. However, Alao (5) based on the Nigeria situation opined that these stages could be fused into three that is, awareness, trial and adoption. Since the major goal of this research is to understand the adoption status and possible discontinuance of the goat management practices among the project participants, theory of adoption and discontinuance was explored. Several authors (2, 5, 11, 12, 18, 21) have either implied or established the existence of discontinuance and its impact on the subsequent diffusion of a product. For instance, Kolawole *et al.* (11) recently categorised discontinuance of use of improved practices by farmers into immediate, gradual and rapid. However, Ekong (8) further identified some non-conventional factors contributive to adoption or discontinuance situation as follows: the role of the agent, community characteristics, inertia, habit, fear, suspicion, anxiety, vested interest, rejection of outsiders, among others. These theoretical foundations are hereby explored in offering explanations to some of the major findings of this study.

Methodological approach

The study was conducted in the seven rural communities (Akeredolu, Laadin, Isoya, Iyanfoworogi,

Awo, Ojo and Aro) based in the Obafemi Awolowo University Rural Development Project villages in Osun State, Nigeria. All the surviving rural dwellers who earlier participated in the WADG project in the rural communities were purposively listed for the study.

A pre-tested structured interview was carried out to elicit quantitative information on the participants' selected socio-economic characteristics while enlisting them for the focus group discussion (FGD) sessions. Descriptive statistics such as frequency counts and percentages were used to summarize the quantitative data.

Focus group discussion (FGD) sessions, key informants' interview and on-the-spot assessment, which was conducted by an interdisciplinary team of an Animal Scientist (Female), Agricultural extensionist (Male) and assisted by the Project facilitators (One male and one female) were carried out to facilitate the generation of qualitative data. All the participants in the WADG management project were also listed and constituted into the FGD and key informants interview sessions. The FGD session was organised in each of the seven communities with the average number of participants ranging from 6 to 15.

The interviews were conducted in local language by the Project facilitators who are very conversant with the participants' local language. The sessions were recorded with electronic tape recorders and later translated by the research team (facilitators inclusive) for analysis. Data collected were analysed and presented in line with the principles of FGD analysis (7, 19). The study was conducted between March and June, 2004. The key area investigated in the course of the sessions was shown in the FGD guide in box 2.

Box 2. Focus Group Discussion Guide Questions

1. You are all welcome to this session and we thank you very much for your response to our previous interviews. Since you have participated in the WADG project, would you like to share with us the extent to which you have adopted the management practices introduced to you and the benefits you have derived so far?
2. To be more specific, of what benefits were the training sessions on the management practices to you?
3. Since your participation in the project, could you share your experience in the community on the adoption of the management practices introduced to you?
4. In view of your experiences and testimonies you have given concerning the project, would you be able to continue with the management practices introduced to you?
5. What are your reasons for discontinuing with the practices despite the benefits you have derived?
6. How have the management practices affected your flock size?
7. What suggestions would you give to us on the sustainability of the WADG project?

Table 1
Distribution of respondents by adoption status of the WADG packages

Package	I am aware of it*	I am interested*	I have evaluated it*	I have tried it*	I have adopted it*	I have discontinued with it*
Management Component:						
- Complete confinement of the animals	70 (100.0)	70 (100.0)	70 (100.0)	70(100.0)	70 (100.0)	56 (80.0)
-Semi-controlled breeding	70 (100.0)	70 (100.0)	70 (100.0)	70(100.0)	70 (100.0)	59 (84.0)
Health Component:						
- Vaccination against PPR ¹	70 (100.0)	70 (100.0)	70 (100.0)	70(100.0)	70 (100.0)	70 (100)
- Regular washing against ectoparasites	70 (100.0)	70 (100.0)	70 (100.0)	70(100.0)	70 (100.0)	63 (90)
Nutrition Component:						
-Based on Browse (<i>Gliricidia sepium</i> and <i>Leucaena leucocephala</i>)	70 (100.0)	70 (100.0)	70 (100.0)	70(100.0)	70 (100.0)	49 (70)

*Percentages are in the parentheses; ¹Peste des Petits Ruminants.

Results and discussion

All (100%) of the participating rural dwellers that were enrolled in this study were arable/crop farmers and over fifty years of age. Majority (80%) were male goat keepers, although it was observed through the on-the-spot assessment that women were more traditionally involved in goat rearing than the men. The higher percentage of the male participants was as a result of more males adopting the packages. This might not be unconnected with the cultural position of males being the head of the family units with control over the household finance and labour. Females were involved in raising few (two to four) heads of goats (10, 20). About sixty per cent of the participants had low level of education (Primary education certificate holders). All (100%) of them were married with household size between 5 and 10. All (100%) the participants reared goats on part-time basis with flock size ranging from 4 to 28 goats (including the kids). Goat rearing experience varies among the participants, with the average of about 18 years. In consonance with previous findings (10, 16, 20), the foundation stock were either bought or received "in care taking" (i.e. contractual local arrangement between the owner of the goats and the person taking care of the goats). All (100%) the participants indicated that they reared goats for sales or for household consumption and they also engaged in training fellow goat rearers.

The WADG management practices introduced to the farmers, which they all (100%) claimed they had adopted at one point in time or the other during the project implementation, include the following: health component (Animal vaccination against Peste des Petits Ruminants and regular washing against ectoparasites); nutrition component (based on browse species *Gliricidia sepium* and *Leucaena Leucocephala*) and management component (housing and semi-controlled breeding) (See table 1). Over seventy percent of the participants claimed that management

practices like regular feeding (cut and carry system) and washing are labour intensive and a little bit difficult. It was not practised for too long before they discontinued with it. This further supports the notion of discontinuance with adoption of any practice as expressed by (2, 5, 12, 11, 18, 21) in their various studies. However, the reasons for discontinuance with respect to the practices like regular feeding (cut and carry system) and washing, which they claimed to be labour intensive and a little bit difficult were not listed among the non-conventional factors identified by Ekong (8). This, perhaps, might be due to the fact that more of their available labour was being directed to their primary occupation - arable crop production, which earns them more income/returns (4, 9).

In the course of the FGD sessions all the participants emphatically expressed their appreciation for participating in the WADG project. They saw their participation as a source of blessings in terms of the socio-economic benefits they have derived. It was also revealed in their discussions that the proceeds from sales of their goats have significantly contributed to the financing of their children's education up to a higher level. This is in consonance with the work of Ikwuegbu *et al.* and Jefu *et al.* (9 & 10) who stated that goats are important as liquid assets to meet emergency financial needs especially in the villages where banking facilities are lacking. In a particular community, the project was claimed to have fostered unity among the members (See box 3).

The FGD and interview sessions revealed that many of the participants were no more involved in goat rearing since the project has stopped. Reasons attributed to this vary from community to community. In Awo and Ojo communities, the reason was attributed to the upliftment in their physical environment occasioned by motorable roads constructed across their communities, which have been found to be inimical

Box 3: Views on Benefits Derived

1. “Yes, you can see things yourself! The project has greatly brought many families together and it has generally fostered unity in the entire community. If you could recollect, this community conferred on your project leader (a white man), a paramount chieftaincy title – “Atayese” of Awo community as a token of our appreciation.” – The traditional ruler of Awo Community.
2. “What are you talking about; we have benefited a lot from your training sessions. When we were practicing what you taught us, our goats were very healthy and fine” – A participant.
3. “Could you believe that I have trained all my children through the proceeds from the sales of goats? Atimes, some of my children would come from school to request for school fees.... I would quickly look for an interested buyer and the problem would be solved. Look I may not be able to recount all, but others are here to testify”- A very elderly participant.

Source: Focus Group Discussion, 2004.

to their animals. Many animals are being lost to road accidents on a daily basis. Road construction is a social enhancement initiative of the local government, which was not intended to bring about the wanton destructions of the community people's property. It has, however, become a very notable factor which has led to the discontinuance of goat rearing by some members of the communities in Awo and Ojo. This is as a result of discontinuing with complete confinement of the goats which was part of the package initially adopted by them.

In Laadin community, the animals were lost to theft;

poisoned by the envied neighbours (as a result of their financial gains from goat production); infestation of diseases (especially PPR and ecto-parasites); and so on. However, some participants had to reduce their flock size for lack of encouragement and visitation from the project staff. Consequent upon the participants' inability to continue with the confinement of their animals partly due to financial constraints, unavoidably led to some of the animals destroying crops in their neighborhood (11). This led to the prohibition of goat rearing in Laadin community in order to avoid communal clashes. Some of these reasons

Box 4: Views on discontinuance and project sustainability

1. “Our experience in Laadin community was very bitter. We have stopped rearing goats! On many occasions, our goats were either poisoned or stolen!” – A participant in Laadin community.
2. “During your visitation to our flock, some members of the community, who were not participants were envious of us and you should be able to predict the likely consequences. That is exactly what you have seen!” – A notable participant in Laadin community.
3. “We would have continued to rear goats if not for our recent experience. You could see the newly constructed roads across our community, and as such we lose our goats to road accidents almost on a daily basis. It is as if we should tell the government to come and block the roads” – A participant in Awo community (approved by all others).
4. “Basically, if your team members are still visiting us, as regularly as before, majority of the participants would have continued to rear goats” – A participant in Awo community (approved by all others).

Source: Focus Group Discussion, 2004.

for discontinuance are in agreement with some of the factors necessary for sustainability of adoption of innovation identified by Williams *et al.* (23), among which, are values and goals, norms, compatibility with ideas and beliefs; social nature of community and neighbourhood; contact with extension service; and cost and economic feasibility of practice. Their diverse views are summarized in box 4.

Majority of the participants overwhelmingly expressed their desire for continuation and sustainability of the project. They emphatically expressed their readiness to remobilise and re-group themselves for project activities. Moreso, they indicated their willingness to pay for services that may enhance the sustainability of the project.

Conclusion

The primary intent of the West Africa Dwarf Goat Production project as designed by the research team has been found to be temporarily achieved during the project tenure. However, a post-project assessment showed that the socio-economic gains derived from the project had stopped not long after the termination of the project. The participants are more or less left in their pre-project era, though not without the nostalgia of their experience during the era of their participation. Basically, many of the participants had discontinued

with the adoption of most of the practices, which they have initially adopted, partly due to the failure of the project staff to visit them. Perhaps, constant visitation of the staff would have engendered a great deal of encouragement and follow-up initiatives that would have possibly averted some of the precarious situations experienced in some communities. Since the socio-economic benefits derived from the project were still very fresh in the minds of the participants, coupled with most participants' willingness to continue, there is the possibility to sustain the benefits derived from the project if the University is able to continually provide the necessary services that would facilitate the use of the WADG management practices. For this to be realizable, the following suggestions might be helpful:

- Regular visitation of veterinary personnel to the communities.
- Training of trainers workshop to be organized for the farmers.

Acknowledgements

The Authors appreciate the assistance of Mr. J.O. Owolabi and Mrs F.W. Obayomi of the Isoya Rural Development Project of the Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria during the data collection.

Literature

1. Abubakar M.M. & Yahaya B.A., 1996, Proper utilization of goat colostrums for sustainable rural development. *In*: S.F. Adedoyin & J.O.Y. Aihonsu (Eds), Sustaining the development in Rural Nigeria. Published by the Nigeria Rural Sociological Association. Pp. 97-100.
2. Adedoyin S.F., Torimiro D.O., Joda A. & Ogunkoya. A.O., 1997, Adoption of soybean planting, processing and utilization in Ago-Iwoye. Proceedings of the third annual conference of Agricultural Extension Society of Nigeria. 4-6 March, 1997. Obafemi Awolowo University Agricultural Extension Society of Nigeria. Pp. 142-148.
3. Ademosun A.A., 1988, Appropriate management systems for the West African dwarf goat in the humid tropics. Proceedings of a workshop on goat production in the humid tropics held at the University of Ife, Ile-Ife, Nigeria, 20-24 July, 1987. Pp. 21-28, O.B. Smith & H.G. Bosman (Eds), Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.
4. Ademosun A.A., 1993, The scope for improved small ruminants' production in the humid zone of West and Central Africa: the approach of the West African Dwarf Goats projects. Proceedings of a workshop on goat production systems in the humid tropics held at the Obafemi Awolowo University Ile-Ife, Nigeria, 6-9 July, 1992. Pp. 2-13, A.O. Ayeni & H.G. Bosman (Eds), Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.
5. Alao J.A., 1980, Understanding small farmers adoption behaviour: the Nigeria experience. University of Ife: inaugural lecture series.
6. Ayeni A.O. & Bosman H.G., 1993, The package: how it was developed and tested. Proceedings of a workshop on goat production systems in the humid tropics held at the Obafemi Awolowo University Ile-Ife, Nigeria, 6-9 July, 1992. Pp. 23-32, A.O. Ayeni & H.G. Bosman (Eds), Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.
7. Dawson S., Menderson L.S. & Tallo V.L. 1992, The focus group manual methods for social research in tropical diseases (N° 1), Paris, UNDP/World Bank, WHO, pp. 1-4.
8. Ekong E.E., 2003, An introduction to rural sociology. Dare Educational Publishers, Uyo, Nigeria 2nd edition. Pp. 220-273.
9. Ikwuegbu O.A., Tarawali G. & Njwe R.M., 1994, The role of the West African Dwarf Goat in the economy of the smallholder arable farmer in the sub-humid zone of Nigeria. *In*: Lennie S.H.B, Rey B. and Irungu E.K. (eds), Proceeding of the second biennial of the African Small ruminant research network, AICC, Arusha, Tanzania 7-11 December 1992. ILCA (International Livestock Center for Africa)/CTA (Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation), Addis Ababa, Ethiopia. Pp. 19-22.
10. Jefu J.O., Adu I.F., Alawa C.B.I. & Magaji S.O., 1994, Characteristics of smallholder sheep and goat management practices in southeast Nigeria: observations from Anambra state. *Nigerian J. of Anim. Prod.* 21, 127-134.
11. Kolawole O.D., Farinde A.J. & Alao J.A., 2003, The otherside of farmers' adoption behaviour: forms of discontinuance in Ekiti North of Western Nigeria. *Indian Journal of extension system.* 19, 70-80.
12. Marti L., Riemer-Reiss, Robbyn R. & Wacker R., 2000, Factors associated with assistive technology discontinuance among individuals with disability. *Journal of rehabilitation* July-September Issue. (Available: <http://www.fundartides-com.an.html>)
13. Mathias-Mundy E., 1989, Techniques and practices in ethno-veterinary medicine. D.M. Warren, L.J. Slikkerveer and S.O. Titilola (Eds), Indigenous knowledge system: implications for agriculture and international development studies and social change, Iowa States University, Ames. N° 11., Pp. 79-83.
14. North Central Rural Sociology Committee, 1955, How farm

- people accept new ideas. Iowa Agric. Ext. Special Report N°.15. Pp. 8-14.
15. Odeyinka S.M. & Ademosun A.A., 1993, The effect of season on the yield and nutritive value of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. Nigerian Journal of Animal Production, Vol. **20**, 96-101.
 16. Odeyinka S.M., 1996, Survey of urban small ruminant production system in Osun State. Nigerian J. of Agric. Tech. 5, 44-48.
 17. Odeyinka S.M., Hector B.L. & Orskov E.R., 2003, Evaluation of the nutritive value of the browse species *Gliricidia sepium* (Jacq). Walp, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. and *Cajanus cajan* (L.) Mill. sp. from Nigeria. Journal of Animal and Feed Sciences, 12, 341-349.
 18. Rogers G.M., 1995, Diffusion of innovations (4th ed.) NY: the free press.
 19. Rubin J.H. & Rubin J.S., 1995, Qualitative interviewing the art of hearing data. London: Sage. Pp. 27-28, 139-140.
 20. Sumberg J.E. & Mack S.O., 1985, Village production of West African Dwarf Goat and Sheep in Nigeria. Tropical Animal Health Production, 17, 135-140.
 21. Torimiro D.O., Alao J.A. & Fapojuwo, O.E., 1999, Relationship between socio-economic characteristics of farmers and adoption of improved agricultural technologies in Ogun State, Nigeria. The Nigerian Rural Sociologists, 3, 44-51.
 22. Upton M., 1988, Goat production in the humid tropics – actual and potential contribution to agricultural development. Proceedings of a workshop on goat production in the humid tropics held at the University of Ife, Ile-Ife, Nigeria, 20-24 July, 1987. Pp. 11-20, O.B. Smith & H.G. Bosman (Eds), Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.
 23. Williams S.K.T., Fenley J.M. & Williams C.E., 1984, A manual for agricultural extension workers in Nigeria. Les Shyraden, Ibadan, Nigeria. Pp. 119-121.

Simisola Mercy Odeyinka, Nigerian, PhD, Senior Lecturer, Department of Animal Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.
D.O. Torimiro, Nigerian, PhD, Senior Lecturer, Department of Agricultural Extension and Rural Sociology, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.

Effets des reprises de labour sur les tubercules de *Cyperus rotundus* L. en Nouvelle-Calédonie. I. Effets du cultivateur rotatif et de la herse rotative

O. Ratiarson^{1*} & A. Falisse²

Keywords: *Cyperus rotundus* L.- Tubers- Chains of tubers- Rotary hoe- Circular spike harrow- New ploughing- New Caledonia

Résumé

Compte tenu des caractéristiques biologiques de *Cyperus rotundus*, la mauvaise herbe la plus nuisible en cultures légumières en Nouvelle-Calédonie, le travail du sol, selon le type d'outil utilisé, peut induire un effet positif ou négatif sur le développement de celle-ci. L'objectif de l'essai est d'étudier, en reprise de labour, sur deux parcelles avec deux niveaux d'infestation, les effets de la herse rotative et du cultivateur rotatif (Rotavator) sur la position et l'état des tubercules et des chaînes de tubercules de *C. rotundus*. L'effet principal de la herse rotative, munie de dents rondes, est de remonter un grand nombre de tubercules et de chaînes de tubercules vers la surface. Contrairement à la herse rotative, le Rotavator, muni de lames tranchantes, coupe davantage les tubercules et les chaînes de tubercules, surtout sur des parcelles très infestées. Le fractionnement des chaînes de tubercules stimule la reprise végétative de *C. rotundus*, aussi une utilisation trop fréquente du Rotavator à moyen terme peut augmenter le stock de tubercules dans le sol. Les résultats de l'étude permettent de mieux appréhender l'action des outils du sol sur le développement et la croissance de *C. rotundus* et posent les bases d'une gestion intégrée de la mauvaise herbe en Nouvelle-Calédonie.

Summary

New Ploughing Effects on *Cyperus rotundus* L. Tubers in New Caledonia.

I. Effects of Rotary Hoe and Circular Spike Harrow

Because of the biology of *Cyperus rotundus*, the worst weed in vegetable crops in New Caledonia, tillage may imply positive or negative effects on its development. Consequently, in two fields with low and high densities of *C. rotundus*, a study was undertaken of the impact of a rotary hoe (Rotavator) and a circular spike harrow during new ploughing on the state and the distribution in the soil of tubers and chains of tubers. The main effect of the circular spike harrow, with its round teeth, is to bring tubers up to the surface. The rotary hoe, with its blades, cuts off more tubers and chains of tubers than the circular spike harrow, especially in field with a high weed invasion. By cutting off the chains of tubers, the rotary hoe can stimulate new growth of *C. rotundus*, consequently the frequent use of the rotary hoe may rapidly increase the numbers of tubers in the soil. These results give a better understanding of the effects of mechanical practices on the development and growth of *C. rotundus* and lay the groundwork for an effective weed integrated management in New Caledonia.

Introduction

Originaire d'Asie, probablement d'Inde Occidentale (8), *Cyperus rotundus* est une mauvaise herbe largement présente dans toutes les régions tropicales. Exceptionnellement agressive à l'égard des cultures irriguées, sur les sols à texture légère drainant bien (1), *C. rotundus* est une plante géophyte qui se multiplie rapidement et principalement par voie végétative grâce à la production de nombreux tubercules répartis en réseau le long des rhizomes (12, 13). En effet, après quelques semaines, des millions de tubercules par hectare peuvent être produits (2), capables d'entrer en dormance conférant encore à l'espèce une très bonne capacité d'adaptation et de résistance à de

nombreux milieux (5, 7, 14).

Compte tenu de ses caractéristiques biologiques, le travail du sol peut avoir un impact important sur la reprise végétative de *C. rotundus*. En effet, le déplacement des tubercules vers la surface, le fractionnement des chaînes de tubercules, provoqué par l'utilisation répétée de certains outils du sol, peuvent entraîner l'éveil des bourgeons latents et la formation de nouveaux rhizomes (3, 9). En Nouvelle-Calédonie, un archipel français dans le Pacifique sud, les maraîchers utilisent presque exclusivement le cultivateur rotatif à axe horizontal (Rotavator) pour des raisons pratiques et économiques. Cependant,

¹Institut Agronomique néo-Calédonien, Station de Recherche Maraîchère et Horticole, BP 711 Boulari, 98810 Mont Dore, Nouvelle-Calédonie.

Téléphone: +687 82 48 89 Fax: +687 43 70 16

E-mail (perso): o_ratia@yahoo.fr

²Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées, Passage des Déportés, 2, B-5030 Gembloux, Belgique. Téléphone: +32 (0)81 62 21 40 Fax: +32 (0)81 62 24 07

E-mail: falisse.a@fsagx.ac.be

Reçu le 21.03.05 et accepté pour publication le 14.09.05.

les utilisations répétées de cet outil ont semble-t-il favorisé l'essor de *C. rotundus* (10). Les utilisations d'outils équipés de dents rondes pour ne pas sectionner les organes souterrains, comme la herse rotative, peuvent paraître alors préférables.

L'objectif de cette étude est de décrire les impacts du Rotavator et de la herse rotative, en reprise de labour, sur la position des tubercules et sur l'état des chaînes de tubercules de *C. rotundus* dans les horizons superficiels du sol et sur deux parcelles avec des niveaux d'infestation différents. Les résultats permettront de mieux appréhender les dynamiques de population de *C. rotundus* compte tenu de la préparation du sol et de sensibiliser davantage les agriculteurs sur l'importance du choix de l'outil pour une meilleure gestion intégrée de la mauvaise herbe en Nouvelle-Calédonie.

Matériel et méthodes

L'essai se déroule à la Station de Recherche Maraîchère et Horticole (SRMH) de l'Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC) au Mont Dore, en Nouvelle-Calédonie, pendant le mois d'avril 2002. Les trois modalités suivantes vont être testées sur le déplacement des tubercules dans le sol et l'état des chaînes de tubercules:

- » Cultivateur rotatif (Rotavator) en reprise de labour.
- » Herse rotative en reprise de labour.
- » Aucune reprise de labour.

L'expérimentation se déroule sur deux parcelles ayant des densités moyennes d1 et d2, de 70 et 535 tubercules/m² respectivement. Les densités d1 et d2, appartenant à une population y_1 de tubercules sont estimées à partir de 24 échantillons de sol prélevés, sur chaque parcelle, dans un cadre de 0,25 m² sur 10 cm de profondeur (les tubercules de la population y_1 ne sont pas remis en place). L'emplacement de chaque prélèvement est marqué afin de cartographier dans un premier temps la répartition de la population y_1 et de retrouver, après le passage des outils du sol, les zones dans lesquelles seront effectués les prélèvements d'une autre population y_2 .

Sur chaque parcelle, les trois modalités, reprises de labour avec le Rotavator ou la herse rotative (Tableau 1) ou sans reprise de labour, sont réalisées une fois dans 8 parcelles élémentaires de 30 m x 2 m disposées côte à côte:

1	2	3	4	5	6	7	8
Rotavator	aucune reprise 1	Rotavator	aucune reprise 1	herse rotative	aucune reprise 2	herse rotative	aucune reprise 2

Chaque parcelle élémentaire contient à chaque fois trois zones dans lesquelles les prélèvements de la population y_1 ont été réalisés.

Juste après le passage des outils et dans chaque parcelle élémentaire, les comptages de tubercules d'une population y_2 s'effectuent dans les mêmes zones que précédemment (trois observations par parcelle élémentaire) avec un cadre de 0,5 m de côté. Chaque carré délimite une surface d'étude de 0,25 m², sur laquelle on compte d'abord les tubercules apparaissant en surface, et dans laquelle on récolte ensuite les tubercules sur 10 cm de profondeur. Ici pour chaque échantillon étudié, les tubercules et les chaînes de tubercules de *C. rotundus* sont dénombrés et rangés en fonction de leur apparence dans 5 catégories:

- cat. 0, tubercules coupés;
- cat. 1, chaînes avec un tubercule (tubercule seul);
- cat. 2, chaînes avec deux tubercules;
- cat. 3, chaînes avec trois tubercules;
- cat. 4, chaînes avec plus de trois tubercules.

Afin de normaliser les populations y_1 sur les deux densités d1 et d2, la transformation $y = \ln(x)$ est utilisée. Les quotients moyens $\hat{a}$ des tubercules, rapport entre les nombres de tubercules avant et après le passage des outils sur chaque modalité, sont comparés compte tenu de leurs intervalles de confiance à 95%.

Les nombres moyens des chaînes de tubercules de la population y_2 dans chaque catégorie de chaque modalité sont comparés compte tenu de leurs intervalles de confiance pour chaque densité en surface et sur 10 cm de profondeur.

Résultats

Déplacement des tubercules dans les horizons superficiels

Les observations, avant et après le passage des outils, semblent montrer un impact du Rotavator et de la herse rotative sur le nombre de tubercules pour les deux densités. En effet, le nombre de tubercules/m², dans l'horizon superficiel, augmente immédiatement après le passage des outils; cette augmentation est représentée par des bandes plus foncées aux endroits où les outils ont été passés (Figures 1 et 2).

Pour chaque densité d1 et d2, les quotients moyens $\hat{a}$ des rapports entre les nombres de tubercules avant et après le passage des outils, sont représentés dans le tableau 2. Sur d1, la herse rotative augmente davantage le nombre de tubercules/m²; le quotient moyen obtenu avec le Rotavator, bien que supérieur, ne présente pas de différence significative avec ceux

des témoins. Sur d2, les quotients moyens obtenus avec les deux outils diffèrent de ceux des parcelles non travaillées.

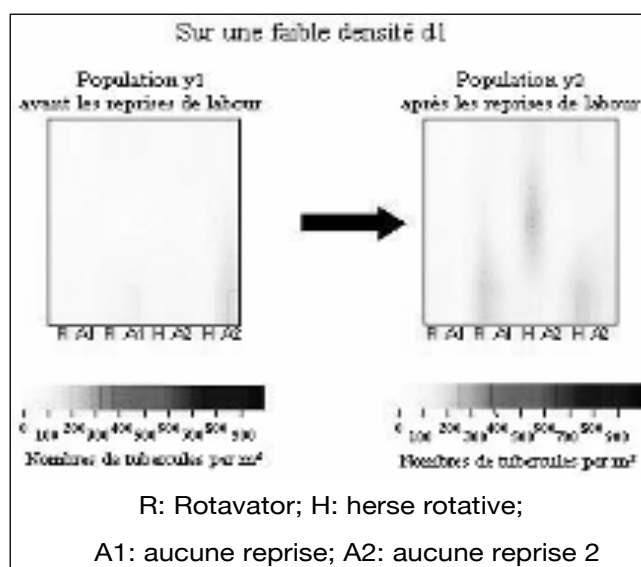


Figure 1: Observation de la densité des tubercules par m² sur une profondeur de 10 cm sur une faible densité de *C. rotundus* avant et après le passage des outils.

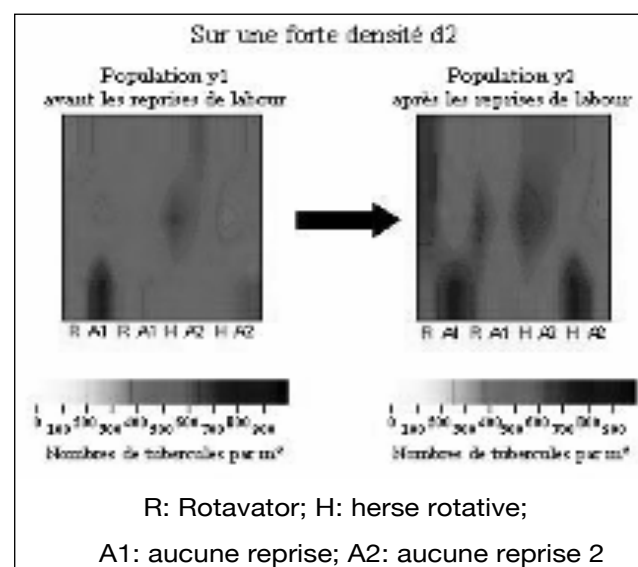


Figure 2: Observation de la densité des tubercules par m² sur une profondeur de 10 cm sur une forte densité de *C. rotundus* avant et après le passage des outils.

Tableau 1
Caractéristiques de la herse rotative et du cultivateur rotatif à axe horizontal

Outil	largeur de travail	pièces travaillantes				régime prise de force	profondeur de travail
		type	longueur	nb de flasques	nb de dents/ flasque		
Herse rotative	2,5 m	dent ronde	30 cm	10	2	540 tr/mn	20 cm
Cultivateur rotatif (Rotavator)	1,7 m	lame équerre	-	7	6	540 tr/mn	15 cm

L'augmentation du nombre de tubercules/m², dans les horizons superficiels, après le passage des outils du sol, peut s'expliquer de plusieurs façons: les outils remontent davantage de tubercules sur l'horizon étudié et/ou ils coupent des tubercules augmentant les effectifs. La herse rotative travaille plus profondément (20 cm) que le Rotavator (15 cm) et remonte certainement plus de tubercules. Le Rotavator peut couper davantage les tubercules à défaut d'en remonter une plus grande quantité, notamment sur une plus forte densité d2 où la concentration de tubercules est importante. La comparaison de l'état des tubercules entre chaque modalité, après le passage des outils, va fournir davantage d'explications sur ces observations.

Etat des tubercules en surface sur une faible densité d1

Pour toutes les catégories de tubercules, on observe,

Tableau 2
Comparaison entre les modalités des quotients moyens $\hat{a}$

Modalités	$\hat{a}$ sur d1	$\hat{a}$ sur d2
Rotavator	1,99 ^{ab}	1,26 ^a
Aucune reprise 1	1,05 ^a	1,01 ^b
Herse rotative	3,18 ^b	1,13 ^a
Aucune reprise 2	0,90 ^a	0,96 ^b

Les moyennes d'une colonne dont les lettres sont différentes, diffèrent au seuil 5%.

après le passage des outils, une légère augmentation du nombre de tubercules en surface qui se révèle notamment significative pour les catégories 1 et 2 avec la herse rotative et pour la catégorie 0 avec les deux outils (Tableau 3). Mais les nombres dans chaque catégorie sont très faibles et limitent les conclusions.

En complément du tableau 3, les profils des catégories montrent l'apparition de nouvelles classes de tubercules après le passage des outils, dont la catégorie 0 (tubercules coupés) avec le Rotavator (Figure 3). Ils mettent aussi en évidence les variations des différentes catégories de tubercules entre les parcelles travaillées et les témoins adjacents. Le faible nombre de tubercules ne peut appeler d'autres commentaires.

Etat des tubercules en surface sur une forte densité d2

Les nombres des tubercules, dans toutes les catégories, augmentent en surface après le passage de la herse rotative particulièrement pour les tubercules des catégories 1 et 2, montrant l'effet de remontée qu'exerce l'outil (Tableau 4). Cet effet est moins marqué avec le Rotavator, puisque seul le nombre de tubercules de la catégorie 1 est significativement supérieur à celui du témoin adjacent (aucune reprise 1). On observe également que le nombre de chaînes avec deux tubercules est maximal avec la herse

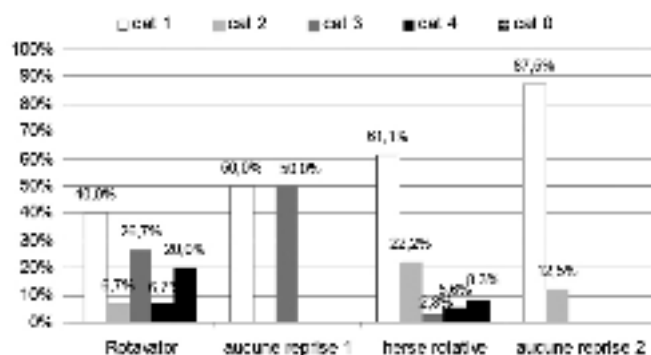
Tableau 3

Comparaisons des nombres de tubercules/m² dans chaque catégorie en surface pour une faible densité de *C. rotundus*

Outil du sol	nombre moyen de tubercules par m ²				
	cat. 1	cat. 2	cat. 3	cat. 4	cat. 0
Rotavator	4 ^a (±5,05)	0,6 ^a (±1,63)	2,6 (±4,84)	0,6 (±1,63)	2 ^a (±1,26)
aucune reprise 1	0,6 ^a (±1,63)	0 ^a (±0)	0,6 (±1,63)	0 (±0)	0 ^b (±0)
herse rotative	14,6 ^b (±3,26)	5,3 ^b (±2,06)	0,6 (±1,63)	1,3 (±2,06)	2 ^a (±1,26)
aucune reprise 2	4,6 ^a (±3,93)	0,6 ^a (±1,63)	0 (±0)	0 (±0)	0 ^b (±0)

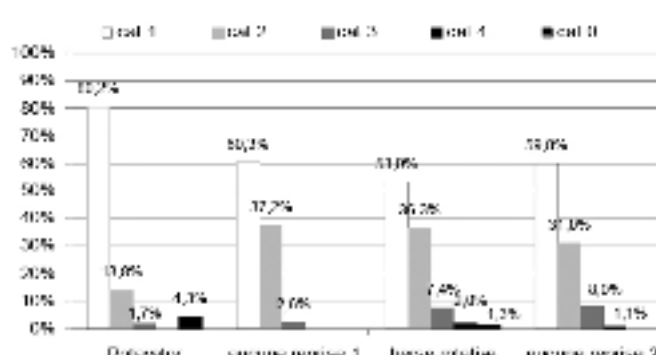
cat. 0: tubercules coupés; cat. 1: tubercules seuls; cat. 2: chaînes avec 2 tubercules; cat. 3: chaînes avec 3 tubercules; cat. 4: chaînes avec plus de 3 tubercules.

Les moyennes d'une colonne dont les lettres sont différentes, diffèrent au seuil 5% - (± Ecart type).

Figure 3: Profils (%) des catégories de tubercules en surface pour une faible densité de *C. rotundus*.

rotative et minimal avec le Rotavator. D'ailleurs et en règle générale, les chaînes de tubercules sont surtout comptabilisées sur les parcelles travaillées avec la herse rotative.

La figure 4 montre des proportions de tubercules quasi identiques pour chaque catégorie entre les parcelles travaillées avec la herse rotative et le témoin adjacent (aucune reprise 2). Ce résultat n'apparaît pas avec les catégories 1 et 2, entre le Rotavator et le témoin adjacent (aucune reprise 1). Ceci peut s'expliquer par un effet tranchant du Rotavator qui coupe un certain nombre de chaînes à deux tubercules (cat. 2) ou plus, augmentant par là le nombre de tubercules seuls (cat. 1) et le nombre de tubercules coupés (cat. 0).

Figure 4: Profils (%) des catégories de tubercules en surface pour une forte densité de *C. rotundus*.

Etat des tubercules dans l'horizon de 10 cm sur une faible densité d1

Sur une faible densité et dans l'horizon de 10 cm, il n'y a pas de différence significative entre les modalités pour les catégories 1, 2, 3 et 4 (Tableau 5). Cependant, on peut encore observer un effet ascendant de la herse rotative qui remonte les tubercules et chaînes de tubercules de toutes les catégories sur les dix centimètres de sol étudiés. D'autre part, l'effet tranchant du Rotavator entraîne un nombre de tubercules coupés (cat. 0) significativement supérieur aux autres modalités et un nombre de chaînes avec deux tubercules (cat. 2) minimal.

Tableau 4

Comparaisons des nombres de tubercules/m² dans chaque catégorie en surface pour une forte densité de *C. rotundus*

Outil du sol	nombre moyen de tubercules par m ²				
	cat. 1	cat. 2	cat. 3	cat. 4	cat. 0
Rotavator	62,0 ^a (±13,56)	10,6 ^a (±1,63)	1,3 ^a (±2,06)	0 (±0)	3,3 (±4,67)
aucune reprise 1	31,3 ^b (±13,00)	19,3 ^a (±6,88)	1,3 ^a (±2,06)	0 (±0)	0 (±0)
herse rotative	52,3 ^a (±7,63)	35,8 ^b (±3,37)	7,3 ^b (±3,01)	2 (±3,46)	1,3 (±2,06)
aucune reprise 2	34,6 ^b (±4,84)	18,0 ^a (±7,89)	4,6 ^{ab} (±3,93)	0,6 (±1,63)	0 (±0)

cat. 0: tubercules coupés; cat. 1: tubercules seuls; cat. 2: chaînes avec 2 tubercules; cat. 3: chaînes avec 3 tubercules; cat. 4: chaînes avec plus de 3 tubercules.

Les moyennes d'une colonne dont les lettres sont différentes, diffèrent au seuil 5% - (± Ecart type).

Tableau 5
Comparaisons des nombres de tubercules/m² dans chaque catégorie en profondeur pour une faible densité de *C. rotundus*

Outil du sol	nombre moyen de tubercules par m ²				
	cat. 1	cat. 2	cat. 3	cat. 4	cat. 0
Rotavator	62,6 (±36,36)	4,6 (±6,40)	1,3 (±2,06)	0,6 (±1,63)	15,3 ^a (±9,6)
aucune reprise 1	37,3 (±30,21)	5,3 (±6,02)	0,6 (±1,63)	0,6 (±1,63)	1,3 ^b (±2,06)
herse rotative	81,0 (±35,09)	19,3 (±15,4)	3,3 (±3,01)	0 (±0)	2,6 ^b (±4,84)
aucune reprise 2	60,0 (±32,27)	10 (±8,67)	2 (±2,19)	0 (±0)	0 ^b (±0)

cat. 0: tubercules coupés; cat. 1: tubercules seuls; cat. 2: chaînes avec 2 tubercules; cat. 3: chaînes avec 3 tubercules; cat. 4: chaînes avec plus de 3 tubercules.

Les moyennes d'une colonne dont les lettres sont différentes, diffèrent au seuil 5%-(± Ecart type).

La figure 5 montre une part de tubercules coupés, avec le Rotavator, assez importante (18,1%) par rapport aux autres modalités et une proportion de chaînes avec deux tubercules (cat. 2) inférieure à 10% avec le même outil (5,5%). Même si la plupart des différences ne sont pas significatives, sur une parcelle faiblement infestée, on remarque, en profondeur, un effet coupant de la part du Rotavator sur les tubercules et chaînes de tubercules, effet moins évident avec la herse rotative.

Etat des tubercules dans l'horizon de 10 cm sur une forte densité d2

Le tableau 6 montre que le Rotavator produit une quantité de tubercules seuls (cat. 1) et coupés (cat. 0) significativement supérieure à celle des autres modalités. La herse rotative laisse globalement en l'état les tubercules puisqu'il n'y a pas de véritables différences entre ses nombres de tubercules de chaque catégorie et ceux du témoin adjacent (aucune reprise 2). Le nombre de chaînes avec 2 tubercules est moins important avec le Rotavator qu'avec la herse rotative.

La figure 6 ne montre pas de grandes différences entre les catégories 1, 2, 3 et 4 de la herse rotative et du témoin adjacent (aucune reprise 2). Nous pouvons en déduire que la herse rotative coupe peu de chaînes avec deux tubercules (cat. 2); de ce fait le nombre de tubercules seuls (cat. 1) n'a pas véritablement augmenté. Sur la figure 6, la comparaison entre

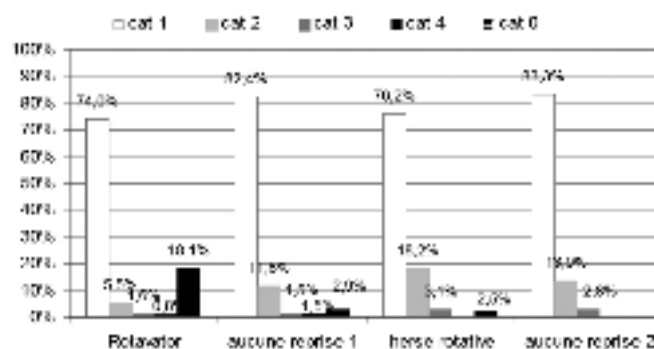


Figure 5 : Profile (%) des catégories de tubercules en profondeur pour une faible densité de *C. rotundus*.

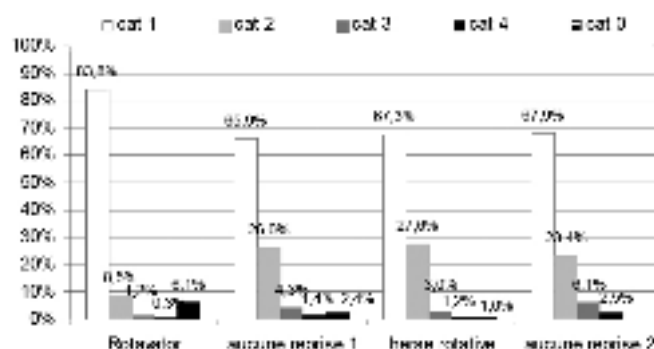


Figure 6 : Profils (%) des catégories de tubercules en profondeur pour une forte densité de *C. rotundus*.

le Rotavator et le témoin adjacent (aucune reprise 1) montre que l'outil coupe davantage de chaînes de tubercules (cat. 2) ce qui a pour conséquence d'augmenter la part de tubercules seuls (cat. 1) et de

Tableau 6
Comparaisons des nombres de tubercules/m² dans chaque catégorie en profondeur pour une forte densité de *C. rotundus*

Outil du sol	nombre moyen de tubercules par m ²				
	cat. 1	cat. 2	cat. 3	cat. 4	cat. 0
Rotavator	402,6 ^a (±17,82)	41 ^a (±19,50)	6 (±6,06)	1,3 (±2,06)	29,3 ^a (±14,0)
aucune reprise 1	223,3 ^b (±17,46)	88 ^{ab} (±26,04)	14,6 (±12,04)	4,6 (±7,76)	8 ^b (±5,05)
herse rotative	226,6 ^b (±24,22)	93 ^b (±35,50)	10 (±6,06)	4 (±4,38)	3,3 ^{bc} (±5,31)
aucune reprise 2	214,6 ^b (±24,12)	74 ^{ab} (±16,97)	19,3 (±15,05)	8 (±10,11)	0 ^c (±0)

cat. 0: tubercules coupés; cat. 1: tubercules seuls; cat. 2: chaînes avec 2 tubercules; cat. 3: chaînes avec 3 tubercules; cat. 4: chaînes avec plus de 3 tubercules

Les moyennes d'une colonne dont les lettres sont différentes, diffèrent au seuil 5% - (± Ecart type).

tubercules coupés (cat. 0) et de diminuer celle des catégories 2, 3 et 4.

Discussion

L'impact des outils du sol sur l'état du réseau souterrain de *C. rotundus* est plus net sur la parcelle la plus infestée. Plus la densité des tubercules est importante et plus les différences entre les effets de la herse rotative et du Rotavator apparaissent et sont déterminantes pour la suite de l'évolution de la plante. Sur une densité de tubercules plus faible, l'effet ascendant des deux outils qui remontent vers les horizons superficiels du sol des tubercules initialement plus profonds, est facilement plus observable.

Les résultats montrent que la herse rotative, qui travaille sur 20 cm de profondeur, tend à remonter les tubercules et chaînes de tubercules sans trop les abîmer, sur les 10 cm de sol étudié et à la surface. La légère inclinaison des flasques par rapport à la verticale et la vitesse de rotation peuvent expliquer cet effet ascendant. De plus, notre outil est équipé d'un rouleau cage qui appuie le sol à l'arrière et qui concentre donc les tubercules vers la surface du sol. Il y a peu d'effet tranchant avec cet outil puisque les dents épaisses émiettent le sol par effets de choc. Par conséquent la herse rotative peut encore stimuler la reprise végétative des tubercules en les rapprochant de la surface du sol où ils captent les différences de températures et de lumière. En effet, l'état de dormance peut être levé pour une petite amplitude thermique (2 à 6 °C) et la photomorphogénèse est initiée par une faible quantité de lumière (6).

Le Rotavator, en coupant davantage les chaînes de tubercules, peut accélérer la reprise végétative de *C. rotundus* et entraîner, à moyen terme, une augmentation significative du nombre total de

tubercules par m² par rapport à la herse rotative (11). De la même manière, les utilisations d'outils à disques peuvent accélérer la multiplication de la mauvaise herbe (9). En Nouvelle-Calédonie, les utilisations répétées du Rotavator ont donc très largement favorisé la multiplication de *C. rotundus* en cultures légumières. Il existe également un effet ascendant de la part du Rotavator; effet qui se révèle notamment sur la parcelle faiblement infestée puisqu'il est dans ce cas peu probable, compte tenu du faible nombre de la population initiale, qu'une grande quantité de tubercules ait été coupée. Sur une parcelle fortement infestée, le Rotavator coupe encore plus de tubercules que la herse rotative (6,1% et 1,0% de tubercules coupés respectivement sur une forte densité). Par conséquent, la viabilité de chaque morceau de tubercule doit être vérifiée afin d'étudier l'impact du Rotavator sur *C. rotundus* dans une plus grande globalité (effet direct et indirect sur le tubercule).

L'enherbement des parcelles est la résultante d'une combinaison des différents éléments du système de culture et des facteurs d'ordre écologique et biologique. Les résultats de notre étude se situent à la base d'une réflexion dont la finalité est de choisir les pratiques agricoles les mieux adaptées à l'objectif recherché, pour une agriculture durable et de qualité. Le travail du sol, en désorganisant le réseau souterrain de *C. rotundus*, induit un effet positif (levée de l'état de dormance, suppression de la dominance apicale, répartition spatiale favorable au développement...) ou négatif (dessiccation à la surface, enfouissement de la plante...) sur le développement de la mauvaise herbe. Il faut donc composer avec des outils qui limitent toute action susceptible de favoriser sa multiplication. Le Rotavator est donc fortement déconseillé et si la herse rotative lui est préférable, elle n'est probablement pas le meilleur outil par rapport à d'autres (4).

Références bibliographiques

1. Al-Ali F.A., Shamsi R.A. & Hussain S.M., 1978, Sprouting and growth of purple nutsedge, *Cyperus rotundus*, in relation to pH and aeration, *Physiologia Plantarum*, 44, 373-376.
2. Hauser E.W., 1962, Development of purple nutsedge under field conditions, *weeds*, 10, 315-321.
3. Le Bourgeois T. & Merlier H., 1995, Adventrop: les adventices d'Afrique soudano-sahélienne, CIRAD-CA, Montpellier, 62-65.
4. Marnotte P., 1994, La lutte contre *Cyperus rotundus*, agriculture et développement, n°1, 57-58.
5. Merlier H. & Montegut J., 1982, Adventices tropicales. Flore aux stades plantule et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales, Ministère des Relations Extérieures Coopération et Développement, Paris, 164-167.
6. Miles J.E., Nishimoto R.K. & Kawabata O., 1996, Diurnally alternating temperatures stimulate sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers, *weed science*, 44, 1, 122-125.
7. Neeser C., Agüero R. & Swanton C.J., 1997, Survival and dormancy of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers, *weed science*, 45, 784-790.
8. Parham W., 1958, The weeds of Fiji, department of agriculture of Fiji, 35, 150-151.
9. Pitty A., Godoy G.C. & Vega J., 1997, Effect of tillage on weed flora composition and vertical distribution of weed seed bank in Honduras [en ligne], Abstract 293, <http://ext.agn.uiuc.edu/abstract/293.html>
10. Ratiarson O., 1997, Approche d'une stratégie de lutte contre *C. rotundus* L. sur culture d'oignon en Nouvelle-Calédonie Province Sud, Mémoire du Diplôme des Etudes Supérieures en Phytologie et Phytopharmacie, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 72 p.
11. Ratiarson O., 2004, Stratégie de lutte intégrée contre *Cyperus rotundus* L. en Nouvelle-Calédonie: effets des reprises de labour, des successions de cultures et de l'herbicide halosulfuron-méthyl, Thèse de doctorat, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 224 p.
12. Siriwardana G. & Nishimoto R.K., 1987, Propagules of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) in soil, *weed technology*, 1, 3, 217-220.
13. Wills G.D. & Briscoe G.A., 1970, Anatomy of purple nutsedge, *weed science*, 18, 5, 631-635.
14. Zandstra B. & Nishimoto R.K., 1977, Movement and activity of Glyphosate in purple nutsedge, *weed science*, 25, 3, 268-274.

O. Ratiarson, Français, Docteur en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique de la Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), Doctorand à l'IAC.

A. Falisse, Belge, Professeur à l'Unité de Phytotechnie des Régions tempérées, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

Effet de la cuisson et du séchage des noix de karité (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) sur la qualité du beurre

H.M. Womeni^{1*}, R. Ndjouenkeu², C. Kapseu², Félicité Tchouanguep Mbiapo¹, M. Parmentier³ & J. Fanni³

Keywords: *Butyrospermum parkii*- Shea butter- Cooking- Quality- Unsaponifiable- Cameroon

Résumé

Le temps de cuisson et la température de séchage des graines de karité (*Butyrospermum parkii*) qui préservent la qualité du beurre ont été déterminés. Une cuisson des graines dans l'eau bouillante pendant 100 à 120 minutes suivie du séchage à 60-70 °C permet d'obtenir un beurre avec une acidité inférieure à 0,3% d'acide oléique, un indice de peroxyde proche de 1 meq O₂/kg, une teneur élevée en matières insaponifiables (> 5%) et contenant plus de 80% d'alcools triterpéniques. Ainsi, la cuisson des noix de karité apparaît comme une opération indispensable pour le procédé d'extraction du beurre de karité.

Summary

Effect of Cooking and Drying of Shea Nuts (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) on the Quality of Butter

Cooking time and drying temperature of shea nuts (*Butyrospermum parkii*) which protect the quality of the butter were determined. A cooking of nuts in boiling water for 100 to 120 minutes followed by the drying at 60-70 °C allows to obtain a butter with an acidity lower than 0.3% oléic acid, a peroxide value close to 1 meq O₂/kg, a high content of unsaponifiable matters (> 5%) containing more than 80% of triterpenic alcohols. Thus, the cooking of shea nuts appears as an important operation for the process of the shea butter extraction.

Introduction

La plupart des procédés traditionnels de traitement des amandes de karité (*Butyrospermum parkii* ou *Vitellaria paradoxa*), pour en extraire le beurre, intègrent la cuisson des graines (noix) dans l'eau bouillante, suivie du séchage au soleil et d'un décorticage (2, 20, 21, 26, 29, 30). La cuisson, définie par Womeni (32) comme une des opérations critiques du procédé, a pour objectif de bloquer la germination des graines (14, 20, 22, 29). En effet, la germination réduit le rendement d'extraction du beurre et développe une amertume de celui-ci (21). Le séchage au soleil, tout en éliminant l'eau des graines, facilite leur décorticage. Toutefois, ces traitements thermiques (cuisson et séchage au soleil) appliqués pour améliorer le rendement d'extraction et la qualité du beurre sont susceptibles, s'ils ne sont pas contrôlés, d'induire des modifications chimiques pouvant se répercuter sur l'apparence, la flaveur, voire la valeur nutritive du produit final. Les réactions impliquées peuvent être de nature lipolytique, oxydative, voire thermolytique, avec pour conséquence la libération d'acides gras, l'augmentation de la susceptibilité à l'oxydation du beurre, voire éventuellement la modification de ses caractéristiques physiques (25). La température et le temps des traitements sont les principaux facteurs de procédés responsables de ces

modifications. Or, les conditions traditionnelles des traitements ne garantissent pas toujours le contrôle de ces paramètres. Si la cuisson des graines, dans les systèmes traditionnels, est systématiquement menée dans de l'eau bouillante, la durée du traitement varie d'un système à l'autre (20 à 120 minutes selon les cas) (2, 29). Par ailleurs, en ce qui concerne le séchage des graines au soleil, le but visé est de faciliter le décorticage avant broyage et extraction. Dans ce cas, l'opération est définie par l'humidité relative finale de la graine. Or, les conditions climatiques variables lors du séchage au soleil, ne permettent pas toujours d'arriver, dans les meilleures conditions au niveau d'humidité voulu. L'utilisation de systèmes améliorés de séchage trouve ici son intérêt, dans la mesure où l'humidité optimale de décorticage, définie dans le procédé traditionnel par la mobilité de l'amande à l'intérieur de la coque, peut être obtenue à travers le contrôle du temps ou de la température de séchage (12).

Le présent travail est consacré à l'étude de l'influence des conditions de cuisson et de séchage sur la qualité du beurre. Au regard des paramètres non contrôlés des conditions traditionnelles (temps de cuisson et conditions de séchage), le travail s'appuie sur le couple d'hypothèses suivantes:

¹Département de Biochimie, Faculté des Sciences, Université de Dschang, B.P. 67, Dschang, Cameroun.

²Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, B.P. 455, Ngaoundéré, Cameroun.

³Laboratoire de Science et Génie Alimentaires, ENSAIA – INPL, 2, avenue de la forêt de Haye, 54500, Vandœuvre-les-Nancy, Cedex, France.

*Correspondant: Tél. (237) 345 17 35 / (237) 997 84 49 Fax: (237) 345 12 02 E-mail: womeni@yahoo.fr

Reçu le 28.06.05 et accepté pour publication le 20.09.05.

La température de l'eau bouillante étant considérée, lors de la cuisson, comme convenable en terme de risques de dégradation, le temps de traitement apparaît dès lors comme facteur limitant tant vis-à-vis de l'inactivation enzymatique que de la dégradation du beurre. Dès lors, un temps trop long, tout en inhibant les enzymes, est susceptible de fragiliser les cellules et d'induire la dégradation du beurre.

Le choix d'une température de séchage conduisant à une humidité convenable pour le décortiquage des graines est susceptible d'avoir une influence sur la qualité

Matériel et méthodes

Les graines utilisées sont issues des fruits de la localité de Tchabal. La cuisson s'est faite dans l'eau bouillante. Un essai consistait en la cuisson de 1.200 g de graines dans 5 litres d'eau bouillante. Le temps de cuisson allait de 0 à 140 minutes. Ces temps ont été définis pour rester dans l'intervalle 20 à 120 minutes signalé par la littérature (2, 29) et pour étudier ce qui se passe de part et d'autre de cet intervalle.

Le séchage des graines s'est fait dans une étuve à convection forcée. Les températures de consigne variaient de 35 à 85 °C. Le temps de séchage pour chaque température a été fixé pour atteindre une humidité de l'ordre de 10%, propice au décortiquage des graines et l'extraction du beurre.

Le plan expérimental utilisé était un dispositif expérimental composite centré (8). La matrice expérimentale de l'étude de l'effet de la cuisson et du séchage des graines qui en résulte est donnée dans le tableau 1. Ce plan permet d'analyser l'équation mathématique du modèle suivant:

$$Y = I + ax_1 + bx_2 + cx_1x_2 + dx_1^2 + ex_2^2 \quad [1]$$

I, a, b, c, d et e étant les coefficients de l'équation.

Selon ce plan expérimental, les graines de karité ont été cuites dans de l'eau bouillante à différents temps

et séchées à des températures variables. Les graines séchées ont été décortiquées et les amandes récupérées broyées. Le beurre a été extrait selon la méthode Soxhlet avec l'hexane comme solvant. Les différents échantillons de beurre obtenus ont été caractérisés selon les référentiels suivants: indices d'acide, d'iode et de peroxyde, teneur et composition en matières insaponifiables. Les indices chimiques de qualité (indices d'acide, d'iode et de peroxyde) des différents échantillons de beurre obtenu ont été déterminés selon les méthodes normalisées AFNOR (1).

La séparation de la fraction insaponifiable a été réalisée par saponification de 2 à 2,5 g de beurre de karité par traitement à reflux en présence d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, suivie de l'extraction de l'insaponifiable au moyen d'éther diéthylique (1, 3). La détermination de la composition des fractions insaponifiables a été réalisée par chromatographie sur couche mince couplée à la détection par ionisation de flamme (IATROSCAN™ MK-5, IATRON LABORATORIES, INC. Tokyo, Japan). L'insaponifiable des différents beurres a été dissout dans le chloroforme à raison de 5 mg d'échantillon pour 1 ml de chloroforme. Des microsiringues de 1 µl sont utilisées pour déposer 2 µl d'une même dilution d'échantillon sur deux baquettes de quartz recouvertes de silice (Chromarods III). Les chromarods ont été élués à la température ambiante dans le mélange hexane-diéthyl éther (70:30) puis séchés à 100 °C pendant 1 minute. La détection a été réalisée sur Iatroscan MK-5. Parallèlement, le chromatogramme du mélange des standards a été réalisé dans les mêmes conditions. Ce mélange était constitué d'un hydrocarbure (squalène), d'un tocophérol (δ-tocophérol), d'un alcool triterpénique (lupéol) et de trois stérols (stigmastérol, β-sitostérol et cholestérol).

La construction du plan d'expérience et l'analyse des résultats obtenus ont été faites au moyen du logiciel STATGRAPHICS Plus 3.0. Les courbes isoréponses ont été tracées avec le logiciel STATISTICA 6.0.

Tableau 1
Plan d'expérience de l'étude de l'effet de la cuisson et du séchage des graines sur la qualité du beurre de karité

Essais	Valeurs codées		Valeurs réelles	
	Temps de cuisson	Température de séchage	Temps de cuisson	Température de séchage
	x_1	x_2	(minutes) x_1	(°C) x_2
1	0	0	70	60
2	0	0	70	60
3	1	1	110	75
4	1	-1	110	45
5	-1	1	30	75
6	-1	-1	30	45
7	α	0	140	60
8	$-\alpha$	0	0	60
9	0	α	70	85
10	0	$-\alpha$	70	35

Tableau 2

Coefficients de l'équation de régression (CR), coefficient de détermination et valeurs de P de l'ANOVA des modèles d'expression des indices d'acide, d'iode et de peroxyde des beurres de karité obtenus à partir des graines cuites et séchées selon le plan d'expérience composite centré

Sources	Indice d'acide		Indice d'iode		Indice de peroxyde	
	CM	P	CM	P	CM	P
x_1 : Temps de cuisson	-0,1135	0,046*	0,1618	0,974	0,0354	0,935
x_2 : Température de séchage	-0,9190	0,006*	-1,0914	0,025	0,0897	0,791
x_1^2	0,0005	0,329	0,0008	0,260	-0,0002	0,026*
x_1x_2	0,0002	0,907	-0,0047	0,162	-4,25.10 ⁻⁵	0,918
x_2^2	0,0066	0,023*	0,0134	0,033*	-0,0007	0,355
constante	35,8676		56,6608		-1,7902	
Coefficient de détermination (%)	60,821		48,309		31,370	

*valeurs de $p < 0,05$; indiquant qu'il y a effet significatif de 0 à 95% niveau de confidentialité.

Résultats et discussion

Acidité des beurres

L'analyse des données de l'acidité des beurres, exprimée en pourcentage d'acide oléique, a généré une équation de régression exprimant l'acidité du beurre en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des noix de karité (Eq. 2) et dont les coefficients sont donnés dans le tableau 2.

$$Ia = 35,87 - 0,11 \cdot 10^{-2} t - 0,92 T + 0,50 \cdot 10^{-3} t^2 + 0,20 \cdot 10^{-3} t \cdot T + 0,66 \cdot 10^{-2} T^2 \quad (2)$$

Où t est le temps de cuisson en minutes et T la température de séchage en °C.

Cette équation explique 60,82% de la variation de l'acidité. La différence (39,18%) est liée à des facteurs tels que la température de cuisson et le temps de

séchage qui n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Dans ce modèle, le terme de premier ordre de la température de séchage des noix a l'effet le plus significatif ($P < 0,01$) sur l'acidité des beurres. Le terme de premier ordre du temps de cuisson et celui de second ordre de la température ont aussi des effets significatifs ($P < 0,05$) sur l'acidité des beurres (Tableau 2).

La variation de l'acidité des beurres obtenus des graines cuites et séchées est représentée par les courbes isoréponses de la figure 1. L'acidité des beurres varie de 0,17 à 9,92% d'acide oléique. Dans l'ensemble, cette acidité reste inférieure à 9% qui est la borne supérieure du beurre destiné à l'industrie alimentaire. Mais, dans bon nombre de cas, elle est supérieure aux 4% d'acidité maximale préconisée par le Codex Alimentarius (10) et à 0,3% souhaité pour le beurre de karité à destination cosmétique (11).

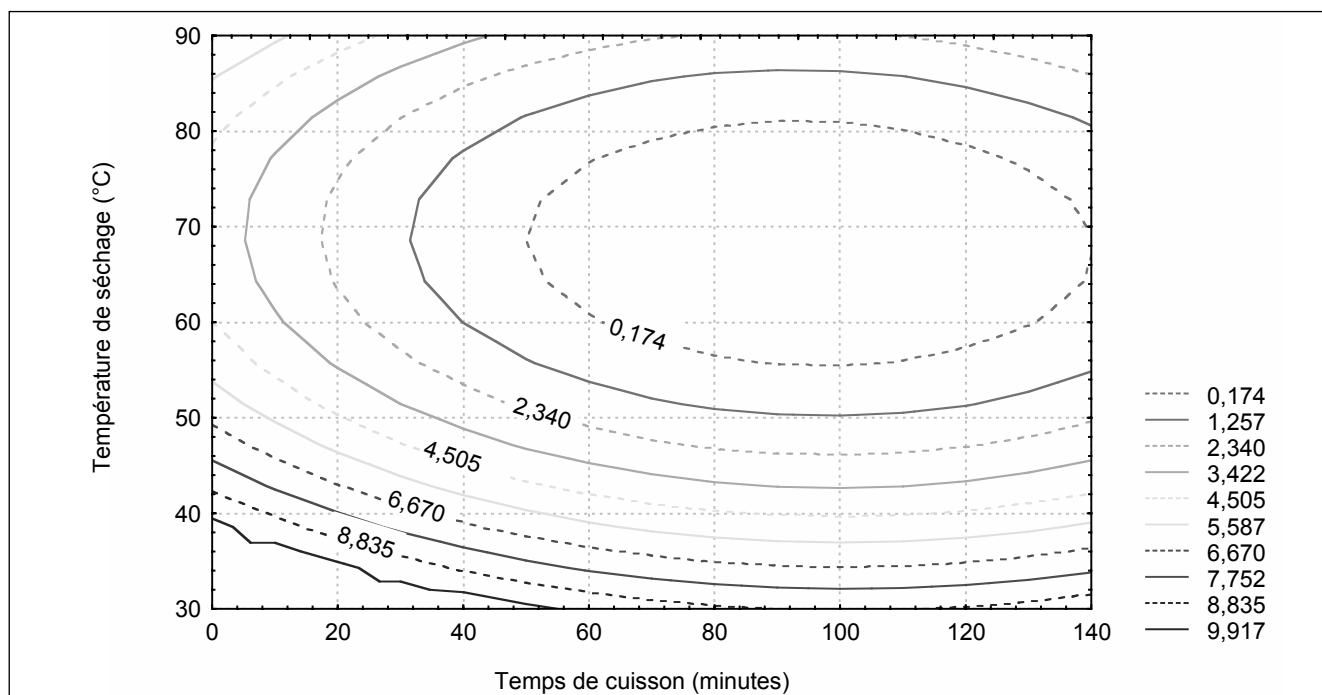


Figure 1: Courbes isoréponses montrant la variation de l'acidité du beurre (% acide oléique) en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

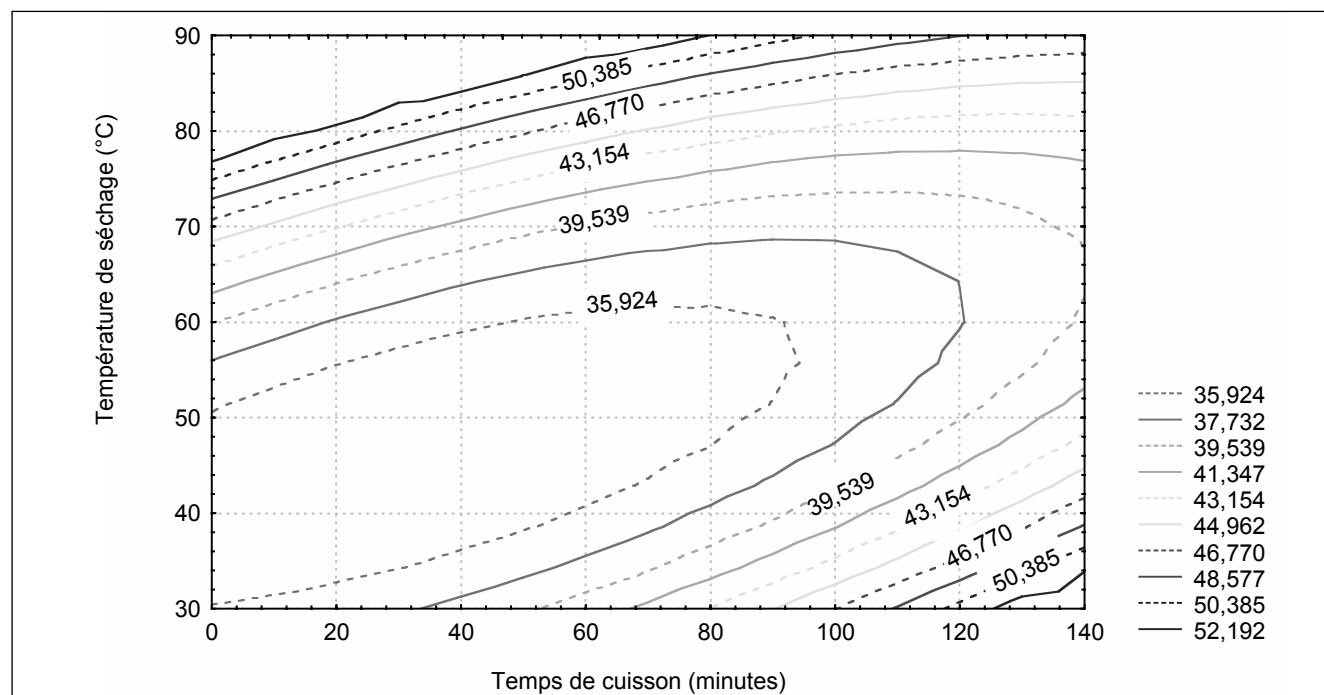


Figure 2: Courbes isoréponses montrant la variation de l'indice d'iode des beurres (gl_2 fixé par 100 g de beurre) en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

Les temps de cuisson inférieurs à 50 minutes et les températures de séchage inférieures à 50 °C sont des conditions qui conduisent aux beurres les plus acides. Pour minimiser cette acidité, les noix doivent être cuites pendant au moins 50 minutes et séchées entre 55 et 80 °C (Figure 1). Bailey (7) liait déjà la variation de l'acidité du beurre de karité à l'activité des lipases présentes naturellement dans les graines ou produites par des moisissures colonisatrices. Une immersion dans de l'eau bouillante pendant 20 à 50 minutes devrait être théoriquement suffisante pour inactiver les enzymes et détruire les moisissures colonisatrices. Mais, pour une graine de karité de 30 à 35 mm d'épaisseur où l'amande riche en matière grasse est protégée par une coque rigide qui ne faciliterait pas le transfert de chaleur, moins de 50 minutes de cuisson semblent être insuffisants pour inactiver totalement les lipases présentes naturellement dans les graines. Par ailleurs, les températures de séchage inférieures à 50 °C seront insuffisantes pour dénaturer les lipases et inhiber la flore fongique colonisatrice. En effet, c'est au-dessus de 50 °C que les liaisons impliquées dans la stabilisation des structures secondaire et tertiaire sont rompues (9). Aye et Adomako (6) attiraient déjà l'attention sur la nécessité de la cuisson des graines. Ils ont effectivement trouvé que l'acidité des beurres était élevée lorsque les graines avaient germé (6,41 %) et plus encore lorsqu'elles n'étaient pas blanchies (33,9 - 43,2 %). Ainsi, pour obtenir des beurres peu acides et remplissant le critère d'acidité inférieure à 0,3 % d'acide oléique souhaité en cosmétique, il conviendrait de cuire les graines pendant 50 à 140 minutes et les sécher entre 55 et 80 °C.

Indice d'iode du beurre

L'effet du temps de cuisson et de la température de séchage sur la saturation de la matière grasse du beurre a été évalué par la détermination de l'indice d'iode. Les résultats obtenus ont généré une équation de régression exprimant l'indice d'iode en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage. Les coefficients du modèle obtenu sont donnés dans le tableau 2. Le modèle expérimental tel qu'il a été conduit n'explique que 48,31 % de la variation de l'indice d'iode ce qui ne permet pas de dégager une conclusion claire. Cependant, seul le terme de second ordre de la température de séchage a un effet significatif ($P < 0,05$) sur l'indice d'iode du beurre.

Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes isoréponses de la figure 2. De cette figure on peut noter que le nombre de molécules d'iode fixé par 100 g de beurre augmente lorsque la température de séchage augmente. Pour des températures de séchage inférieures à 65 °C l'indice d'iode est plus bas. Lorsque la température de séchage est peu élevée, celle-ci est insuffisante pour inactiver totalement les enzymes d'oxydation intrinsèques ou d'origine microbienne. Les lipoxigénases qui sont des catalyseurs d'oxydation particulièrement actifs perdent, au-dessus de 50 °C, toute activité du fait de la dénaturation thermique de leur structure protéique (15). De plus, lorsque la température augmente, les changements en pression partielle d'oxygène ont une influence sur la vitesse d'oxydation, car, l'oxygène devient moins soluble dans l'eau et les lipides (25). Ainsi, le séchage des graines de karité à une température supérieure à 60 °C limiterait la dégradation des acides gras du beurre.

Indice de peroxyde du beurre

Le tableau 2 donne les coefficients du modèle d'expression de l'indice de peroxyde en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage. 31,37% de cette variation s'expliquent par le modèle expérimental utilisé. Seul le terme d'ordre deux du temps de cuisson a un effet significatif sur l'indice de peroxyde. L'effet de la variation des températures de séchage dans la gamme appliquée n'est pas significatif. D'ailleurs, on sait que la formation et la décomposition d'hydroperoxydes intermédiaires se produisent dans une large gamme de température (25).

La variation de l'indice de peroxyde avec le temps de cuisson et la température de séchage des graines est représentée par la figure 3. Les valeurs d'indice obtenues (0,7 à 2,1) sont inférieures à la borne supérieure préconisée pour les huiles de consommation. Ces valeurs sont d'ailleurs assez vagues, si l'on en croit les 125 meq/kg de Jacobs (18) ou les 70 meq/kg de Hart et Fisher (17), ou encore les 20 meq/kg (31), voire les 10 meq/kg préconisés par d'autres auteurs (10, 16). Ces résultats, tels que présentés à la figure 3, font ressortir une zone d'indices de peroxyde élevés. Cette région comprend les échantillons de graines cuites entre 50 et 90 minutes. Dans cet intervalle de temps, la production des peroxydes serait optimale et de l'ordre de 2 meq/kg, mais cette valeur reste supérieure à l'indice de qualité appliqué en cosmétique (< 1 meq/kg) (11). De part et d'autre de cet intervalle, l'indice de peroxyde baisse. Pour le maintenir au plus bas et proche de 1 meq/kg, il faut cuire les graines pendant moins de 40

minutes ou alors plus de 100 minutes. Mais, au regard des résultats de l'acidité, une cuisson en moins de 40 minutes n'inactiverait pas les lipases. Donc, une durée de plus de 100 minutes serait le temps de cuisson le mieux adapté.

Teneur et composition des matières insaponifiables

La teneur des beurres en matières insaponifiables varie de 3 à 6% de la matière grasse. Cette teneur est inférieure aux 7-10% mentionnés par Derbesy *et al.* (13). Elle rentre dans l'intervalle de 3,5 à 8,5 correspondant au taux d'insaponifiable du karité de la variété Poissoni. Elle s'écarte de ceux des variétés Mangifolia (5 à 17%) et Nilotica (2,5 à 3%) (24). La différence entre les taux d'insaponifiables serait liée à la variabilité des origines de karité. Outre la variété, le degré de maturité des fruits est aussi un facteur dont dépend la teneur en matières insaponifiables (24).

La variation du temps de cuisson et de la température de séchage expliquerait 76,27% de la variation de la teneur en matières insaponifiables des beurres. Les effets les plus importants ($P < 0,01$) sont ceux des termes de premier et de second ordre de la température de séchage des noix. Le terme de second ordre du temps de cuisson a également un effet significatif ($P < 0,05$) (Tableau 3).

La variation de la teneur en matières insaponifiables des échantillons de beurre obtenus à partir des graines cuites et séchées est illustrée par les courbes isoréponses de la figure 4. Cette dernière fait ressortir une zone optimale correspondant au temps de cuisson et à la température de séchage qui permet

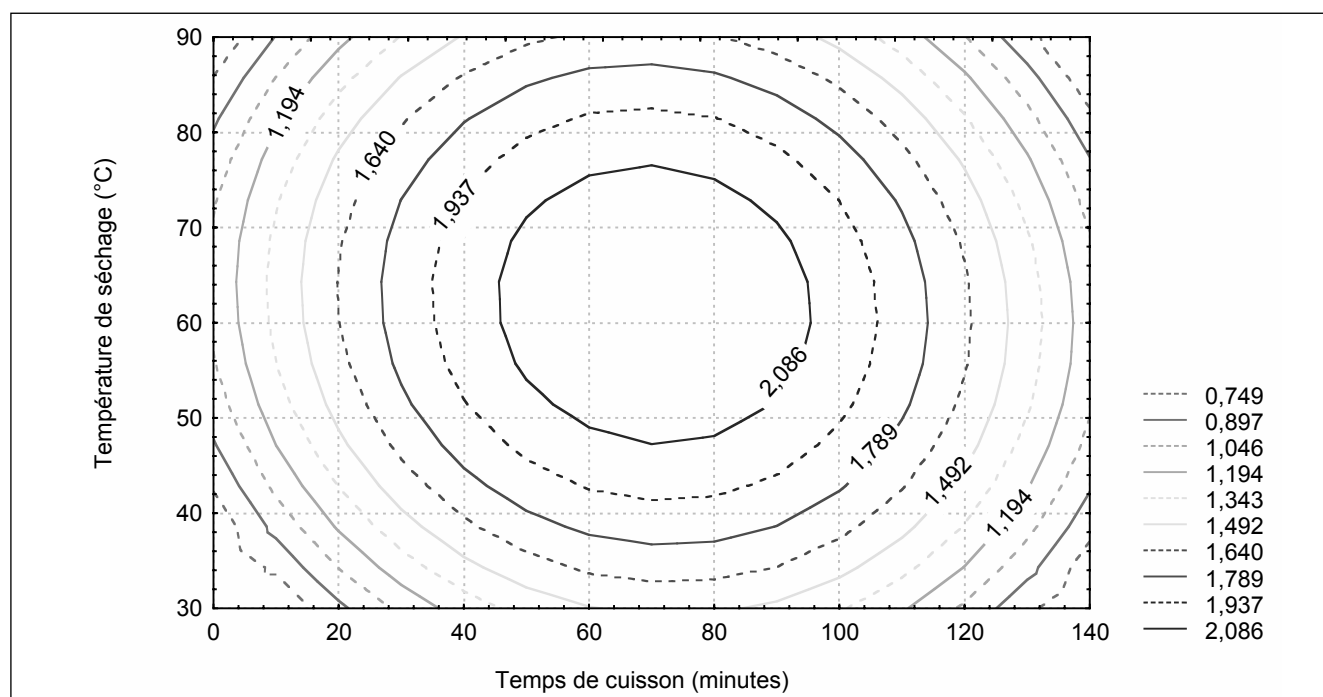


Figure 3: Courbes isoréponses montrant la variation de l'indice de peroxyde du beurre (meq/kg) en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

Tableau 3

Coefficients de l'équation de régression (CR), coefficient de détermination et valeurs de P de l'ANOVA des modèles d'expression de la proportion d'insaponifiable et teneur en alcools triterpéniques de ces fractions dans les beurres de karité obtenus à partir des graines cuites et séchées selon le plan d'expérience composite centré

Sources	Insaponifiables		Alcools triterpéniques	
	CM	P	CM	P
x_1 : Temps de cuisson	-0,0028	0,8908	0,0397	0,7336
x_2 : Température de séchage	0,2628	0,0013*	-0,4069	0,2924
x_1^2	-0,0002	0,0372*	-0,0001	0,7633
x_1x_2	0,0006	0,0620	0,0000	0,9779
x_2^2	-0,0026	0,0002*	0,0033	0,2749
constante	-2,1716		99,9675	
Coefficient de détermination (%)	76,2682		29,4608	

*valeurs de $p < 0,05$, indiquant qu'il y a effet significatif de 0 à 95% niveau de confidentialité.

d'obtenir les beurres avec des teneurs élevées en matières insaponifiables.

Cette zone est délimitée par les temps de 60 et 140 minutes et les températures de séchage de 50 et 70 °C. De part et d'autre de ces températures et pour des durées de cuisson de moins de 60 minutes, il y a réduction de la teneur en insaponifiable. Or, l'une des propriétés intrinsèques du beurre de karité recherchées en cosmétique et pharmacologie est sa teneur élevée en matières insaponifiables (4, 5, 23, 28). Pour préserver cette teneur élevée, il faudrait donc éviter la cuisson brève et des températures de séchage inférieures à 50 °C. En effet, à moins de 50 °C les liaisons impliquées dans la stabilisation des structures secondaire et tertiaire des protéines ne sont pas rompues (9) et les enzymes de dégradation de l'insaponifiable restent actives.

Les fractions insaponifiables des beurres extraits des graines de karité cuites et séchées sont constituées d'hydrocarbures (4 à 12%), de stérols (0 à 2%) et en majorité d'alcools triterpéniques (88 à 94%). Cette prédominance des alcools triterpéniques dans les insaponifiables du beurre de karité a été déjà observée par Jacobsberg (19) et Paganuzzi (27). Sans précision sur l'origine des fruits et des traitements de transformation qui ont conduit au beurre, Jacobsberg donnait les valeurs approximatives de 65% d'alcools triterpéniques, 8% de stérols et 27% d'hydrocarbures. Ces valeurs sont inférieures à nos 88-94% d'alcools triterpéniques et supérieures aux 4 à 12% d'hydrocarbures. La différence entre les résultats serait liée à l'historique des amandes. Il a été noté qu'en fonction des conditions de séchage des amandes, la teneur en alcools triterpéniques varie de 16 à 92% et celle des hydrocarbures de 3 à 73% (33).

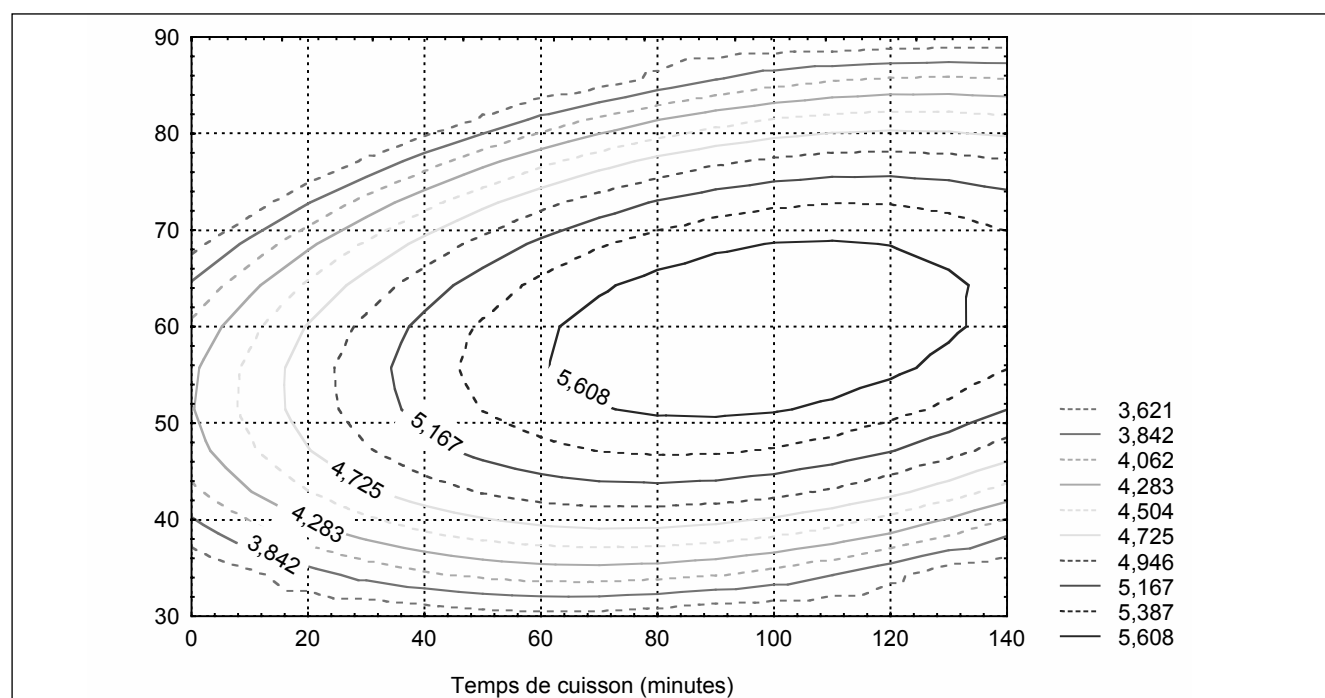


Figure 4: Courbes isoréponses montrant la variation de la teneur en matières insaponifiables en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

Mais, pendant le blanchiment, la déshydratation des alcools triterpéniques susceptibles de produire des hydrocarbures est peu probable (27), d'où le taux élevé d'alcools triterpéniques obtenu à partir des graines cuites. Cela est confirmé par les données du tableau 3 qui donne les coefficients du modèle d'expression de la proportion d'alcools triterpéniques présente dans la fraction insaponifiable. Ce modèle n'explique cependant que 30% de la variation de la proportion d'alcools triterpéniques. Ni le temps de cuisson, ni la température de séchage n'affectent significativement la teneur en alcools triterpéniques.

Conclusion

La cuisson et le séchage des graines de karité causent des modifications biochimiques qui affectent la qualité du beurre. Ces modifications sont liées au temps de cuisson, à la température de séchage, à l'effet d'interaction entre ces deux variables. L'inactivation des enzymes par cuisson des graines dans l'eau bouillante est un traitement indispensable pour obtenir

un beurre de karité de qualité recherchée. En effet, une cuisson des graines pendant 50 à 140 minutes et leur séchage à 50-85 °C conduit à un beurre remplissant le critère d'acidité souhaité en cosmétique (< 0,3%). La cuisson pendant plus de 100 minutes maintient la production des peroxydes proche de 1 meq/kg souhaité en cosmétique. La teneur élevée en insaponifiables est obtenue en procédant à une cuisson dans l'eau bouillante pendant 60 à 140 minutes suivie du séchage à 50-70 °C. En somme, pour minimiser la dévalorisation du beurre de karité, il faut cuire les graines dans l'eau bouillante pendant 100 à 120 minutes et les sécher à 60-70 °C. Ces conditions inactiveraient les enzymes naturelles et celles produites par les micro-organismes responsables de la détérioration du beurre.

Remerciements

Les auteurs remercient la Fondation Internationale pour la Science (IFS, Stockholm) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD, Paris) pour leur contribution au financement de ce travail.

Références bibliographiques

1. AFNOR (Association Française pour la Normalisation), 1993, Recueil des normes françaises, corps gras graines oléagineuses, produits dérivés, 5^e édition, AFNOR, Paris, 136-140.
2. Amti J.P.S., 1998, Recherche d'une technique améliorée d'extraction du beurre de karité, Mémoire de fin d'études de DUT, IUT de Ngaoundéré, 27 p.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1999, Official methods of analysis, 16th édition, Volume II, Edited by Patricia CUNIFF, AOAC International, Maryland, Chapter 41, 29-30.
4. APROMA, 1995, Etude de la filière karité du Burkina Faso, Volume 1: Rapport principal. Union Européenne, Délégation de la commission européenne du Burkina Faso, Ouagadougou, 15-19.
5. Ata J.K.B.A., 1978, The study of the shea kernel in relation to the traditional process of shea fat, Ph.D. Thesis, University of Ghana, Legon-Accra.
6. Aye F.O. & Adomako D., 1987, Processing of shea fruits, rep. Cocoa Research Institute of Ghana. In: Tano-Debrah K. & Ohta Y., 1994. Enzyme-assisted aqueous extraction of fat from kernels of the shea tree, *Butyrospermum parkii*, J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 7, N°9, 979-983.
7. Bailey A.E., 1951, Industrial oils and fats products. In: Tano-Debrah K. & Ohta Y., 1995. Enzyme-assisted aqueous extraction shea fat: a rural approach, J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 72, N°2, 251-256.
8. Benoist D., Tourbier Y. & Germain-Tourbier S., 1994, Plans d'expériences, construction et analyse, Tech. & Doc. Lavoisier, Paris, 141-145.
9. Cheftel J.C., Cuq J.L. & Lorient D., 1985, Protéines alimentaires: biochimie, propriétés fonctionnelles, valeur nutritionnelle, modifications chimiques, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 38.
10. Codex Alimentarius, 1992, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, FAO, Rome, Italie.
11. Defez G., 1992, Traitement du beurre de karité. Stéarinerie Dubois Fils, 2 p. In: Kassamba B., 1997, Synthèse des techniques connues d'extraction et de conditionnement du beurre de karité au Burkina Faso. Rapport final. Projet filière karité du CECI IRSAT. Ouagadougou, 3-9.
12. Delanta K.R., 1996, Technique artisanale d'extraction du beurre de karité au Moyen-Chari sud du Tchad, Atelier international d'échanges «Oléagineux et petites technologies», 23-27 Septembre 1996, ENSAI Ngaoundéré, APICA, Douala, 92-117.
13. Derbesy M. et al., 1979, Oléagineux vol. 34 n°8-9. pp. 405-409. In: Oils and fats manual, a comprehensive treatise, properties-production-Applications, volume 1. Ed. Karlesking A. & Wolff J.-P. TEC & DOC Lavoisier, Paris, 208-212.
14. Gadiaga A., 1996, Le traitement du karité du fruit au beurre: la conservation et la transformation, méthodes utilisées au Burkina Faso. Atelier international d'échanges «Oléagineux et petites technologies», 23-27 Septembre 1996, ENSAI Ngaoundéré, APICA, Douala, 92-117.
15. Guillaumin R., 1982, Evolution des lipides - oxydation enzymatique et auto-oxydation non enzymatique. In: Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés: céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux, volume 2, coordonnateur J. L. Multon, Technique et documentation Lavoisier, Paris, 913-936.
16. Harold E., Ronald S.K. & Ronald S., 1981, Oils and fats in chemical analysis of food, Churchill, Livingstone, Edingburg, London, Melbourne, 195 p.
17. Hart L.F. & Fisher J.H., 1971, Oils and fats. In: Modern food analysis. Springer-Verlag, New York, Heidelberg Berlin Inc, 519 p.
18. Jacobs M.B., 1965, Chemical analysis of foods. 3rd edition, New York, D. Van Nostrand Co, 397 p.
19. Jacobsberg B., 1977, Causes de l'acidification du beurre du karité au cours de la préparation et du stockage des amandes. Oléagineux, 32, 529-533.
20. Kaboré T.H. & Gadiaga G., 1992, Le karité au Burkina Faso, transformer ou pas, le difficile choix des productrices, TPA, N°5, 6-9.
21. Karo G.B., Baidi D. & Dramane S., 1988, La presse à karité. Projet karité GTZ/DMA, Bamako. 125 p.
22. Kassamba B., 1997, Synthèse des techniques connues d'extraction et de conditionnement du beurre de karité au Burkina Faso. Rapport final. Projet filière karité du CECI IRSAT. Ouagadougou, 3-9.
23. Lazano Y.F., Dhuique Mayer C., Bannon C. & Gaydou E.M., 1993, Unsaponifiable matter, total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. J. Am. Oil Chem. Soc. 70, 561-565.
24. Mensier P.H., 1957, Dictionnaire des huiles végétales, Edition Paul Chevalier, Paris, 108-110.
25. Nawar W.W., 1996, Lipids. In: Food chemistry, edited by Owen R. Fennema, Marcel Dekker, Inc, New York, 1067 p.
26. N'Gouro Sanogo, 1997, Comment avoir du beurre de karité sans transpirer, Le grenier, N° 04, 4-5.
27. Paganuzzi V., 1983, Riv. Ital. Sostanze Grasse 60, 489. In: Crews C., Calvet-Sarret R. & Brereton P., 1999, Identification of steroidal hydrocarbons in refined confectionery fats by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of chromatography A, 847, 179-185.
28. Pesquet J.J., 1992, Shea nuts, Aproma/Bimonthly Review 27-29, 8. In: Tano-Debrah K. & Ohta Y., 1994, Enzyme-assisted aqueous extraction of fat from kernels of the shea tree, *Butyrospermum parkii*, J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 7, 9, 979-983.
29. UNIFEM (Fonds de développement des Nations Unies pour la Femme),

- 1997, Le karité: l'or blanc des africaines. UNIFEM Bureau Régional de Dakar, 13-15.
30. von Maydell H.J., 1983, Arbres et arbustes du Sahel: leurs caractéristiques et leurs utilisations. ESCHBORN, 182-187.
31. Wolff J.P., 1991, Analyse et dosage des lipides. In: Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires, 4, Analyse des constituants alimentaires, Lavoisier, Tec. et Doc., Paris, 221 p.
32. Womeni H.M., 2004, Identification et analyse des opérations critiques de préparation des fruits, graines et amandes de karité (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy): étude de leur influence sur la qualité du beurre. Thèse de Doctorat/Ph.D., ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun, 248 p.
33. Womeni H.M., Ndjouenkeu R., Kapseu C., Tchouanguep Mbiapo F., Parmentier M. & Fanni J., 2004, Effet du séchage au soleil et électrique des amandes de karité sur la teneur et la composition en matières insaponifiables du beurre. XI^{ème} Conférence Annuelle du Comité Camerounais de Biosciences, 16-18 Décembre 2004, Université de Dschang, Dschang, Cameroun.

H.M. Womeni, Camerounais, Doctorat/Ph.D, Chargé de cours, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun.

R. Ndjouenkeu, Camerounais, Ph.D, Maître de Conférences, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, Cameroun.

C. Kapseu, Camerounais, Doctorat d'état, Professeur, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, Cameroun.

Félicité Tchouanguep Mbiapo, Camerounaise, Ph.D, Professeur, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun.

M. Parmentier, Français, Doctorat d'état, Professeur, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires (ENSAIA), Institut National Polytechnique de la Lorraine (INPL), Nancy, France.

J. Fanni, Français, Doctorat d'état, Professeur, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires (ENSAIA), Institut National Polytechnique de la Lorraine (INPL), Nancy, France.

ERRATUM

In the article entitled «Population Dynamic of Natural Bruchids and thier Larval and Pupae Parasitoids in Experimental Cowpea Storage in Guinean Zone» of which the authors are K. Amevoin, Isabelle A. Glitho, Y. Nuto & J.P. Monge, Vol 24,1, pp. 45-50, the figure 2a is incomplete
We apologize to the main-author, to the co-authors and to our readers.

Dans l'article intitulé "Dynamique des populations naturelles de bruches et de leurs parasitoïdes nympho-larvophages en situation expérimentale de stockage du niébé en zone guinéenne" dont les auteurs sont K. Amevoin, Isabelle A. Glitho, Y. Nuto & J.P. Monge, Vol 24,1, pp. 45-50, la figure 2a est incomplète.
Nous nous en excusons auprès de l'auteur principal, des co-auteurs ainsi qu'auprès de nos lecteurs.

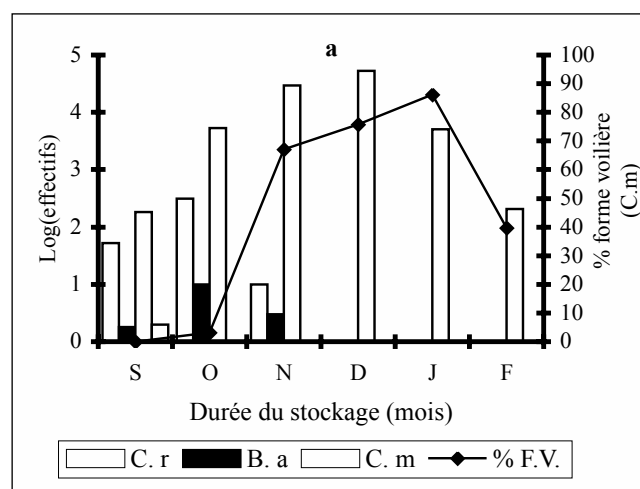


Figure 2a: Fluctuation des populations de bruches et de leur parasitoïde nympho-larvophage dans les stocks issus de la culture de Lomé (a), Agbélouvé (b) Kpélé-Agavé (c), Béna (d) et Kamina (e)
C.r: *C. rhodesianus*, B.a: *B. atrolineatus*, C.m: *C. maculatus*, F.V: Forme voilière

Etude de l'exploitation et du marché des produits forestiers non ligneux à Kinshasa

A. Biloso¹ & J. Lejoly²

Keywords: Zones surrounding urban areas- Ethnobotany- Ethnoecology- Endogenous knowledge- Non woody forest products- Democratic Republic of Congo

Résumé

Malgré le nombre important d'études ethnobotaniques réalisées dans de nombreuses régions de la République Démocratique du Congo, il y a peu d'informations sur l'exploitation et les marchés des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) des provinces congolaises en général et de la province urbaine de Kinshasa en particulier alors que ces produits sont pourtant largement utilisés et commercialisés. Des observations directes sur le terrain, des enquêtes socioéconomiques, ethnoécologiques et des entretiens concernant y compris les aspects de consommation des produits sauvages (PFNL) ont été organisés dans la province urbaine de Kinshasa. Ces investigations avaient pour but d'obtenir des informations concernant l'utilisation et la commercialisation des PFNL par les populations des zones périurbaines. L'analyse de divers modes d'exploitation et usages des PFNL révèle douze types d'usages des PFNL: énergie, alimentation, instruments de musique, scierie, boissons, médicaments, teinture, emballages, vannerie, textiles, construction et ornementation. La majorité des PFNL proviennent non seulement des forêts secondaires et galeries forestières, mais aussi des savanes arbustives et des marais. Les exploitations et usages des PFNL varient assez largement avec le niveau de revenu, le pouvoir d'achat, l'attachement aux habitudes alimentaires et à la tradition. Les différents niveaux de revenu bimensuel et par exploitant des PFNL sont estimés pour les plantes suivantes utilisées comme légumes: *Gnetum africanum* Welw. (275,0 \$); *Pteridium centrali-africanum* Hieron. (166,7 \$); *Dracaena camerooniana* Baker. (75,5 \$); *Dioscorea praehensilis* (Benth.) (71,0 \$); *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc. (58,7 \$). Le revenu moyen issu de la vente de bois de feu a été estimé à 80 \$ par mois et par personne, pour un groupe de 25 exploitants à Dumi. Beaucoup d'informations relatives à l'usage des PFNL et à l'organisation de sa filière sont signalées.

Summary

Study of Non Woody Forest Products Exploitation and Market in Kinshasa

In spite of the considerable number of ethnobotanic studies carried out in many regions of the Democratic Republic of Congo, almost no information is available on the exploitation and commerce of the wild products (non woody forest products, "produits forestiers non ligneux" – PFNL) of the Congolese provinces in general and the urban province of Kinshasa in particular. Nevertheless, these products are largely used and marketed. Therefore, direct observations in situ, and socio-economic and ethnoecologic investigations (including interviews) were organized in the urban province of Kinshasa to analyse various aspects of consumption of these wild products. The purpose of these investigations was to collect information regarding the use and the marketing of PFNL products by the populations living in the zones surrounding the urban area. The analysis of the various types of exploitation and use of the PFNL has shown twelve categories of PFNL use: energy, food, construction of music instruments, saw mill applications, drink, drugs, dye, packing, construction of baskets, textile fabrication, construction and ornamentation. The majority of these PFNL originate not only from the secondary forests and from forest galleries, but from shrubby savannas and the marshes as well. The exploitations and uses of the PFNL vary rather largely with the level of income, the purchasing power, the attachment with food practices and with local traditions. The various levels of semi-monthly income by owner of the PFNL are estimated for the following plants which were used as vegetables: *Gnetum africanum* Welw., (275.0 \$); *Pteridium aquilinum* Hieron. (166.7 \$); *Dracaena camerooniana* Baker. (75.5 \$); *Dioscorea praehensilis* (Benth.) (71.0 \$); *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc. (58.7 \$). The average income resulting from the firewood sale was estimated at 80 \$ per month and per person, for a group of 25 owners in Dumi. Supplementary information concerning the use of the PFNL and the organization of its processing chain is included.

¹ A. Biloso, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, B. P. 170, Kinshasa XI, R.D.C. 00243 815171609, 0024398371297 apollo_biloso@yahoo.fr
Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et Phytosociologie, 50, Avenue F. D. Roosevelt, CP. 169, B-1050 Bruxelles, Belgique.
Apollinaire.Biloso.Moyene@ulb.ac.be

² J. Lejoly, Université Libre de Bruxelles, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et Phytosociologie, 50, Avenue F. D. Roosevelt, CP. 169, B-1050 Bruxelles, lejoly@ulb.ac.be

Reçu le 07.02.05 et accepté pour publication le 28.09.05.

Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC) est le plus grand pays d'Afrique centrale, avec une superficie de 2.345.000 km² et elle contient la part la plus importante de forêts tropicales peu perturbées de tout le continent africain. Cependant, malgré son vaste territoire forestier, certaines zones sont significativement dégradées par l'agriculture itinérante sur brûlis et ses activités connexes notamment, la cueillette, la chasse et l'exploitation du bois (2).

L'exploitation durable des produits forestiers non ligneux (PFNL) pourrait contribuer, non seulement à la préservation d'une part importante de la diversité biologique des écosystèmes en périphérie de la ville de Kinshasa, mais également à l'amélioration du sort de nombreuses communautés locales, grâce à la création de revenus et à la distribution équitable des richesses provenant de l'exploitation des ressources naturelles. Le secteur des PFNL en RDC suscite de plus en plus d'intérêt, tant pour sa contribution au bien-être des exploitants locaux et intermédiaires urbains desdites ressources que pour son potentiel commercial dans le développement de nouveaux produits médicaux, cosmétiques et alimentaires (3).

Toutefois, avant de pouvoir réaliser ce développement, des informations essentielles de base sont requises afin de déterminer quels sont les PFNL de valeur et comment les prendre en compte dans les calculs des indicateurs macro-économiques de la nation et surtout dans les initiatives en faveur de la gestion durable des écosystèmes forestiers (1). On se limitera ici aux seuls PFNL d'origine végétale.

Les objectifs de ces études sont:

- Etablir un inventaire des PFNL exploités dans les zones périurbaines de Kinshasa et vendus dans les marchés urbains;
- Identifier les réseaux de distribution des PFNL;
- Déterminer la partie des espèces utilisées ainsi que ses modes de transformation;
- Evaluer la durabilité de la pratique d'exploitation au niveau des paysans;
- Evaluer le potentiel (ou la nécessité) de domestication de certains PFNL.

La province urbaine de Kinshasa (309 m d'altitude, 4° 23' S, 15° 26' E), est située sur la rive gauche du fleuve Congo. La ville a comme limites géographiques: la province de Bandundu au nord-est, la province du Bas-Congo au sud et la République du Congo à l'ouest. Elle couvre une superficie totale de 9.965 km². Administrativement, la ville de Kinshasa compte 24 communes: cinq d'entre elles (Kisenso, Kimbanseke, Maluku, Mont-Ngafula et Nsele) pratiquent des activités à caractère rural, d'où l'appellation de communes périurbaines (7).

Le climat de la province de Kinshasa, est de type Aw4 selon la classification de Köppen. Il s'agit d'un climat tropical chaud et humide subéquatorial. Il connaît une saison de pluies de 8 mois allant de mi-

septembre à mi-mai avec une inflexion de pluviosité entre décembre et février et une saison sèche de 4 mois s'étendant de mi-mai à mi-septembre (4). La moyenne annuelle des pluies à Kinshasa est de 1.500 mm, celle de la température est de 25 °C et celle de l'humidité relative est de 79%. Kinshasa est bâtie sur des plaines, des basses terrasses, des collines, des mares asséchées, des vallées et des plateaux (6). Son sol est essentiellement composé de sable fin dérivé du sable de Kalahari (8).

La végétation est dominée par des galeries forestières et des savanes arbustives qui subissent des dégradations intenses suite à l'agriculture itinérante, l'exploitation du bois et la pression démographique.

Kinshasa est une ville cosmopolite où l'on retrouve les européens, les américains, les asiatiques et des ressortissants de presque tous les pays africains (11).

Matériel et méthode

La réalisation de la présente étude a nécessité des observations directes, des enquêtes et des entretiens par groupe focalisé sur le terrain du 21 janvier au 31 décembre 2004 auprès des principaux détenteurs des informations sur les PFNL. Il s'agit principalement des utilisateurs des ressources naturelles, des décideurs, etc. Des recherches bibliographiques aussi exhaustives que possibles ont été réalisées pour compléter les informations utiles. Les informations concernant l'offre et les prix présentées dans ce texte sous forme de figures ont été collectées du 01 avril au 31 mai 2004 auprès de 125 exploitants (intermédiaires commerciaux et spécialistes en PFNL) au total dans la province urbaine de Kinshasa. Les observations directes sur le terrain ont été réalisées lors de séjours que nous avons faits dans la périphérie de la ville (N'djili brasserie, plateau de Batéké) et aussi sur certains points de déchargement et de vente des PFNL. Ces observations portaient sur le type biologique, la partie utile, la classe de poids, l'unité de vente, les heures de pointe pour les ventes et les achats, etc. Les enquêtes et entretiens au niveau des exploitations, y compris sur les aspects de consommation des PFNL, ont été menées dans les sites suivants: Mokali, Kingasani ya suka, Ferbois, Kitomesa, Inga, Terre jaune, Menkao, Dumi, Mbakana, Kimwenza gare, Matadi kibala, Kinsuka, Masanga mbila, Malueka, Lutendele, Pompage, Mangobo, Cecomaf, Libulu, Cité verte, Badiadingi.

La plupart des sites étudiés ont été sélectionnés par le fait du rapport étroit qu'entretiennent les habitants ou résidents avec les écosystèmes environnants et surtout par le fait que ces sites situés en zones dites «périurbaines» assurent une transition entre le milieu urbain et le milieu rural. C'est au niveau de ces sites que l'exploitation et le commerce des PFNL sont considérés comme une très forte pression sur les écosystèmes et une stratégie de lutte contre la pauvreté pour les usagers.

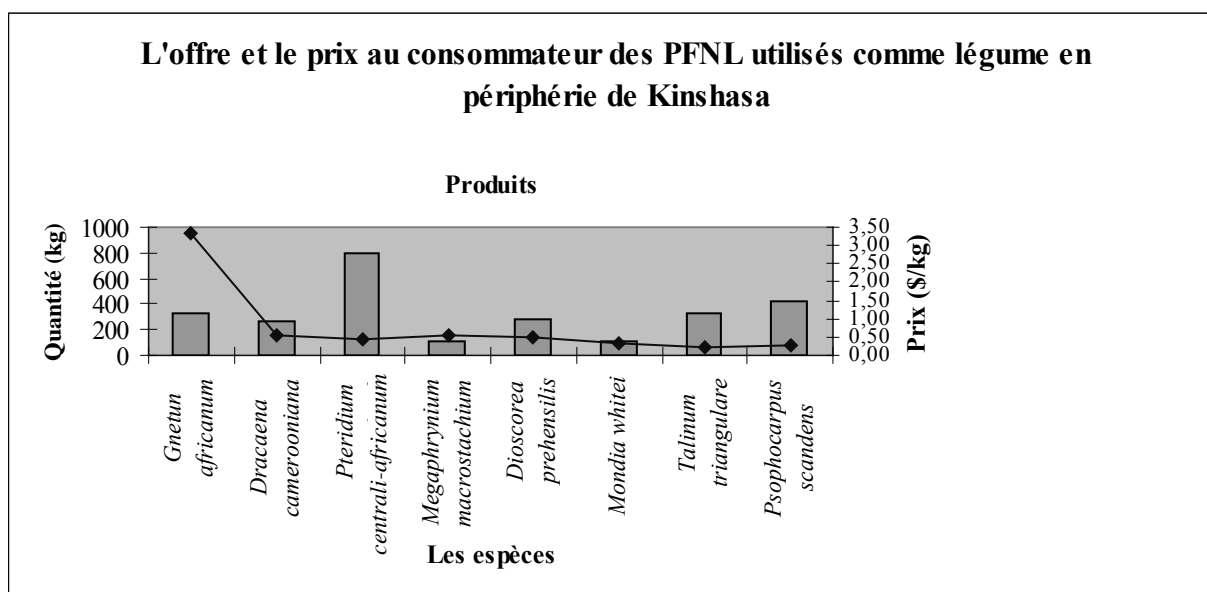


Figure 1: Offre et prix des PFNL utilisés comme légumes à Kinshasa.
Sources: Enquête personnelle avril-mai 2004.

Résultats

A partir des données de nos investigations durant près d'un an de terrain, nous avons identifié les PFNL les plus importants (tant pour leur abondance que pour leur qualité).

1. Les légumes

Les espèces rangées dans cette catégorie sont celles dont la partie utile est principalement la feuille. Elles sont dans leur plus grande majorité des herbes annuelles ou vivaces. Les plus consommées sont *Talinum triangulare* (Jacq) Willd., *Pteridium centrali-africanum* Hieron., *Gnetum africanum* Welw., *Phytolacca dodecandra* L'Herit., *Megaphrynium macrostachium* (Benth.) Milne-Redh., *Ipomoea aquatica* Forssk. Elles sont disponibles dans les marchés tout au long de l'année. La synthèse des entretiens par groupe

focalisé à la Ntshuni dans les environs de Mbakana a révélé que les jeunes pousses de *Megaphrynium macrostachium* (Benth.) Milne-Redh. sont cuites comme le macaroni par les usagers. La vente des frondes enroulées de *Pteridium centrali-africanum* Hieron., des jeunes pousses de *Dioscorea praehensilis* (Benth.), des jeunes feuilles de *Cucurbita maxima* Dachesne, des feuilles de *Dracaena camerooniana* Baker., *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc et *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels. devient de plus en plus spectaculaire.

Les productions moyennes par ménage échangée dans les six villages échantillonnés d'avril à mai 2004 constituent l'offre.

L'offre des PFNL est fonction de la saisonnalité des produits. Pour les PFNL exploités comme légumes

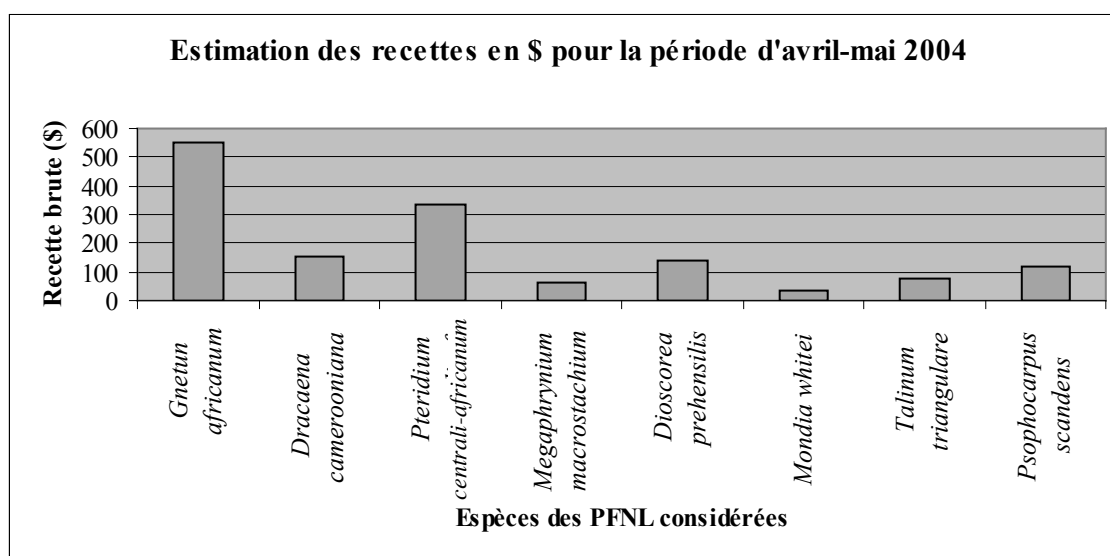


Figure 2: Estimation des recettes moyennes mensuelles par ménage.
Sources: Enquête personnelle avril-mai 2004.

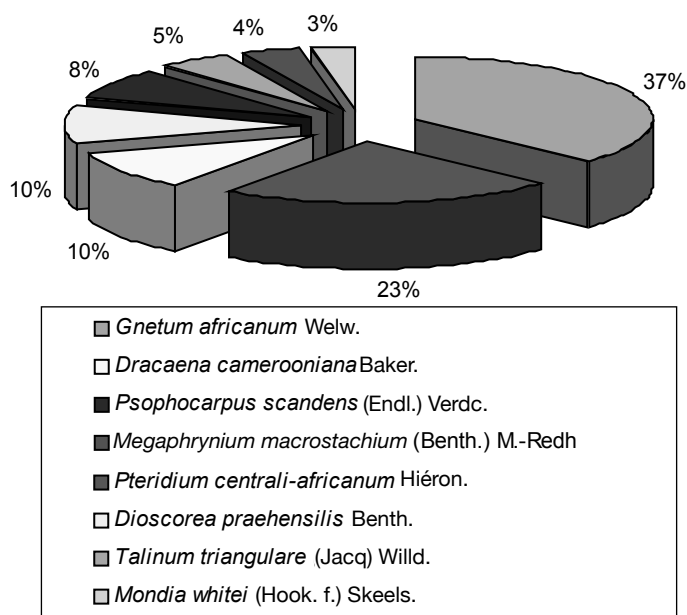


Figure 3: Contribution des PFNL aux revenus mensuels des ménages.

Sources: Nos enquêtes avril-mai 2004.

nous avons examiné l'offre en évaluant les quantités produites dans six villages au plateau de Batéké. Les prix de vente présentés sont les moyennes collectées dans cinq marchés situés le long de la nationale n°1 à savoir: Mbankana, Dumi, Menkao, Maluku, Nsele et ceux de Maluku, Kimwenza, Malueka et N'djili brasserie durant la période de l'enquête. Les unités de vente ont été ramenées au kilogramme pour l'estimation des recettes brutes et la contribution des PFNL aux revenus du ménage, au cas où l'exploitation de ces espèces était faite d'une manière séparée (Figure 2).

Le *Pteridium centrali-africanum* Hieron. est le plus exploité avec une offre de 800 kg, suivi de *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc. (423 kg), *Talinum triangulare* (Jacq) Willd. (335 kg), *Gnetum africanum* Welw. (330 kg), *Dracaena camerooniana* Baker. (272 kg).

Quant à la fixation des prix, dans 34,0% des cas, les exploitants fixent les prix des produits forestiers non ligneux en fonction du coût de revient, dans 28,8% des cas en fonction du prix du marché (suivant la loi de l'offre et la demande); 16,8% en fonction de la périssabilité (qualité) du produit; 14,4% en fonction du calibre (dimension, grosseur) et 5,6% seulement des répondants le font en fonction du coût de transport. Le taux de change de 360 Francs Congolais par dollar nous a permis d'estimer les recettes moyennes mensuelles pour les exploitants desdits PFNL durant la période de l'étude (Figure 2).

Il ressort de cette figure que les recettes mensuelles par ménage sont de l'ordre de 275,0\$ pour les exploitants de *Gnetum africanum* Welw., de 166,7\$ pour *Pteridium centrali-africanum* Hiéron., de 75,55\$ pour *Dracaena camerooniana* Baker., de 71,0\$ pour *Dioscorea praehensilis* (Benth.) et de 58,75\$ pour *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc.

Il ressort de nos enquêtes que la contribution de *Gnetum africanum* Welw. au revenu mensuel du ménage est estimée à 37%, celle de *Pteridium centrali-africanum* Hiéron. est estimée à 23%; 10% pour le *Dracaena camerooniana* Baker., 10% pour *Dioscorea praehensilis* (Benth.) et 8% pour le *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc.

2. Les fruits comestibles

Les fruits des espèces suivantes: d'*Aframomum albobolaceum* (Ridley) K. Schum., *Aframomum melegueta* (Ridley) K. Schum., *Anacardium occidentale* L., *Strychnos cocculoides* Baker., *Psychotria kimuenzae* De Wild., *Colletocema dewevrei* (De Wild.) Petit., *Anisophyllea quangensis* Engl., *Chrysophyllum lacourtianum* De Wild., *Landolphia owariensis* P. Beauv. sont très prisés par les femmes, surtout les femmes enceintes et les enfants. La consommation de ces fruits se fait de différentes manières: fruits consommés crus à l'état frais, tels que les espèces *Aframomum* spp., *Landolphia* spp., *Strychnos cocculoides* Baker., *Psychotria kimuenzae* De Wild. et bien d'autres.

La plupart de ces fruits sont comestibles quand ils sont frais et ont un goût à la fois sucré (l'endocarpe) et acide (les graines), c'est le cas d'*Aframomum melegueta* (Roscoe) K. Schum. Les graines d'*Aframomum sanguineum* K. Schum. sont aussi parfois utilisées comme condiment. Les graines de *Cola acuminata* (P. Beauv.) Schott & Endl. et *Garcinia kola* Heckel. sont prisées surtout par les hommes du fait de leurs propriétés aphrodisiaques et stimulantes. Les graines de *Raphia sese* De Wild. sont bouillies et on consomme leur peau qui est jaune comme condiment et aussi comme régulateur du taux du sucre pour les diabétiques. Enfin, l'huile de palme de *Elaeis guineensis* Jacq. est particulièrement appréciée par les habitants de la périphérie de Kinshasa.

3. Les condiments

Dans les sites étudiés (marchés et points de vente), on trouve un certain nombre de condiments. Les fruits frais de *Piper guineense* Schum., souvent consommés crus en raison de leur goût épicé. On trouve aussi des fruits séchés qui sont ensuite moulus et passés au tamis: la poudre ainsi obtenue est ajoutée au thé ou au café, ou est utilisée pour l'assaisonnement des légumes. La pulpe des graines d'*Adansonia digitata* L., les graines de *Monodora angolensis* Welw., l'écorce de *Scorodophloeus zenkeri* Harms., caractérisée par son odeur aillée (particulièrement forte après les pluies), sont également souvent utilisées pour assaisonner les sauces.

4. Vin

Une majorité de la population, aussi bien des zones périurbaines qu'urbaines, apprécie le vin de palme alcoolisé. Celui-ci est tiré du palmier à huile *Elaeis guineensis* Jacq. mais également à partir de *Raphia*

sese De Wild. Le vin de palme de *Elaeis guineensis* Jacq. est obtenu de deux manières: directement des inflorescences de la plante, dans ce cas la plante reste en place, l'exploitant grimpe pour extraire la sève (le vin), c'est aussi le cas pour le *Raphia sese* De Wild. dont on incise le tronc à la base de l'inflorescence ou à la base de la gaine foliaire. La seconde méthode consiste à l'abattage du palmier et l'extraction du vin directement à partir du bourgeon terminal feuillu. C'est une forme d'exploitation non durable. Signalons aussi la vente de résine de *Canarium schweinfurthii* Engl. qui sert pour les pratiques magiques (chasser les mauvais esprits) mais aussi comme encens.

5. Plantes d'emballage

Les plantes d'emballage appartiennent dans la plupart de cas aux maranthaceae dont *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Milne-Redh., *Haumania liebrechtsiana* (De Wild et Th. Dur.) J. Léon., *Cyrtosperma senegalense* (Schott) Engl., *Marantochloa congensis* J. Léon., *Hypselodelphus scandens* (Schum. et Thonn.), etc. En effet, dans leur plus grande majorité, les plantes d'emballage ont de larges feuilles, glabres. Ces feuilles sont employées à l'état frais.

6. Plantes de construction

On vend et utilise couramment: le *Sclerosperma mannii* Wendl. (pour la toiture), *Loudetia demeuse* (pour la toiture), *Raphia gillettii* (De Wild.) Bell., *Loudetia simplex* (Nees) CE Hubb. (pour la toiture), *Milletia drastica* Baker., *Caloncoba welwitschii* (P. Beauv.) Gilg (pour la charpente), *Haumania liebrechtsiana* (De Wild et Th. Dur.) J. Léon., *Eremospatha haullevilleana* De Wild., *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl., *Chaetocarpus africanum* Pax., *Harungana madagascariensis* Lam. (pour la charpente), *Rabdophyllum welwitschii* Van Tiegh., etc. Le choix ou préférence à l'achat de ces espèces pour le bois de construction est fonction de plusieurs critères: caractéristique rustique du bois, le rôle mécanique que jouera le bois dans la construction, etc. Pour la charpente par exemple, nous citons le *Bambusa vulgaris* Schrad. Ex J.C Wendl., *Caloncoba welwitschii* (P. Beauv.) Gilg, *Hymenocardia ulmoides* Oliv. Pour la couverture et le revêtement, les espèces vendues sont: *Sclerosperma manni* Wendl. et *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Milne-Redh.

7. Plantes textiles

Il s'agit d'espèces dont les fibres servent à confectionner les cordes et tapis traditionnels. On note: *Triumfetta cordifolia* A. Rich., *Urena lobata* L., *Raphia gillettii* (De Wild.) Becc.

8. Plantes de teinturerie

Les résultats de cette enquête réalisée dans la ville province de Kinshasa ont indiqué entre autres les graines de *Bixa orellana* L., les écorces de *Pterocarpus*

soyauxii Taub. et de *Syzygium guineense* (Willd.) DC., les fruits de *Cremaspora triflora* (Thonn.) K. Schum. sont plus utilisés pour la teinture.

9. Plantes médicinales

Conjointement à l'utilisation alimentaire des PFNL, il se développe, à la suite des coûts élevés des produits pharmaceutiques, une phytothérapie tant en milieu urbain que périurbain. On note que les espèces suivantes apparaissent les plus utilisées par les populations étudiées à savoir: *Phytolacca dodecandra* L'Herit., *Rauvolfia vomitoria* Afzel., *Garcinia kola* Heckel, *Alstonia congensis* Engl., *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf., *Euphorbia hirta* L., *Ocimum basilicum* L., *Gloriosa superba* L., *Borassus aethiopicum* Mart., etc.

Discussion

L'analyse de l'exploitation et du marché des produits sauvages (PFNL) dans la province urbaine de Kinshasa, a montré que les populations des zones périurbaines de Kinshasa connaissent et utilisent un grand nombre de PFNL. Cependant, les usages qu'ils réservent à ces espèces sont très diversifiés. Certaines PFNL ont des usages multiples. D'autres, par contre, ont des emplois spécifiques. Comparés à leurs utilisations dans les communes urbaines, ces produits sont fortement représentés à Kinshasa. Cette étude fournit des informations sur plusieurs plans: consommation (alimentaire, construction, ustensiles, emballage, textiles, teinturerie, bois de chauffe) et revenu (vente). De telles exploitations et usages indiquent clairement que les populations concernées exploitent pleinement les PFNL pour leurs besoins vitaux et faire face aux problèmes du vécu quotidien. Cela suggère une utilisation rationnelle des écosystèmes naturels pour assurer un approvisionnement régulier et soutenu.

Concernant le marché des PFNL, les productions moyennes par ménage échangée dans les six villages échantillonnés d'avril à mai 2004 ont constitué l'offre moyenne par village. Les légumes ont été mis en évidence pour l'estimation de cette offre moyenne. Le *Pteridium centrali-africanum* Hieron. est le plus exploité avec une production moyenne échangée de 800 kg, suivi de *Psophocarpus scandens* (423 kg), *Talinum triangulare* (Jacq) Willd. (335 kg), *Gnetum africanum* Welw. (330 kg), *Dracaena camerooniana* Baker (272 kg).

A propos des recettes, le *Gnetum* demeure le leader incontestable dans la périphérie de Kinshasa avec une recette moyenne mensuelle de 275 \$ et par ménage, malgré la surexploitation que subit l'espèce et l'inattention de la part de chercheurs Congolais pour sa régénération et sa domestication. Les quatre autres plantes les plus commercialisées à des fins alimentaires et contribuant fortement au revenu de ménages sont *Pteridium centrali-africanum* Hieron. (166,7 \$) par mois et par ménage; *Dracaena*

camerooniana Baker (75,5 \$) par mois et par ménage; *Dioscorea praehensilis* Benth. (71,0 \$) par mois et par ménage; *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc. (58,7 \$) par mois et par ménage.

Ce phénomène est expliqué par les raisons suivantes: la population reconnaît la valeur marchande de la plupart des PFNL; les PFNL ont un grand débouché dans la filière de commercialisation desdites ressources; le sous-emploi et la démission de l'Etat (délestage des salaires, congé technique et autres) ont fait émergé le secteur informel (PFNL) qui paraît lucratif pour une bonne gamme de produits; hormis l'exploitation et la vente des produits forestiers non ligneux les acteurs exercent d'autres activités pour compléter leur revenu mensuel; l'exploitation de PFNL paraît une activité connexe à l'agriculture, elle exige aussi beaucoup de travail et fait face aux difficultés liées au transport, à la transformation et surtout à la conservation. Ces dernières difficultés sont plus marquées chez les guérisseurs et tradipraticiens.

S'agissant des plantes médicinales, nous avons fait un constat qui paraît contraire par rapport aux études menées au Cameroun et en Guinée équatoriale par Ndoye, Rwiz et Eyebe (9), qui ont révélé la participation active de nombreux habitants des forêts à la récolte des plantes médicinales destinées à la consommation contrairement en ce qui se passe dans la périphérie de Kinshasa.

En outre, la comparaison continue entre l'usage domestique des PFNL et leur vente dans les circuits officiels nous éclairera sur l'importance du rôle des

produits forestiers non ligneux dans le développement du secteur informel en RDC et pourrait aboutir à la définition de pistes pour la valorisation et la conservation de la biodiversité dans la périphérie de la ville province de Kinshasa.

Conclusion

L'analyse et la description succincte de l'exploitation des PFNL dans la province urbaine de Kinshasa est très informative. Ces produits regroupent une large gamme d'espèces qui proviennent des forêts, des savanes herbeuses, des savanes boisées et des marais qui entourent Kinshasa. Ces résultats révèlent les prélèvements importants des PFNL à des fins commerciales voire même d'exportation. C'est le cas de *Gnetum africanum* Welw., de *Pteridium centrali-africanum* Hieron., d'*Aframomum albobolaceum* (Ridley) K. Schum. et *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc.

La contribution de la vente desdits PFNL au budget mensuel des ménages peut aller jusqu'à 37% du niveau de revenu mensuel. C'est le cas de *Gnetum africanum* Welw.

Ces PFNL sont surtout récoltés dans les galeries forestières et les forêts secondaires, ils méritent une protection de leur habitat et des essais de multiplications pour une utilisation durable. Certains faits que nous venons d'analyser ont été également relevés dans d'autres régions de la RDC par Toirambe (10), Lubini & Kusehuluka (5).

Références bibliographiques

1. Biloso Moyene A., 2003, Contribution à l'étude d'approvisionnement et distribution des produits de chasse et de cueillette dans la ville de Kinshasa en R.D.Congo, D.E.S interuniversitaire en Gestion des Ressources Animales et Végétales en Milieux Tropicaux, FUSAGX/ ULG (Belgique), 53 p. inédit.
2. F.A.O., 2004, Les forêts du bassin du Congo, stratégie d'action de la F.A.O, novembre 2004, Rome, 24 p.
3. Kankonde Mukadi J. & Tollens E., 2001, La sécurité alimentaire au Congo-Kinshasa, analyse, production et consommation, Harmattan, KUL, Paris, 348 p. Uni. 20 p.
4. Lubini A., 1994, Projet «Aménagement du Domaine de Bombo-lumene, plateau des Batéké», Kinshasa, inédit.
5. Lubini A., Kusehuluka K. & Bunga B., 1994, Plantes utilisées dans les traitements de la blennorrhagie et de la syphilis à Kinshasa (Zaire). In: Proc. XIII^{ème} Plenary Meeting AETFAT, Malawi, 1, 251-260.
6. Lubini A., 1997, Utilisation des plantes par les Yansi de l'entre Kwilu-Kasai (Zaire). In: Proc. XIII^{ème} Plenary Meeting AETFAT, Malawi, 1, 53-74.
7. Ministère des Affaires Foncières, Environnement, Conservation de la Nature, Pêche et Forêts, 1999, Plans d'action provinciaux de la biodiversité, Kinshasa, juin 1999, 178 p.
8. Ndembo Longo J., 2000, Conditions agro-écologiques et socio-économiques de Menkao, plateau des Batéké, Kinshasa, Inédit.
9. Ndoye O., Ruiz-Pérez M. & Eyebe A., 1998, Marchés des produits forestiers non ligneux dans la zone de forêt humide du Cameroun. Réseau foresterie pour le développement rural. ODI. Royaume-Uni, 20 p.
10. Toirambe B.B., 2002, Utilisation des feuilles de *Gnetum* sp. dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté des pays de l'Afrique Centrale, cas de la République Démocratique du Congo. FAO, Rome, 35 p.
11. Trefon T., 2004, Ordre et désordre à Kinshasa, réponses populaires à la faillite de l'état, cahiers africain n° 61-62, Harmattan, 256 p.

A. Biloso Moyene, Congolais, Ingénieur Agro-Economiste, Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion des Ressources Animales et Végétales en Milieux Tropicaux, filière "Gestion et Développement des Systèmes Agricoles", Faculté Universitaires des Sciences Agronomiques de Gembloux (FUSAGx) et Université de Liège (ULG).

J. Lejoly, Belge, Professeur, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et Phytosociologie, 50, avenue F. D. Roosevelt, CP. 169, B-1050 Bruxelles, Belgique.

LES ACTIONS DE LA DGCD

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS

DGDC'S ACTIVITIES

LAS ACTIVIDADES DEL DGCD

DEVELOPMENT CO-OPERATION PRIZE

The Development Cooperation Prize is annual incentive prize - financed by the Belgian Development Cooperation (DGDC) and organized by the Royal Museum for Central Africa - for students and young researchers, from Belgium or developing countries, whatever their discipline. The prize is awarded to scientific works that contribute significantly to knowledge that can be applied to development in the South. Sustainable development is to be their principal aim and poverty alleviation a priority. The prizes are attributed to Bachelor's and Master's theses, postgraduate papers, Ph.D. theses, or publications in scientific journals.

In the course of the years of the prize existence, the fields represented among the participants has remained more or less stable: the majority of files represent the exact sciences - with a very large share originating from the agricultural and applied biological sciences, followed by the human sciences and biomedical and veterinary sciences.

The prize is granted to maximum 14 students and 6 researchers and consists of an award of 1,250 € for students and 2,500 € for young researchers. Since 1998 the awards have been handed over by the Minister for Development Cooperation during a ceremony in the Royal Museum for Central Africa. The laureates from abroad are invited to Belgium especially for this occasion. Many use their stay in Belgium to establish or renew contacts with the Belgian academia in their fields of interest.

Two abstracts regarding the accomplishment of laureates from Colombia and France awarded in 2005 are presented below.

Physicochemical Characterization of the *Guadua angustifolia* Kunt Fibre

Lina Rocío Osorio Serna* and Efraín Trujillo De Los Ríos*

This work carries out a characterization of the technical bamboo fibre of *Guadua*, in comparison to man-made and other natural fibres, with the aim of using this type of material as an alternative for both the Colombian, the regional (South American) and export markets (to the industrialised countries).

The use of the technical fibres of bamboo, and particularly of *Guadua* in Colombia, opens up vast perspectives for the use of this raw material in applications other than the construction world as is now largely the case. Although *Guadua* bamboo is already processed in Colombia into engineered products such as laminated *Guadua* (*colguadua*), the innovation of using technical fibres as an alternative to fibre glass and analogous products is completely in line with a variety of studies into the use of natural fibres, such as bark fibres like flax and jute, to make composites with a sustainable image. Figures reveal that the production of *Guadua* bamboo lies in the region of about 15 cubic m. per ha per year, which signifies huge potential for both natural *Guadua* and for plantations. Production capacity like this, in combination with its use as a technical fibre in high-quality composites for the car industry, for example - by analogy with activities in non-developing countries - is highly relevant to the development of a raw material-to-final product chain in Colombia.

The consideration of the possibilities of using the technical bamboo fibre in a similar way to strong natural fibres like flax is new and very useful as an alternative route for the use of this raw material. The comparison with other fibres on the basis of specific strength is highly advantageous in view of the self-weight of composites.

etrujillod@hotmail.com

osorio_lina@yahoo.es

*Colombian, Industrial Engineer, Universidad Nacional de Colombia, 2005.

An Integrated Production System at the Level of Small-scale Family Businesses in the Outskirts of Kinshasa, DRC

Emilie Vautravers**

Poverty in the city and outskirts of the city lead to a proliferation of agricultural activities in these areas. This results in social, economic and environmental problems which threaten the sustainability of small-scale family businesses.

The writer bases her work on an experiment in Colombia in which cattle farming and vegetable production is integrated to solve the above-mentioned problems: it concerns a sustainable system with a diet that is as varied as possible for the farmer's family, an income from the extra production and a minimum of disruption to the environment. The writer studies the possibility of introducing this system to the outskirts of Kinshasa, in the knowledge that environmental factors in and around the city have to be very similar to those in Columbia.

First, a detailed study is made of the environment in and around Kinshasa and the writer comes to the conclusion that there are enough similarities between the two situations. This is followed by a description of the concrete situation and a summary of possible problems and bottlenecks. The discussion of the actual integrated system is preceded by a highly detailed description of the animal and vegetable production components of the system. The writer concludes with a general discussion and offers her view of the possible introduction of the system into other regions in Africa.

This is a highly detailed work which contains both data from the literature and the writer's own observations; if validated, this document could undoubtedly be used as a reference work for similar studies. The production data, fertilizer balance sheets, output tables and graphs have a direct practical value, but can also be used together with the enclosed questionnaires as a blueprint for further work. Finally, the writer places her work in a broader context and indicates how the proposed methodology can be used in a more global fight against poverty, malnutrition and disease.

**French, Master of ecology, Université Paris VI, France, 2003.

Diplôme d'Etudes Spécialisées in the management of vegetable and animal resources, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgium, 2005.

e_vautravers@yahoo.fr

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique

Légumineuses alimentaires. Plantes à tubercules et racines. Céréales

P. Nyabyenda

Les presses agronomiques de Gembloux, 2005, 225 p., 7 fig., 32 tab., 32 photos

ISBN: 2-87016-072-0 Prix: 27 euros Belgique (TVAC), 32 euros Export (HTVA)

C'est au défi de réunir en un seul ouvrage toute l'expérience récente sur «les plantes cultivées en région tropicale d'altitude d'Afrique» que s'est attelé avec succès le Dr. Pierre Nyabyenda. Il parvient à brosser un tableau succinct mais complet pour chaque plante cultivée en la situant dans son ensemble agro-écologique de prédilection et selon le système agraire correspondant. L'appartenance botanique est retracée et les techniques culturales sont décrites en détail, permettant la mise en pratique des nombreux conseils donnés par la recherche et la vulgarisation. De nombreuses photographies orientent le lecteur. L'importance alimentaire et économique de chaque spéculation se retrouve dans des tableaux et des graphiques récapitulatifs. En fin d'ouvrage des tableaux de synthèse spécialisés, regroupés par thème (les maladies, les intrants couramment utilisés, etc.) régaleront les spécialistes exigeants. ... Cet ouvrage permettra certainement d'apporter un ferment d'amélioration dans les pays aux régions tropicales d'altitude d'Afrique les plus touchés par des conflits récents tels que le Rwanda, le Burundi, l'Ouganda et l'Ethiopie. Si un «ventre affamé n'a pas d'oreille», il est tout aussi vrai «qu'un ventre rassasié» écouterait plus volontiers la voix de la raison. Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui sont désireux de reconstruire une agriculture meilleure en région d'altitude.

Les régions tropicales d'altitude (RTA) qui font l'objet de cet ouvrage se limitent aux zones situées au-dessus de 1.000 m d'altitude se trouvant dans les régions tropicales d'Afrique comprises entre le 10e degré de latitude Sud et le 10e degré de latitude Nord, à savoir surtout dans les pays d'Afrique centrale et orientale. Ce livre intéressera ceux qui sont concernés par la production agricole, en particulier ceux qui oeuvrent dans l'enseignement agricole, dans la recherche agronomique et dans la vulgarisation des technologies de recherche ainsi que les nouveaux acteurs du développement (projets de développement, ONGs et producteurs privés).

L'auteur -- Pierre Nyabyenda a été chercheur à l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR) de 1979 à 1994. De 1982 à 1992, il fut chef du Département Production végétale pour y devenir Directeur scientifique en 1992. Il a également été coordinateur de réseau de recherche du CIAT en Afrique centrale de 1994 à 1997.

Cet ouvrage peut-être commandé auprès des Presses agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgique) - tél. 081 (ou 32/81) 62 22 42 -fax 081 (ou 32/81) 62 22 42 pressesagro@fsagx.ac.be

Professeur Guy Mergeai
Décembre 2005

Biodiversité et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest. Pratiques traditionnelles conduisant à *Dioscorea rotundata* Poir

R. Dumont, A. Dansi, P. Vernier, Jeanne Zoundjihèkpon

Coédition: CIRAD, IPGRI

128 pages, Livre broché, Format: 160 mm x 240 mm, bibl., fig., 8 planches couleurs, 2005.

ISBN: 2-87614-611-8, texte en français. Prix: 18,00 EUR

Ce livre décrit la domestication conduisant aux ignames *Dioscorea rotundata* en Afrique. Sur le plan mondial, c'est une des rares opportunités subsistantes pour comprendre comment un savoir empirique, détenu par les paysans, tire parti des ressources génétiques de plantes sauvages afin d'en faire des produits adaptés à l'agriculture. Jusqu'à un passé récent, ce processus organisateur et créateur de biodiversité est resté peu étudié, voire même ignoré, des agronomes et des sélectionneurs travaillant sur les ignames.

L'ambition de ce livre est de combler cette lacune en rassemblant les connaissances disponibles. Le sujet est original et riche en perspectives d'avancées scientifiques, à un moment où les scientifiques prennent conscience du potentiel de progrès technique et d'adaptation aux changements environnementaux que recèlent les savoirs et les pratiques paysans relatifs à la gestion des ressources génétiques.

L'ouvrage est volontairement limité à la domestication conduisant aux ignames *Dioscorea rotundata*, de loin les plus cultivées en Afrique de l'Ouest et sur la planète. Toutefois, cette igname et ses parents sauvages posent des difficultés de taxonomie et d'identité botanique dont la clarification est indispensable avant d'accéder au thème de la domestication. Cette contrainte a conduit les auteurs à consacrer plusieurs chapitres à la biodiversité des ignames *Dioscorea rotundata* et à celle des formes sauvages dont elles dérivent.

L'ouvrage s'achève par la formulation d'hypothèses, notamment d'ordre épigénétique, pouvant expliquer les transformations phénotypiques provoquées par les pratiques de domestication et leur maintien par multiplication végétative. Ces hypothèses demandent encore à être évaluées par la recherche et sont des thèmes d'étude potentiels, notamment pour les généticiens. Certaines sont d'ailleurs déjà en cours de vérification avec les techniques de marquage moléculaire les plus récentes, mises en oeuvre par des équipes associant des chercheurs du Nord et du Sud.

Les auteurs s'adressent aux chercheurs, enseignants, étudiants et praticiens de l'agronomie, de la génétique, de la botanique, de l'ethnobotanique et de l'anthropologie.

Professeur Guy Mergeai
Décembre 2005

ORGANISATIE

Aard van de verantwoordelijke organisatie voor de publicatie en doel van het tijdschrift TROPICULTURA

De v.z.w. Agri-Overseas is een vereniging die gesticht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die voor overzeese plattelandsonwikkeling ijveren. Zij publiceert het wetenschappelijk en informatief tijdschrift "Tropicultura" dat gewijd is aan de plattelandsproblematiek in ontwikkelingslanden. Dit tijdschrift wordt driemaandelijks uitgegeven met de steun van de Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking (D.G.O.S.), Belgische Ministerie van Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel en Ontwikkelings- samenwerking en met de steun van de Regio Brussel.

De v.z.w. Agri-Overseas is samengesteld uit individuele leden en uit de volgende Belgische instellingen: de vier faculteiten Landbouwwetenschappen (Gembloux, Gent, Leuven en Louvain- La- Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent et Liège), het Departement Tropische Dierengezondheid van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Interfacultaire Afdeling Landbouw van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix (Namur), het Departement van Wetenschappen en het Beheer van het Leefmilieu van de Université de Liège (la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon), de Directie-Generaal Internationale Samenwerking

Raad van Beheer

De raad van beheer van de vzw Agri-Overseas is samengesteld uit Professor Dr J. Vercruysse, Voorzitter, Professor Dr Ir. G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder, Dr E. Thys, Secretaris, Professor Dr B. Losson, schatbewaarder en Ere-Professor Dr Ir. J. Hardouin, Lid.

Redactiecomité

Het Redactiecomité van TROPICULTURA is samengesteld uit Professor Dr Ir G. Mergeai, Hoofdredacteur en Gedelegeerde Redacteurs Professor Dr J. Deckers, Ecologie, Land en Waterbeheer, Professor J.-P. Dehoux, Dierenproductie en Fauna, Professor Dr J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Dr E. Thys, Dierengezondheid, Professor Dr Ir P. Van Damme, Land- en Bosbouw, Professor Dr J. Vercruysse, Dierengezondheid. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, Sociologie, ... worden rechtstreeks door het Sekretariaat behandeld.

Redactiesekretariaat

Bolwerkquare 1A, B-1050 Brussel – België — Telefoon : +32.(0)2.550 19 61/62; Fax: +32.(0)2.514 72 77
Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / mjdesmet.tropicultura@belgacom.net / Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

Bedeling

Tropicultura wordt gratis verdeeld op schriftelijk verzoek bij het Sekretariaat

DRAAGWIJDTE VAN HET TIJDSCHRIFT

TROPICULTURA publiceert oorspronkelijke artikels, onderzoeksnota's en overzichten, samenvattingen van boeken en thesen en besprekingen van films en audiovisuele hulpmiddelen die betrekking hebben tot alle domeinen aan plattelandsonwikkeling gebonden : planten- en dierenproducties, diergeneeskundige wetenschappen, bosbouw, bodemkunde, agrarische bouwkunde, milieuwetenschappen, bio-industrie, voedingsmiddelenindustrie, sociologie en economie.

INSTRUCTIES VOOR DE AUTEURS

De manuscripten moeten origineel zijn en mogen niet reeds voorgelegd zijn geweest of gelijktijdig voorgelegd worden voor publicatie. Ze mogen in één van de vier volgende talen geschreven worden: Engels, Spaans, Frans en Nederlands.

De manuscripten moeten in drie papieren exemplaren per post aan de hoofdredacteur gericht worden ofwel rechtstreeks per e-mail naar het Sekretariaat verzonden in de vorm van toegevoegde bestanden.

Zij zullen recto opgesteld zijn, met dubbele spatie (27 lijnen van 60 karakters per bladzijde in DIN A4 formaat) en met een minimale marge van 3,5 cm rond het gedrukte deel. Zij zullen maximum tien bladzijden tekst bevatten (coverblad, samenvattingen en literatuurlijsten niet inbegrepen).

Het voorblad houdt de titel in, de verkorte titel (maximaal 55 drukletters), de complete namen en voornamen van de auteurs, het beroepsadres van alle auteurs en gebeurlijk de dankbetuiging. De naam van de contactauteur zal met een "*" gemerkt zijn en zijn adres aangevuld met zijn telefoon- en faxnummers en zijn elektronisch adres.

De volgende pagina's houden volgende elementen in: (i) de samenvattingen (max. 200 woorden) in de taal van het manuscript en in het Engels, voorafgegaan door de vertaling van de titel en gevolgd door maximum 6 sleutelwoorden in beide talen; (ii) de hoofdinhoud van de tekst; (iii) de literatuurlijst; (iv) de tabellen genummerd met Arabische cijfers; (v) de figuren die op de achterzijde ondubbelzinnig genummerd moeten zijn (vi) de legendes van de tabellen en de figuren. Alle bladzijden van de bijdrage worden doorlopend genummerd. De figuren zullen op professionele wijze getekend zijn. Foto's dienen contrasterend te zijn, niet gemonteerd en op glanzend papier.

Slechts medeauteurs die zich schriftelijk akkoord verklaard hebben met het vermelden van hun naam op een manuscript, worden in de eindversie van het artikel in Tropicultura ook expliciet vermeld. De schriftelijke verklaring van de medeauteurs met betrekking tot dit punt kunnen per gewone post of per e-mail naar het Redactiecomité opgestuurd worden. De voorgedij instellingen van de auteurs wordt verondersteld wordt verondersteld haar toestemming te hebben gegeven voor elke publicaties in Tropicultura. Agri-Overseas wijst elke verantwoordelijkheid af in deze materie.

De eerste indiening van een artikel bij de Redactie gebeurt op papier of op elektronische drager. In de mate van het mogelijke zal de auteur, na goedkeuring van het artikel voor publicatie, zijn laatste, herziene en verbeterde versie op computerdiskette of als attachment van een Email opsturen. Het programma Word wordt aanbevolen, maar een ASCII of RTF versie van de bestanden wordt aanvaard.

In het algemeen wordt de tekst ingedeeld in: inleiding, materiaal en methodes, resultaten, discussie, besluit. De indeling van de tekst zal niet verder gaan dan twee niveaus. Ondertitels dienen kort en in kleine letters te zijn en zullen nooit onderlijnd worden.

De referenties worden in de tekst door nummers tussen haakjes vermeld. In geval van citatie van verschillende referenties zullen de nummers in groeiende volgorde vermeld worden.

De literatuurlijst wordt alfabetisch gerangschikt op basis van de namen van de auteurs en chronologisch voor dezelfde auteur. De referenties zullen doorlopend genummerd worden beginnend met het cijfer 1.

Artikels uit tijdschriften worden in de literatuurlijst als volgt gerefereerd: namen van auteur(s) gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, de naam van het tijdschrift, het nummer van het volume (onderlijnd), de nummers van eerste en laatste bladzijde door een streepje verbonden.

Voorbeeld: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. Int. Rev. Cytol. 33, 157-222.

Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden. Bij referenties naar hoofdstukken in boeken: (in volgorde) de auteurs van het hoofdstuk, jaartal, titel van het hoofdstuk, het woordje 'In:', de editorsnamen gevolgd door '(editors)'. *Titel van het boek* (cursief), volume of uitgave (indien meerdere), naam en lokatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het hoofdstuk.

Bij boeken zijn volgende elementen van belang: de namen van auteurs gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het boek, de naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het geciteerde hoofdstuk, het totaal aantal bladzijden van het boek. Verslagen van conferenties dienen op dezelfde wijze vermeld te worden, mits toevoeging als het mogelijk is van de plaats, de datum de conferentie en de namen van de wetenschappelijke editors.

Voorbeeld: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease a prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders pp. 613-632, in: B.W. Volks & S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders, Plenum, New-york, 205 p.

Een persoonlijke mededeling wordt in de tekst als volgt vermeld: initialen en naam, persoonlijke mededeling, jaartal). Voorbeeld: (W.R. Allan, persoonlijke mededeling, 1988). Deze referentie wordt niet opgenomen in de literatuurlijst. Voor de referenties zonder auteur wordt in het nummer in de tekst vermeld en in de literatuurlijst: Anonymus (jaartal). Titel. Bron (waar men de gegevens kan terugvinden).

Het Redactiecomité behoudt zich het recht artikels die niet aan de voorafgaande instructies beantwoorden af te wijzen. De artikels zullen aan één of meer door de redactie gekozen referees voorgelegd worden. Deze referees blijven onbekend voor de auteurs.

In geval van aanvaarding zal de Redactie van elk van de verschillende auteurs van een artikel de verbintenis vragen hun publicatierecht af te staan aan TROPICULTURA.

TROPICULTURA

2006 Vol. 24 N° 3

Four issues a year (July, August, September)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- The Effects of Land Configuration and Wood-Shavings Mulch on the Properties of a Sandy Loam Soil in Northeast Nigeria. 1. Changes in Chemical Properties (*in English*)
A.M. Chiroma, O.A. Folorunso & A.B. Alhassan 129
- Microbiological Evaluation of Broiler Carcasses, Wash and Rinse Water from Pluck Shops (Cottage Poultry Processors) in the County Nariva/Mayaro, Trinidad and Tobago, West Indies (*in English*)
A. Thomas, C.H.O. Lallo & N. Badrie 135
- Effects of *Arachis glabrata* Substitution to *Pennisetum purpureum* on the Ovulations'Number and the Prenatal Mortalities in Adult Guinea-pig *Cavia porcellus* L. (*in French*)
A. Kenfack, J. Tchoumboué, P. Kamtchouing & F. Ngoula 143
- Decisional Factors in the Water Resources Management by the Livestock Keepers and the Agro-pastoralist in a Semi-arid Zone of Burkina Faso (*in French*)
B.I.N. Zongo, R. De Deken, P. Lefèvre & E. Thys 147
- Lactic Acid Bacteria of Camel Milk: Presence of Salt Resistant Strains of *Lactococcus* (*in French*)
Halima Zadi Karam & N-E. Karam 153
- Production of Maggots from By-products in Ivory Coast (*in French*)
K.G.M. Bouafou, K.G. Kouame, K.E. Amoikon & A.M. Offoumou 157
- Assessment of Adoption Status of Management Practices for West African Dwarf Goat Production in Southwestern Nigeria (*in English*)
Simisola Mercy Odeyinka & D.O. Torimiro 162
- New Ploughing Effects on *Cyperus rotundus* L. in New Caledonia. I. Effects of Rotary Hoe and Circular Spike Harrow (*in French*)
O. Ratiarson & A. Falisse 169
- Effect of Cooking and Drying of Shea Nuts (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) on the Quality of Butter (*in French*)
H.M. Womeni, R. Ndjouenkeu, C. Kapseu, Félicité Tchouanguép Mbiapo, M. Parmentier & J. Fanni ... 175
- Study of Non Woody Forest Products Exploitation and Market in Kinshasa (*in French*)
A. Biloso & J. Lejoly 183
- DGDC'S ACTIVITIES 189
- BIBLIOGRAPHY 191

TROPICULTURA IS A PEER-REVIEWED JOURNAL INDEXED BY AGRIS, CABI, SESAME AND DOAJ



LITHO-OFFSET J.F. DE JONGHE • 696 CHSSEE DE GAND B1080 BRUSSELS • +32 (2) 465 77 17

