

- 8 AVR. 1999



© 1999 World Bank, Photo by G. Wain

Editeur responsable / Verantwortliche / Editor
M. VAN DEN EN

AGCD - Agence Belge de Coopération au Développement - ABOS



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Projets réussis, projets échoués
Geslaagde projecten, mislukte projecten
Proyectos conseguidos, proyectos fracasados

C. Reizer 97

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Water Productivity of Irrigated Rice under Transplanting , Wet Seeding and Dry Seeding Methods of Cultivation

La productivité de l'eau dans l'irrigation de la basse terre pour le riz , méthode de culture pendant la saison humide et la saison sèche
Productiviteit van water in de irrigatie van rijstteeltgrond, kweekmethode tijdens droog en regenseizoen
La productividad del agua en la irrigación de las tierras bajas para el arroz, método de cultivo durante la estación húmeda y la estación seca

N. S. Murali & R. Thabonithy 100

Le mouton de Tabaski à Dakar - Facteurs explicatifs du prix de vente

Het Tabaskischaap in Dakar - Oorzaaksfactoren van de verkoopprijs
El carnero de Tabaski en Dakar - Factores explicativos del precio de venta

C. Ly 105

Etude de trois souches d'*Arthrobotrys oligospora* : Caractérisation biologique et effets sur

Meloidogyne mayaguensis parasite de la tomate au Sénégal

Studie van drie stammen van *Arthrobotrys oligospora* : biologische karakterisering en effecten op *Meloidogyne mayaguensis*, parasiet van de tomaat in Senegal

Estudio de tres cepas del *Arthrobotrys oligospora* : caracterización biológica y efectos sobre el *Meloidogyne mayaguensis* parásitos del tomate en Senegal

M. Gueye, R. Duponnois, P. I. Samb & T. Mateille 109

Comparaison de 4 modalités d'installation d'un blé tendre sur les caractéristiques physiques et hydriques du sol

Vergelijking van vier installatiemodaliteiten van zachte tarwe op de fysische en hydrische structuur van de grond
Comparación de cuatro modalidades de implantación de un trigo tierno sobre el estado físico e hídrico del suelo

Kh. Boutahar & P-H. Dimanche 116

Effet de l'éloignement des champs sur la productivité du travail dans la culture du manioc en Afrique sub-Saharienne

Invoed van de verwijdering van de velden op de productiviteit van maniokteelt in sub-saharisch Afrika
Efectos de la lejanía de los campos sobre la productividad del trabajo en el cultivo de la yuca en África sub-Sahariana

M. Tshiunza & E. Tollens 123

Socio-economic Analysis of Farming Risks in Food Crop Production in Edo North, Nigeria

Analyse socio-économique des risques des exploitations agricoles dans la production des cultures alimentaires dans le nord Edo, Nigéria

Socio-economische analyse van de risico's van de landbouwuitbating van voedergewassen in het Noorden van Edo, Nigeria

Análisis socio-económico de riesgos de explotaciones agrícolas en la producción de cultivos alimentarios en el norte de Edo, Nigeria

J.B. Utomakili & P. Inwalome 127

Incidence de quatre vers parasites gastro-intestinaux dans un groupe de cricétomes,

Cricetomys gambianus (rongeur : Cricetidae) capturés à Lukaya - République Démocratique du Congo

Incidentie van vier parasitaire maagdarmpwormen in een groep cricetomen *Cricetomys gambianus* (knaagdier : Cricetidae) gevangen in Lusaka, Democratische Republiek van Congo

Incidencia de cuatro gusanillos parásitos gastro-intestinales en un grupo de *Cricetomys gambianus* (roedor : cricetidae) capturados en Lukaya - República Democrática del Congo

L. Bobe & M. Mabela 132

The Role of Stomatal Traits and Epicuticular Wax in Resistance to *Mycosphaerella fijiensis* in Banana and Plantain (*Musa* spp.).

Le rôle des caractéristiques stomatales et de la cire épicuticulaire dans la résistance à *Mycosphaerella fijiensis* chez le bananier et la plantain (*Musa* spp.).
De rol van de stomatale eigenschappen en van de epicutulaire was in de weerstand tegen *Mycosphaerella fijiensis* bij de bananenboom en de plantein (*Musa* spp.).

El rol de las características estomacales y de la cera epicuticular en la resistencia a la « *Mycosphaerella fijiensis* » en el banano y el llantén (*Musa* spp.)

Kathelyne Craenen, J. Coosemans & R. Ortiz 136

Taux d'abrutissement, indicateur de la charge et du régime alimentaire des ongulés sauvages en milieu tempéré et/ou tropical : cas du chevreuil (*Capreolus capreolus* L.)

Graaspercentage, parameter van last en van voedingsdieet van wilde hoefdieren in gamatigd en/of tropisch milieu : het geval van de ree (*Capreolus capreolus* L.)

Tasa de ramoneamiento, indicador de la carga y del régimen alimentario de los ungulados salvajes en medio temperado y/o tropical : casa del corzo (*Capreolus capreolus* L.)

L.M. Kaposo 141

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Rasgos alimenticios, reproductivos y potencial productivo del tepezcuintle *Agouti paca*

Particularités nutritionnelles et potentiel reproductif de l'*Agouti paca* tepezcuintle

Voedingsparticuliariteiten en voortplantingspotentiaal van *Agouti paca* tepezcuintle

R. C. Montes-Pérez 147

Presence of Antibodies to Infectious Bursal Disease Virus in Semi-intensively Reared Pearl Guinea Fowls in Nigeria

La présence des anticorps au virus infectieux de la maladie de Gumboro dans un élevage semi-intensif de pintades perles au Nigéria

Aanwezigheid van antistoffen tegen het infectievirus van de ziekte van Gumboro in een semi-intensieve fokkerij van parelhoenders

Presencia de anticuerpos al virus infeccioso de la enfermedad de Gumboro en un criadero semi-intensivo de gallinetas perlas en Nigeria

B.I. Nwagu, C.B.I. Alawa, B.Y. Abubakar, O.O. Oni, I.A. Adeyinka, O. Nwagu Flora, & G.T. Iyeghe-Erakpotobor 151

La structure de commercialisation du maïs au Togo révélée par l'analyse du prix

De structuur van de maishandel in Togo aan het licht gebracht door de prijsanalyse

Estructura de comercialización del maíz en Togo revelada por análisis del precio

G.A. Abbey 153

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 159

EDITORIAL

Projets réussis, projets échoués

C. Reizer

Les résultats obtenus par nombre de projets transférés des pays du nord vers l'Afrique sont décevants: dès que cesse l'injection de capitaux et de technique, beaucoup d'opérations s'arrêtent; a contrario, certaines réussissent remarquablement.

Un exemple d'échec démonstratif est celui de la pisciculture. Depuis 1945, une série impressionnante d'experts a essayé de persuader les Africains de s'adonner à cette spéculation hautement technique; et quoique celle-ci ait revêtu des formes diverses – industrielle, artisanale, familiale, rurale, en étangs, en cages, en enclos - elle est en échec généralisé au sud du Sahara. Nous pensons que c'est parce qu'elle est en inadéquation technique, sociale et économique avec le milieu récepteur; parce que le poisson élevé revient à 500 voire 800 f CFA/kg alors que le même poisson pêché revient à 80 f CFA/kg; parce qu'il sera toujours plus facile de pêcher que d'acquérir la maîtrise de l'eau, de la biologie du poisson, de son alimentation, de ses pathologies; parce qu'il existe toujours à proximité un plan d'eau, petit ou grand, naturel ou artificiel, insuffisamment exploité et qui donc peut accueillir l'un ou l'autre pêcheur supplémentaire rapportant 2 t de poisson/an. On a même vu des experts conseiller de faire de la pisciculture au Mali, pays surproducteur (70.000 à 150.000 t/an) dont le principal problème est de vendre et non de produire davantage. On a vu des experts conseiller aux Baoulés du centre de la Côte d'Ivoire, de faire de la pisciculture à proximité du grand lac de barrage de Kossou, sous-exploité à hauteur de plusieurs centaines de tonnes par an. On a voulu, ce faisant, et certains voudraient encore, passer trop rapidement de l'extensif - la pêche - à l'intensif - la pisciculture. Il est vraisemblable que l'échec aurait été moins cuisant, voire qu'il y aurait réussi, si on avait appliqué une technique intermédiaire - la pêche en grands étangs artificiels non vidangeables par exemple – et en des contrées dépourvues de plans d'eau naturels et artificiels sous-exploités.

De telles situations existent dans d'autres domaines de la production agricole. On imagine dès lors tous ces projets échoués mis bout à bout !

Ceci exige réflexion.

Encore faut-il en préalable définir ce qu'est un projet réussi. Ceci peut faire l'objet de très nombreuses discussions, mais nous proposons d'accepter le principe de réussite quand l'opération se poursuit dès lors que l'encadrement exceptionnel, notamment expatrié, s'est retiré.

Notre hypothèse est que les projets échouent si la distance techno-socio-économique est trop grande entre le milieu récepteur et le projet; alors qu'ils réussissent quand ils construisent sur l'existant par petites touches successives.

Or, quelles sont les grandes caractéristiques de l'Afrique, milieu récepteur.

* Au plan anthropique, le continent est peu peuplé; sauf exceptions localisées telles Bénin-sud, Burundi, Cameroun bamiléké, Kivu, Rwanda, Togo-sud, ..., hors villes bien entendu.

* Au plan écologique, le continent est strictement à cheval sur l'Equateur; il fait chaud partout et c'est l'eau qui régule au principal les bioproductions (et non la température comme sous climats tempérés). Et des 3 types d'eaux continentales, pluviale-superficielle-phréatique, c'est évidemment la première qui est la plus accessible. Or, la pluie se distribue très différemment entre équateur et tropiques: la mousson, masse d'air pluvieuse, suit, avec un certain décalage, le déplacement annuel du soleil, atteignant les tropiques aux solstices, passant deux fois l'an sur l'équateur aux équinoxes.

Il s'ensuit que, **sous l'équateur**, la pluviométrie est peu saisonnalisée, abondante et surtout régulière au plan interannuel; en conséquence, **les bioproductions naturelles sont aussi permanentes, abondantes et régulières.**

Il s'ensuit aussi que, **sous les Tropiques**, la pluviométrie est saisonnière, rare et surtout irrégulière au plan interannuel; en conséquence, **les bioproductions sont aussi saisonnières, rares et irrégulières.** Mais il est ici un autre type d'eau, celle, superficielle, des inondations fluviales saisonnières que l'Homme a appris à utili-

ser pour des cultures de décrue, lesquelles sont saisonnières, moins faibles et moins irrégulières que les pluviales, mais irrégulières quand même (20 bonnes années sur 30 en décrue, pour 10 sur 30 en pluvial).

Ainsi, quatre Afrique de la production apparaissent: l'équatoriale peu peuplée, l'équatoriale densément peuplée, la tropicale peu peuplée, la suburbaine (densément peuplée).

* A propos de l'Afrique équatoriale peu peuplée

La conjonction bioproductions naturelles permanentes-abondantes-régulières/faibles densités humaines rend logique le système de production le plus pratiqué, à savoir cueillette-chasse-pêche ainsi que le système immédiatement améliorant, l'agriculture extensive éventuellement à jachère longue: café, cacao, élaeis, coco, hévéa, bananes, manioc, igname,... prospèrent sans grand problème; l'augmentation de production, rendue nécessaire par l'augmentation démographique et la recherche du mieux-être, est obtenue en augmentant les surfaces par défrichement de la forêt. Empêcher radicalement ce dernier paraît utopique. Ce qui nous semble le plus grave, c'est la mal-exploitation de la forêt préexistante. Ainsi la Côte d'Ivoire a remplacé 12 millions d'ha de forêt (sur 15 millions) par de grandes cultures extensives d'excellente facture (la CI est le plus grand producteur d'un excellent cacao), mais sans pré-exploitation rationnelle du bois puisqu'il apparaît que les volumes exploités correspondent à la production non de 12 millions d'ha mais de 5 millions: 250 millions de m³ de bois d'oeuvre sont partis en cendres et fumées.

Les projets dont cette Afrique a besoin sont relatifs à l'exploitation rationnelle (durable si elle ne précède pas le défrichement) des ressources naturelles (flore et faune) et paranaturelles-extensives.

Sur le plan humain, cette Afrique a besoin de gestionnaires de ce type de ressources. Or, très curieusement, ils ne sont formés nulle part à l'exception des ingénieurs et techniciens des eaux & forêts trop spécialisés, trop peu nombreux, surqualifiés. C'est pourquoi nous rompons une lance en faveur de la formation de gestionnaires environnementaux des ressources naturelles (végétales, animales, hydrobiologiques), formés au niveau BAC + 4 par recyclage de BAC + 2 expérimentés.

* A propos de l'Afrique équatoriale densément peuplée

La conjonction bioproductions permanentes-abondantes-régulières / hautes densités humaines a déjà conduit à une certaine intensification des systèmes de production, le couvert forestier a pratiquement disparu, les cultures vivrières pratiquent l'apport d'engrais (Cameroun bamiléké) ou la jachère quand cela est encore possible (Bénin-sud, Togo-sud), mais il est certains lieux où celle-ci a disparu (Burundi, Kivu, Rwanda).

Le problème fondamental est justement de passer à plus d'intensif encore, ce qui exige capitaux et technique, mais sans que cela ne devienne inacceptable aux plans social et économique. Ce problème est celui des contrées citées précédemment.

Sur le plan humain, cette Afrique a besoin de spécialistes de l'intensif. Or, ces techniciens sont formés, en Europe ou en Afrique, mais en nombre insuffisant. Les BEPC, BAC et BTS du développement rural doivent se multiplier.

* A propos de l'Afrique tropicale (peu peuplée)

Le principal problème est l'insécurité alimentaire interannuelle consécutive de l'irrégularité pluviale et fluviale. La maîtrise de l'eau (superficielle) est un impératif. Des projets de ce type foisonnent, mais ils pèchent par excès d'intensification. Ainsi, dans la vallée du Sénégal, les aménagements hydro-agricoles sont-ils de type irrigation en maîtrise absolue de l'eau (de niveau 3^{aire} pour les spécialistes) ce qui est extrêmement coûteux à la mise en place et au fonctionnement et exige pour une suffisante rentabilité économique, la conduite de 2 cultures intensives / an, soit l'équivalent de 2×4 t paddy/ha.an. Or, l'imperfection naturelle qui doit être corrigée, ce n'est pas l'insuffisance de production mais bien l'irrégularité interannuelle de production. La vie serait belle en Sahel pluviofluvial si, chaque année, la contrée avait l'assurance de produire 600 kg de millet en pluvial et 800 kg de sorgho en décrue. Ce qu'il faut corriger par priorité, c'est cette insécurité qui fait que, parfois, la production est absolument nulle (pluie et crue insuffisantes).

Les aménagements doivent être tout juste suffisants pour assurer bon an mal an une culture de décrue produisant plus ou moins 1 tonne de sorgho / ha. Cet aménagement devrait donc être limité au niveau 1^{aire} (digue périphérique et pompage d'appoint) ce qui est nettement moins coûteux et n'empêche pas les équipements intensifiants ultérieurs. Ainsi avec l'investissement actuellement réalisés en 3^{aire} sur quelques dizaines de milliers d'ha, on aurait pu aménager en 1^{aire} les 500.000 ha aménageables du Sénégal.

Sur le plan humain, quelques soient les options choisies, cette Afrique a besoin de gestionnaires des ressources hydriques. Or, très curieusement, ils ne sont formés nulle part à l'exception des ingénieurs

et techniciens du génie rural, trop spécialisés, trop peu nombreux, surqualifiés. C'est pourquoi nous rompons une lance en faveur de la formation de gestionnaires environnementaux des ressources hydriques (quantité! qualité. biologie, santé), formés au niveau BAC + 4 par recyclage de BAC + 2 expérimentés.

* A propos de l'Afrique suburbaine

La densité humaine est, par définition, forte; les conditions écologiques, notamment pluviales, diffèrent. Partout, il apparaît justifié de conduire des projets de nature intensive: maraîchiculture et petit élevage.

Un renforcement des structures de formation existantes apparaît souhaitable.

Il ressort de ce survol, qu'à l'exception des zones densément peuplées, l'Afrique a besoin de projets de production extensive plutôt qu'intensive: la pêche, voire la pêche-pisciculture extensive en grands étangs non vidangeables plutôt que la pisciculture intensive, le pastoralisme rationalisé, puis le ranching plutôt que l'élevage intensif, l'agriculture extensive plutôt que l'intensive...

Or la plupart des projets proposés à l'Afrique par l'Occident sont de nature intensive; ce qui explique pour une grande part, leur taux d'échec.

En conséquence aussi, les priorités de formation doivent aller en Afrique en faveur de gestionnaires des ressources extensives, d'une part naturelles en équateur, d'autre part hydriques en soudano-sahel; alors que l'université africaine, copie de l'université européenne d'il y a 20 ans, forme énormément de spécialistes du tertiaire immédiatement condamnés au chômage dans des sociétés de type agricole dominant et qui le resteront pendant longtemps encore.

C. Reizer

Professeur Emérite

Responsable des Relations internationales.

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Water Productivity of Irrigated Rice under Transplanting, Wet Seeding and Dry Seeding Methods of Cultivation

N. S. Murali¹ & R. Thabonithy

Keywords : Land preparation - Percolation - Seepage - Labour requirement.

Summary

Water productivity (WP) of irrigated lowland rice was determined during the 1994 dry (January to May) and wet (August to December) seasons on a heavy clay acid sulphate soil. Treatments consisted of three cultivation methods: transplanted rice, pregerminated seeds broadcasted on puddled soil (wet seeding) and dry seeds broadcasted on unpuddled soil (dry seeding). In wet and dry seeded plots, continuous standing water condition was initiated 17 days after sowing.

Total water requirement for rice production was highest in transplanted plots (755 mm in wet season and 1154 mm in dry season) and was lowest in dry seeded plots (505 mm in wet season and 1040 mm in dry season). Dry seeding required no water for land preparation but transplanting and wet seeding methods required 18 - 20 % of total water requirement in dry season and 27 - 29 % in wet season. Total percolation was maximum (99 mm in wet season and 215 mm in dry season) in dry seeding method and was minimum (62 mm in wet season and 94 mm in dry season) in transplanting method. In dry and wet seeding methods, daily percolation gradually decreased with the age of the crop. Total seepage loss did not show any significant difference between the cultivation methods in the two seasons. Grain yield was not affected by the three cultivation methods in both seasons. Water productivity (the ratio between grain yield and total amount of water used in production) was 3.5 - 4.1 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 3.8 - 4.4 kg ha⁻¹ mm⁻¹ and 4.1 - 5.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹ in transplanted, wet seeded and dry seeded rice, respectively. Labour requirement for land preparation and sowing was maximum in transplanted (219 - 226 man-hours ha⁻¹) followed by wet (104 - 112 man-hours ha⁻¹) and dry seeded (94 - 99 man-hours ha⁻¹) methods. However, in wet season extra labour (77 man-hours ha⁻¹) was required for weeding after crop establishment in dry and wet seeding methods. Crop maturity was 20 days earlier in wet and dry seeding methods compared to transplanting. Dry seeding was considered the best rice cultivation method on heavy clay soils

Résumé

La productivité de l'eau dans l'irrigation de la basse terre pour le riz a été déterminée pendant la saison sèche (de janvier à mai) et pendant la saison humide sur sol lourd argileux acide. Les traitements ont consisté en trois types de culture: le riz transplanté, semis sur sol bourbeux (semilles humides) et semis sur sol non bourbeux (semilles à sec). Sur les parcelles semées mouillées et sèches, une condition de submersion ininterrompue a été installée 17 jours après les semilles.

Le besoin total en eau de la production du riz a été meilleur sur les parcelles avec riz transplanté (755 mm pendant la saison humide et 1.154 mm pendant la saison sèche) et elle était la plus basse dans les parcelles avec les semilles à sec (505 mm pendant la saison humide et 1.040 mm pendant la saison sèche). Les semis à sec n'ont pas exigé d'eau pour la préparation du sol, mais les méthodes de transplantation et de semis à sec ont exigé 18 - 20 % d'apport d'eau pendant la saison sèche et 27 - 29 % pendant la saison humide. La percolation totale a été maximale (99 mm pendant la saison mouillée et 215 mm pendant la saison sèche) avec les semis à sec et minimale (62 mm pendant la saison humide et 94 pendant la saison sèche) avec la méthode par transplantation. Dans les méthodes de semis secs et mouillés la percolation journalière a diminué peu à peu avec l'âge de la culture. La perte totale par suintement n'a pas montré de différence importante entre les méthodes de culture pendant les deux saisons. Le rendement de la récolte n'a pas été influencé par les trois méthodes de culture pendant les deux saisons. La productivité de l'eau (les rapports entre le rendement en grains et la quantité totale d'eau utilisée dans la production) a été de 3.5 - 4.1 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 3.8 - 4.4 kg ha⁻¹ mm⁻¹ et 4.1 - 5.5 ha⁻¹ mm⁻¹ pour le riz transplanté et pour les semis mouillés et à sec respectivement. L'exigence de travail pour la préparation du sol et pour les méthodes des semis étaient au maximum pour la transplantation (219 - 226 heures de travail ha⁻¹) suivies par les semis mouillés (104 - 112 heures de travail ha⁻¹) et les semis

¹ Asian Institute of Technology, IREM Program, GPO Box 2754, Bangkok 10501, Thailand.
Present address: Danish Institute of Plant and Soil Science, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby, Denmark.
Received on 05.12.95 and accepted for publication on 20.09.96.

with expanding type of clay minerals to save water and labour cost.

à sec (94 -99 heures de travail ha⁻¹). Cependant au cours de la saison humide un travail supplémentaire (77 heures de travail ha⁻¹) a été nécessaire pour désherber après l'établissement de la récolte dans les méthodes de semis mouillés et à sec. La maturité de la récolte a été plus précoce de 20 jours avec les méthodes de semis mouillés et à sec en comparaison avec la transplantation. La meilleure méthode de culture du riz sur sol lourd et argileux avec argiles gonflantes a été la méthode de semis à sec pour économiser l'eau et le coût de travail.

Introduction

In lowland rice cultivation, puddling of soil has been practised to increase soil water holding capacity, reduce percolation and seepage, and control weeds. However, it is time consuming and needs large amounts of water, energy and labour. Furthermore, due to the destruction of soil structure, puddling is undesirable for crops that follow lowland rice (11). On the other hand, dry seeding cultivation (broadcasting seeds onto unpuddled, levelled soil and then maintaining ponded water condition from 3-4 leaf stage) may be suitable for clay soils with expanding type of clay since expansion of clay lattice could reduce losses by percolation and seepage. Furthermore, dry seeding method require less labour during preparatory cultivation since puddling is not required. Hence, to investigate the suitability of dry seeding cultivation method on heavy clay soil and to determine and compare the water productivity (WP) of transplanted, wet seeded and dry seeded rice, field experiments were conducted during two consecutive seasons.

Material and Methods

Field experiments were conducted at the Regional Experimental Centre, AIT, located 14°04'N and 100°30'E with an elevation of 2.27 m above mean sea level. The soil is a heavy clay (72% clay) acid sulphate soil with smectite clay mineral (8). There were 14 rainy days with a total of 204 mm precipitation during the dry season (January - May 1994) while during the wet season (August - December 1994) the number of rainy days was 21 with a total of 358 mm precipitation. Minimum and maximum temperatures ranged from 19.8 - 26.3 °C and 31.4 - 38.2 °C in dry season and they were 16 - 25 °C and 29 - 34 °C in wet season.

Experimental treatments in dry and wet seasons consisted of three cultivation methods : i) transplanted rice in puddled soil (transplanting); ii) pregerminated seeds broadcasted on puddled soil (wet seeding); and iii) dry seeds broadcasted on unpuddled soil (dry seeding). High yielding Thai rice cultivar Suphanburi-90 from the Suphanburi Rice Research Station was used in both seasons. The experiment was laid out as a completely randomised design with four replicates in dry season and as a randomised block design with six blocks in wet season. Each plot was of 10 m × 10 m and 13 m × 10 m in dry and wet seasons, respectively. In

both seasons, experiments were conducted on the same location. Bunds separating dry seeded plots from wet or transplanted plots were made water tight to prevent seepage by installing 0.8 mm plastic sheets to a depth of 250 mm all along the length of the bund. Earlier study on the site has shown that the method is effective in preventing seepage across bunds (9).

Wet seeded and transplanted plots were individually flooded prior to puddling. Nursery bed of 25 m² for transplanted rice was prepared separately and pregerminated seeds were sown. Transplanting at a spacing of 250 × 250 mm with two seedling per hill was done in puddled plots when the seedlings were 26 days old. For wet seeding, pregerminated seeds were sown at the rate of 110 kg (dry seeds) ha⁻¹ on puddled soil after draining the standing water. Plots allocated for dry seeding were sown at the rate of 110 kg (dry seeds) ha⁻¹. Sowing in the main field or nursery was done on the same day in all three methods. After transplanting, permanent ponding water was maintained around 30 mm for 5 days and thereafter a depth of 50 mm. When wet and dry seeded rice reached the 3-4 leaf stage (17 days after sowing - DAS) permanent standing water (50 mm depth) was maintained. During seedling establishment period (17 days) in wet season, no irrigation was given as there were two precipitations. However, in dry season two irrigations were given. Nitrogen and phosphorous were applied at the Department of Agriculture, Thailand, recommended rates (30 kg N ha⁻¹ plus 16.25 kg P ha⁻¹ as basal and 32.8 kg N ha⁻¹ as top dressing applied a week before panicle initiation). Weeds were controlled by a single application of herbicide Propanil (6 ml l⁻¹) 13 DAS or by hand weeding.

Measurements for total water requirement, percolation and seepage losses were taken daily. Water application to each plot for irrigation and land preparation was made from the tertiary irrigation channel using 2 - 3 plastic hose pipes of 50 mm Ø and 2 m long. The volume of water applied was calculated from the hydraulic head difference between the plot and the irrigation channel, application duration and rate of discharge. Total amount of water applied included water for saturation, initial flooding, percolation and evapotranspiration (ET) from the main field and nursery. On the irrigation day, readings were taken before and after irriga-

tion. Sloping gauges were used to measure daily total water loss and N type meters to measure losses through ET and percolation (14). For measurement of percolation, a quick percolation measuring apparatus was used (14). The apparatus measured percolation at a location as a variation in water volume over a short time. Measurements were made at 2-3 locations in each of the plots. Border seepage was calculated from the difference in the readings of slope gauge and N type meter. Results were normalised to the total length of bunds in each plot since the number of bunds with plastic sheet varied from plot to plot.

Grain and straw yields were obtained by harvesting total area of plots excluding 1 m from the bunds. Grain and straw moisture contents were measured after oven drying the samples at 60 °C for 48 hours. Yields were converted to 14 % moisture content. WP was calculated as the ratio between grain yield (kg ha⁻¹) and the total amount of water used in production (mm).

Components of total water requirement, yields and WP were analysed by single factor Anova (cultivation method) in dry season and by two factor Anova (block x cultivation method) in wet season. Differences between treatment means were separated using LSD at 0.05 probability level. Statistical software package Statgraphics Version 7.0 (Statistical Graphics Corporation) was used in the analysis.

Results and Discussion

Total Water Requirement

Total water requirement in transplanting method includes water used for land preparation, nursery preparation and nursery stage irrigation. In wet seeding method it includes only land preparation in the main field. In dry seeding method, total water requirement includes two irrigations given prior to submergence in dry season. During wet season, no irrigation was given to the nursery or for soil saturation in dry seeding method. In both seasons, total water requirement was lower in dry seeding than in transplanting or wet seeding methods (Table 1). The major component that

reduced total water requirement in dry seeding was the lack of land preparation water requirement due to unpuddled soil conditions.

Table 1.
Total Water Applied for Rice Under Three Cultivation Methods in Two Seasons.

Treatment	Total water applied (mm) ^a	
	Dry season	Wet season
Transplanting	1154 ± 5.4 b	755 ± 5.1 c
Wet seeding	1105 ± 5.1 b	678 ± 2.1 b
Dry seeding	1040 ± 3.2 a	505 ± 8.6 a

^a Data includes land preparation, nursery stage requirement and irrigations prior to submergence but excludes precipitation overflow.

^b ± indicate 1 SE. Means in the same column followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level using LSD.

Land Preparation Water Requirement

The amount of water applied during land preparation to transplanted and wet seeded plots ranged from 191 - 230 mm in dry season and 184 - 196 mm in wet season. This corresponds to 18 - 20 % of the total water requirement in dry season and 27 - 29 % of the total water requirement in wet season. The amount of water applied for land preparation was near to the range recommended by the Royal Irrigation Department of Thailand (144-200 mm) (6) and was consistent with the average amount (220 mm) used by farmers nearby (10). In dry season, water requirement for nursery land preparation was 51.2 mm and three nursery irrigations required a total of 37.5 mm. But in wet season, no irrigation was given for the nursery or the saturation of soil in dry seeding method as there was enough precipitation. Dry seeding method required no water during land preparation and thus saved a large amount of water compared to wet seeding and transplanting methods.

Percolation Losses

In dry season, the daily percolation losses in dry and wet seeded plots were significantly higher than in transplanted plots until the maturity stage, but during the maturity stage the differences were not significant (Table 2). In wet season, percolation was significantly

Table 2.
Daily Percolation Losses (mm day⁻¹) During Different Stages of Rice Growth and Total Percolation (mm) for Three Cultivation Methods in Two Seasons.

Treatment	Growth stages			Total (mm)
	Vegetative Daily percolation losses (mm day ⁻¹)	Reproductive	Maturity	
<i>Dry Season :</i>				
Transplanting	1.30 ± 1.03 a	0.6 ± 1.4 a	0.25 ± 1.3 a	93.9 ± 1.1 a
Wet seeding	1.75 ± 1.05 b	1.8 ± 1.1 b	0.62 ± 1.2 a	128.9 ± 1.1 b
Dry seeding	3.00 ± 1.04 c	2.8 ± 1.0 b	0.92 ± 1.0 a	214.7 ± 1.0 c
<i>Wet season:</i>				
Transplanting	0.7 ± 0.002 a	0.9 ± 0.008 a	1.0 ± 0.01 a	61.9 ± 0.23 a
Wet seeding	1.1 ± 0.007 b	1.1 ± 0.005 a	1.0 ± 0.003 a	82.2 ± 0.37 b
Dry seeding	1.3 ± 0.001 c	1.1 ± 0.002 a	1.0 ± 0.005 a	97.9 ± 0.07 c

^a ± indicate 1 SE. Means in the same column within one season followed by same letter are not significant at 0.05 probability level using LSD.

higher in dry and wet seeded plots only during the vegetative stage. The differences in percolation among the cultivation methods and at various stages of growth could be attributed to the differences in soil condition. Expanding type of clay minerals, on swelling, seals cracks as well as block the continuous macropores when water is in continuous ponded condition (4). Dispersion and disintegration of soil aggregates also occur and thus the percolation rate gradually decreases with time. The low percolation rate in transplanting and wet seeding compared to dry seeding method is also due to soil puddling. Puddling results in decreased macroporosity due to the destruction of soil structure and thereby increases water holding capacity and reduce hydraulic conductivity (1). In wet season, moist soil condition due to precipitation was also responsible for the reduction in percolation rate in dry seeded plots.

Higher percolation in wet seeding compared to transplanting was due to the formation of cracks in the soil three days prior to permanent submergence. Wet seeded plots were kept without irrigation till 17 DAS. The main cause of crack formation was the shrinkage of clay minerals and changes in soil structure caused by swelling and shrinkage phenomenon (3). Furthermore, Iwata (4) reported that the volume change by swelling and shrinkage is greater in smectite (montmorillonite) than the non-expanding type clay mineral, which results in deep cracks. Smectites are the dominant clay fractions in the experiment field.

Percolation was highest in dry seeded plots and this was due to the non-puddled condition. Kawasaki (7) reported a 60 % reduction in percolation on clay soil due to puddling compared to non puddled soils. In the present study, the reductions were 56 % and 37 % in dry and wet seasons, respectively. The low value in wet season was due to wet conditions at the beginning of experiment because of precipitations.

The total percolation losses in the main field for the entire period of growth were found to be significantly different between cultivation methods in both seasons. Dry seeding and transplanting rice had the maximum and minimum total percolation losses, respectively. Percolation was based on the observations made from the day of permanent submergence in the field. In all three cultivation methods, total percolation was lower during the wet season than during the dry season primarily due to wet field conditions at the beginning of the season.

Seepage Losses

Total seepage losses in dry season varied from 76 - 86 mm and in wet season from 30 - 42 mm. The losses were not significantly different between cultivation methods in both seasons. Furthermore, seepage losses did not change with the stage of crop. These results are in contrast to the findings of previous workers (5,12). They observed a gradual decrease in lateral seepage because of the compaction of bunds. Probable reason for non significant results in the present study could be due to maintenance of bunds in wet condition throughout the experiment by frequent irrigations and precipitations at the beginning of the experiment.

Grain Yield and Water Productivity

Grain yields were not significantly different between cultivation methods in both seasons (Table 3). However, WP based on grain yield was higher for dry seeded rice compared to transplanted rice in both seasons. There were no significant differences in WP between transplanted and wet seeded rice. WP in the present experiment are little higher than the results reported at IRRI (2.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹) on a clay loam soil (13). However, they are much lower than WP of 8.05 kg ha⁻¹ mm⁻¹ on a clay loam soil in Indonesia (2). The results show that dry seeding method was the best among the three cultivation methods for saving water without causing yield reductions.

Crop Duration

Crop duration of transplanted rice was 118 days in dry season and 125 days in wet season. While in the dry and wet seeding methods crop duration was 86 days in dry season and 105 days in wet season. The normal duration of Suphanburi-90 cultivar is 120 days under transplanting. In dry and wet seeding, crops were harvested at least three weeks earlier than transplanting even though they were all sown at the same time. Early harvesting would thus give more time available for land preparation or early planting of the next season crop. Furthermore, shorter duration would reduce the risk of crop damage due to natural causes.

Savings on Labour

The major differences in the labour requirement between the three cultivation methods were during the

Table 3.
Grain Yield and Water Productivity (WP) of Rice Under Three Cultivation Methods in Two Seasons.

Treatment	Grain yield (t ha ⁻¹)		WP (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)	
	Dry season	Wet season	Dry season	Wet season
Transplanting	4.09 ± ^a 0.03 a	3.07 ± 0.10 a	3.54 ± ^a 0.04 a	4.07 ± 1.05 a
Wet seeding	4.21 ± 0.25 a	3.03 ± 0.12 a	3.81 ± 0.26 ab	4.38 ± 1.02 a
Dry seeding	4.30 ± 0.13 a	2.79 ± 0.19 a	4.13 ± 0.04 b	5.49 ± 1.12 b

^a ± indicate SE. Means in the same column followed by same letter are not significant at 0.05 probability level using LSD.

land preparation and sowing. In dry season, land preparation and sowing required 226, 112 and 99 man-hours ha⁻¹ in transplanted, wet seeded and dry seeded rice, respectively. In wet season, they were 219, 104 and 94 man-hours ha⁻¹. In both seasons, two irrigations were saved in wet and dry seeding compared to transplanting during crop establishment and thereby 19 man-hours ha⁻¹ were saved. The low labour requirement for land preparation in dry seeding method implies that dry seeding saves on labour costs while minimising physical effort.

There was no difference in the labour requirement for cultural practices in all three cultivation methods after the establishment of the crop. However, in wet season, wet and dry seeded rice required an additional 77 man-hours ha⁻¹ for weeding. Though chemical weed control was used it was not effective due to frequent precipitations. In spite of the extra labour required for weeding the total labour requirement in dry seeding was still lower than transplanting.

Conclusions

Total water requirement for lowland rice was lowest in dry seeding method because of lack of land preparation water requirement. Furthermore, WP was highest and labour requirement was lowest for dry seeding method. Thus, dry seeding method can be recommended as the best among the three rice cultivation methods to save water and labour on heavy clay soils with expanding type of clay minerals. Furthermore, crop duration was also shorter with dry seeding method.

Acknowledgements

This research was a part of the M.Sc. program of Ms. R. Thabonithy. The authors wish to thank IREM and AFE lab supervisors, Mr. Nguyen Duy Binh and Ms. Wattenaporn Meskuntavon for their utmost co-operation and help through out the experiments. Support given by the staff of AFE and IREM are highly acknowledged with many thanks. Financial support by the Royal Danish Government (Danida) is highly appreciated. Our special thanks to Ms. Connie Petersson for the French translation of the summary.

Literature

- De Datta, S.K., Morris, R.A., Barker R. 1979. Land preparation and crop establishment for rainfed lowland rice. Selected papers from 1978 IRRI. IRRI.
- Hardjoamidjojo, T. 1992. The effect of depth of flooding. In: Proc. International Workshop on Soil and Water Engineering for Paddy Field Management, AIT, GPO Box 2754, Bangkok, Thailand. ISBN 974-6209-33-4. pp. 63-71.
- Ishiguro, M. 1989. Seasonal changes in distribution of macropores of hard pan and subsoil in a paddy field - Their observation in andosol paddy field using white vinyl water paint. Trans. Jpn. Soc. Irrig. Drain. Reclam. Eng., 142, 107-108.
- Iwata, S. 1988. Interaction between particles through water. In: S. Iwata and Tabuchi with B.P.Warkentin (ed.) Soil - Water interactions. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 131-193.
- Jahangir, A. 1990. Modelling seepage and percolation in lowland paddy fields. Unpublished M.Sc. Thesis No. 90-52. AIT, GPO Box 2754, Bangkok, Thailand.
- Kampen, J. 1967. Water losses and water balance studies in lowland rice irrigation. Unpublished Ph.D dissertation, Cornell University.
- Kawasaki, T. 1975. Physical properties of soil and water requirement in paddy field after direct drilling on ponding upland conditions. Fundamental studies on establishing rational management system of direct drilling of aquatic rice on dry condition. Trans. Jpn. Soc. Irrig. Drain. Reclam. Eng., 59, 10-15.
- Land Development Department. 1991. Soil information system. Research report no. 223. Soil Survey and Classification Division, Land Development Department, Bangkok, Thailand.
- Lamsal, K. 1992. Impact of sub-soil improvement on soil physical properties and plant growth on the Bangkok plain. Unpublished M.Sc. Thesis No. AE92-51. AIT, GPO Box 2754, Bangkok, Thailand.
- Murali, N.S., Poovarodom, S., Thabonithy, R. & Raksachart, S. 1994. On-Farm evaluation of chemical inputs efficiency in rice cultivation in Thailand. Research Report No.127, AIT, GPO Box No. 2754, Bangkok, Thailand.
- Sharma, P.K., De Datta, S.K. & Redulla, C.A. 1988. Tillage effects on soil physical properties of wet land rice yield. Agron. J. 80, 34-39.
- Shinde, D. 1987. Water consumption mechanism in dry season paddy field. Unpublished M.Sc. Thesis No. 87-11. AIT, GPO Box 2754, Bangkok, Thailand.
- Tabbal, D.F., Lampayan, R.M. & Bhuiyan, S.I. 1992. Water efficient irrigation technique for rice. In: Proc. International Workshop on Soil and Water Engineering for Paddy Field Management AIT, GPO Box 2754, Bangkok, Thailand. ISBN 974-6209-33-4. pp. 146-159.
- Yamazaki, F. 1988. Paddy field engineering. Irrigation Engineering and Management Program, AIT, GPO Box 2754, Bangkok, Thailand. ISBN 974-8209-148. pp. 63-72.

N.S. Murali, Danish. Ph.D. in Plant Nutrition, Danish Institute of Plant and Soil Science, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby, Denmark.
R. Thabonithy, Sri Lankan. M.Sc in Irrigation Engineering, Eastern University, Chenkalady, Sri Lanka.

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 de leurs auteurs
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)
Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen unicamente la responsabilidad de los autores

Le mouton de Tabaski à Dakar. Facteurs explicatifs du prix de vente

C. Ly*

Keywords : Marketing - Rams - Regression - Covariance analysis - Dakar - Senegal.

Résumé

Cinq marchés et points de vente dakarois du mouton de Tabaski ou Aid El Kébir, sacrifié pour la commémoration annuelle du sacrifice d'Abraham ont été choisis et suivis pendant deux à trois semaines avant la fête. Dans chacun des marchés, des relevés directs des prix de vente, des poids vifs et des principales caractéristiques phénotypiques (robes, cornes) ont été réalisés sur un échantillon aléatoire de 215 et 282 moutons en 1994 et 1995, soit un total de 497 moutons. Une modélisation a été construite et testée autour d'une fonction de régression du prix par le poids vif complétée par une analyse de covariance faisant intervenir, en modèle additif simple, les facteurs marché, cornes, race, robe et enfin le poids comme variable quantitative concomitante. L'inclusion de la covariable avec les effets principaux montre que tous les facteurs sont significatifs de même que la covariable poids qui joue un rôle fondamental et premier dans la détermination du prix du mouton de Tabaski. Les marges de commercialisation peuvent représenter entre 19 et 34 % du prix à la vente au marché terminal de Dakar. L'appréciation d'une telle marge permet de préciser et de mieux suivre les comptes d'exploitation des commerçants d'ovins.

Summary

Five markets or sale places for Tobaski or Aid El Kebir rams immolated for the yearly celebration of Abraham's sacrifice have been chosen and monitored for two to three weeks before the Holiday. In each market, live weights and sale prices have been collected with the main phenotype characteristics (coat and horns) on a random sample of 215 and 282 rams in 1994 and 1995, a total of 497. A model is presented with a regression function of price against live weight completed by a covariance analysis using, throughout a simple additive model, factors such that market place, horns, race, coat and also weight as the quantitative covariable. The covariable integration with the main effects shows that all factors are significant with the covariable weight which plays an essential and leading role in Tobaski ram pricing. Marketing margins are spread between 19 and 34% of the sale price at the Dakar terminal market place. The analysis of such margins helps in getting precision and monitoring the ram traders budgets.

Introduction

Au Sénégal, le mouton occupe une place centrale dans le renouvellement du Sacrifice d'Abraham lors de la fête religieuse d'Aïd El Kébir ou Tabaski. Cette fête religieuse comporte ainsi des enjeux économiques importants et elle donne une impulsion toute particulière au fonctionnement de la filière du mouton [1, 3, 4]. Le choix du consommateur est dicté par des préférences religieuses couplées à des critères économiques certains.

Cette présente étude prolonge la description de la filière et l'étude des niveaux de prix du mouton de Tabaski à Dakar [3]. L'objectif en est de cerner les facteurs explicatifs du prix de vente et leurs relations afin de mieux comprendre le processus de choix du consommateur. Les enseignements tirés peuvent être mis à profit dans le cadre des stratégies commerciales de promoteurs d'opération Tabaski soucieux de satisfaire avec profit la demande.

Matériel et méthodes

Sur la dizaine de marchés et points de vente de mouton de Tabaski autorisés chaque année par arrêté officiel pendant un mois et après un recensement de vérification, cinq marchés et points de vente dakarois ont été choisis et suivis pendant deux à trois semaines avant la fête (Parc de Pikine/Sotiba, gare ferroviaire, HLM, Liberté 6 et Yoff). Le choix a été dirigé afin de représenter la position géographique, les différents types de quartiers autour du site suivi et l'importance des effectifs présentés.

Dans chacun des marchés, des relevés directs des prix de vente, des poids vifs et des principales caractéristiques phénotypiques (robes, cornes) ont été réalisés sur un échantillon aléatoire de 215 et 282 moutons en 1994 et 1995, soit un total de 497 moutons.

Pour prolonger les statistiques descriptives [3] et l'analyse de variance, une modélisation du prix de vente du mouton de Tabaski a été entreprise pour

* Service d'Economie Rurale et Gestion
Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.) - BP : 5077 - Dakar (Sénégal).
Reçu le 04.07.96 et accepté pour publication le 01.10.96.

représenter les critères de choix du consommateur dakarois. La modélisation a été construite autour d'une fonction de régression du prix par le poids vif complétée par une analyse de covariance faisant intervenir les facteurs marché, cornes, race, robe et enfin le poids comme variable quantitative concomitante [2, 5, 6, 8].

L'analyse de covariance est un modèle de régression d'un type particulier qui combine régression linéaire et analyse de variance. L'analyse de variance est ainsi ajustée en fonction de relations linéaires existantes entre la variable dépendante et les covariables. Elle est recommandée quand il n'y a pas de possibilité de faire des blocs équilibrés requis par les protocoles expérimentaux. Elle permet de réduire les erreurs dues aux dispositifs non équilibrés tout en les rendant plus performants pour l'étude des effets des différents facteurs [2, 5]. Dans une telle analyse, les variables principales du modèle sont qualitatives et une variable quantitative est introduite pour réduire la variance des termes d'erreurs. L'introduction d'une covariable qui a une corrélation substantielle avec la variable dépendante permet d'ajuster les résultats en tenant compte des différences entre unités d'analyse.

Un modèle additif simple a été utilisé avec la spécification suivante selon la notation de SCHEFFE.

$$Y_{ijklm} = \mu. + \alpha_i M + \alpha_j C + \alpha_k R + \alpha_l A + \beta (P_{ijklm} - P) + e_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = prix de vente du mouton de Tabaski
i, j, k, l, m

$\mu.$ = moyenne générale des prix Y_{ijklm} ou $\mu (Y_{ijklm})$

$\alpha_i M$ = effet fixe du marché i

$\alpha_j C$ = effet fixe des cornes j

$\alpha_k R$ = effet fixe de la robe k

$\alpha_l A$ = effet fixe de la race l

β = coefficient de régression de la relation poids et prix

$(P_{ijklm} - P)$ = cofacteur quantitatif [2] ou variable concomitante donnant l'effet de la covariable poids vif

e_{ijklm} = erreur indépendante ou résidus aléatoire

i avec l = gare ferroviaire; 2 = HLM; 3 = Sotiba; 4 = Liberté 6 et 5 = Yoff

j avec l = balibali; 2 = peul; 3 = touabire; 4 = warale

k avec l = belles enroulées; 2 = courtes; 3 = droites; 4 = carrées ou absentes

l avec l = blanche/noire blanche; 2 = marron et marron blanc; 3 = noire ou multicolore

m = 1, ... n et n = 497

L'analyse de l'égalité des moyennes par niveau de facteurs a été réalisée avec le test F. Ce dernier test étant un test omnibus, une comparaison multiple des moyennes a été faite pour comparer entre eux les effets de chaque modalité grâce à la méthode des comparaisons multiples de SCHEFFE. Pour toutes les

comparaisons de facteurs et la prise en compte de tous les contrastes, la méthode des comparaisons multiples de BONFERRONI a été utilisée [8].

Résultats

Les résultats statistiques sur le poids vif et le prix de vente du mouton de Tabaski (tableau 1) ont été mieux représentés par deux modèles de régression linéaire simple et cubique qui ont été retenus après l'observation des nuages de points et la comparaison des spécifiés linéaires et non linéaires. Des fonctions avec une ordonnée à l'origine nulle se sont également avérées d'une plus grande opérationnalité pour une estimation immédiate du prix de vente et son éventuelle comparaison avec les prix d'achat.

Tableau 1 :
Relation entre le prix et le poids du mouton de Tabaski.

Variables	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de corrélation (*)	Niveau de signification	n
Prix (FCFA)	47 217	16 365	+ 0,8175	P<0,0001	497
Poids (kg)	43,5	10,1	1,000	P<0,001	458

(*) Coefficient de Pearson pour une corrélation avec le poids.

Les relations fonctionnelles qui sont hautement significatives sont les suivantes (Figure 1):

- Prix = 1 053 (Poids) ± 9 P<0,001 R^2 ajusté = 0,96

- Prix = 799 (Poids) ± 41 (P<0,001) +5 (Poids)² ± 1 (P<0,001) R^2 ajusté = 0,97

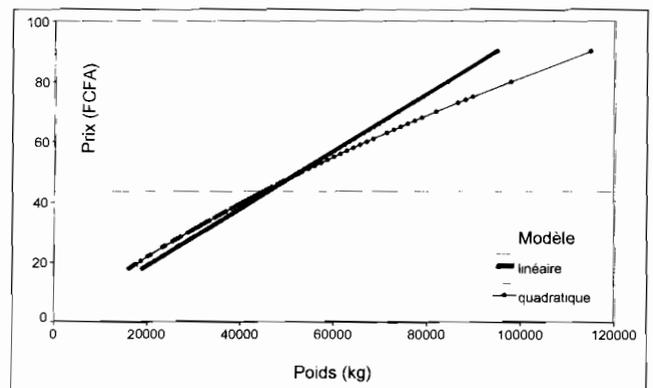


Figure 1. Prix et poids du mouton de Tabaski.

Prix = f (poids) - 1994-95 - Marchés de Dakar

L'analyse des effets décrits (Tableau 2) montre que tous les effets considérés sont statistiquement hautement significatifs (P<0,0001) à l'exception de l'effet robe. Le prix subit l'influence du marché visité (P<0,001), avec les marchés de la gare et de Yoff se singularisant dans leur différence avec le parc des petits ruminants de Pikine-Sotiba.

Tableau 2 :
Statistiques descriptives.

Variables	Modalités	%	Niveau de signification
Cornes	Belles enroulées	53,1	p<0,01
	Droites	16,1	
	Courtes/Cassées/Absentes	26,5	
Marchés	SOTIBA	32,4	p<0,001
	GARE	31,2	
	HLM	19,5	
	Liberté 6	10,3	
	YOFF	6,6	
Race	Bali bali	31,4	p<0,001
	Peul	11,3	
	Touabire	21,1	
	Waralé (Touabire X Peul)	36,2	
Robe	Blanche ou noire et blanche	75,7	non significatif
	Marron et blanche	19,5	
	Multicolore ou noire	4,8	
Poids (kg)	<30	8,3	p<0,001
	30,5-40	31,2	
	40,5-50	40,4	
	50,5-60	15,9	
	>60	4,1	
Prix (FCFA * 1 000)	<30	15,9	p<0,001
	31-40	27,8	
	41-50	22,7	
	51-60	17,9	
	61-70	7,2	
	>70	8,5	

Le prix subit également l'influence de la race ($P<0,001$) avec une différenciation nette entre la race bali bali et les 2 races touabire et waralé, d'une part, et, entre la race peul et les autres races, d'autre part.

Le prix subit aussi l'influence du cornage ($P<0,01$). Les cornes beles et enroulées font la différence vis-à-vis des cornes droites, d'une part, et les cornes courtes, cassées ou absentes, d'autre part.

Le modèle de covariance a été testé suivant une sommation hiérarchique des carrés permettant d'évaluer les effets principaux des facteurs avant les effets des interactions avec un ajustement des effets de chaque type par rapport aux autres effets du même type et pour les autres types déjà évalués. L'ajustement pour chaque facteur n'est donc fait qu'en fonction des facteurs précédents (8). L'inclusion de la covariable avec les effets principaux montre que tous les facteurs sont significatifs de même que la covariable poids qui joue un rôle fondamental et premier dans la détermination du prix du mouton de Tabaski (Tableau 3).

Le prix s'explique par la relation :

$$\text{Prix} = \text{Effets (Marché + Cornes + Robe + Race)} + 1252 (\text{Poids}).$$

Discussions

Le modèle de régression permet une comparaison facile entre le prix de vente espéré et les prix d'achat

qui peuvent prévaloir en zone de production. En zone nord du Sénégal, le kg vif est estimé à des prix variant entre 700 et 800 FCFA/kg (1). Il apparaît ainsi que les marges de commercialisation peuvent représenter entre 19 et 34 % du prix à la vente au marché terminal de Dakar. L'appréciation d'une telle marge permet de préciser et de mieux suivre les comptes d'exploitation des commerçants d'ovins.

Le modèle de covariance utilisé montre que le prix du mouton de Tabaski est fortement influencé par les préférences des consommateurs. Ces préférences concernent d'abord le poids de la bête, puis viennent le lieu de vente, le phénotype de l'animal et enfin sa race. Le poids est le critère de choix déterminant. Il influe de ce fait très fortement sur le prix de l'animal. Ces considérations sont particulièrement utiles dans le cadre de la réorganisation ou de l'amélioration des conditions de vente du mouton de Tabaski. En effet, une standardisation des ventes par catégories de poids est tout à fait conforme aux modalités de prise de décision des consommateurs. Elle peut être un point d'appui utile pour une meilleure circulation de l'information qui faciliterait la rencontre de l'offre et de la demande.

Conclusions

Le commerce du mouton de Tabaski est caractérisé par une grande instabilité du marché en ce qui

Tableau 3 :
Résultats de l'analyse de covariance.

Sources de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	% de variation totale expliquée	Niveau de signification F
Effets principaux	77049476361	13	71,6	p<0,0001
Marché	6934844458	4	6,4	p<0,01
Cornes	443945269	3	0,4	p<0,09
Robe	895665658	2	0,8	p<0,002
Race	2591567001	3	2,4	p<0,0001
Poids	66183453974	1	61,5	p<0,0001
Variation expliquée	77049476361	13	71,6	p<0,0001
Variation résiduelle	30617445408	444	28,4	–
Variation totale	107666921769	457	100	–

concerne les flux et les prix. Pour une amélioration de ce commerce, il est préconisé la mise en place d'un système de suivi et d'information sur les marchés et points de vente qui permettrait grâce à une catégorisation par le poids d'envoyer de manière effi-

cace des signaux tant aux consommateurs qu'aux producteurs et intermédiaires de la commercialisation pour qu'une meilleure adéquation de l'offre et de la demande permette une stabilisation bénéfique des flux et des prix.

Références bibliographiques

1. Diaw A., Commercialisation des petits ruminants au Sénégal – le cas de l'axe nord – Dakar – EISMV, Thèse méd. vét. n° 4, Dakar, 1995.
2. Landais E., Bases méthodologiques des enquêtes et de l'expérimentation sur les systèmes d'élevage – Objectifs, élaboration des protocoles et analyses statistiques des résultats – Etudes et synthèses de l'I.E.M.V.T. n° 20, 1986 – pp. 613-687.
3. Ly C., Foucher H., Diaw A., Diedhiou M., Fadiga M.M., & Tillard E., Le mouton de Tabaski – Filière et prix à Dakar – En cours de publication.
4. Missohou A., Ly C., Diedhiou M., Tillard E., & Diouf S., Elevage citadin de moutons à Dakar: structure et productivité – AITVM – 8th International Conference of Institutions of Tropical veterinary Medicine, Berlin, septembre 1995.
5. Neter J. & Wasserman W., Applied linear statistical models – Richard D. Irwin, Inc., 1974.
6. Pindyck, R. & Rubinfeld, D.L., Econometric models and economic forecast – New York, Mc Graw-Hill, 1981.
7. SPSS for Windows, SPSS inc. U.S.A., 1994.
8. Tomek, W.G. & Robinson K.L., Agricultural product prices – Ithaca, Cornell University Press, 1981.

C. Ly, Sénégalais, Doctorat en médecine vétérinaire, Master en économie agricole, Enseignant-chercheur au Service d'Economie rurale et Gestion à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Vétérinaires (E.I.S.M.V.) – Dakar, Sénégal.

Etude de trois souches d'*Arthrobotrys oligospora* : Caractérisation biologique et effets sur *Meloidogyne mayaguensis* parasite de la tomate au Sénégal

M. Gueye*1, R. Duponnois**, P. Ibra Samb* & T. Mateille**

Keywords : *Arthrobotrys oligospora* – Biocontrol – Compost – *Meloidogyne mayaguensis* – Tomato – Vermiculite, Senegal.

Résumé

Pour la première fois, trois souches du champignon nématophage *A. oligospora* (ORS 18690 S2, ORS 18691 S6 et ORS 18693 S5) ont été isolées au Sénégal dans des zones de culture maraîchère. In vitro, deux d'entre elles (ORS 18690 S2 et ORS 18693 S5) capturent 100% des juvéniles de *M. mayaguensis* endéans les 48h, alors que l'autre (ORS 18691 S5) n'en capture que 80%. La croissance des souches est optimale entre 25 et 30°C, à pH 5,6 mais elle est inhibée par la salinité. Afin d'étudier sur la tomate leur capacité à contrôler l'infestation de *M. mayaguensis* en pots, les souches ont été incorporées dans des mottes de compost et dans la vermiculite avant semis ou repiquage. En pots, toutes les souches ont inhibé le développement des nématodes et stimulé la croissance des plants. Ces effets sont plus significatifs avec les mottes de compost.

Summary

Three strains (ORS 18690 S2, ORS 18691 S6 and ORS 18693 S5) of the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora* have been isolated in Senegal for the first time. In vitro, two strains (ORS 18690 S2 and ORS 18693 S5) of them trapped 100% and the other (ORS 18691 S5) 80% of 7-day-old juvenile *Meloidogyne mayaguensis* within 48h. Optimal growth occurred at 25-30°C and at a pH 5.6, but salinity inhibited development. In order to test the ability of fungi to control *M. mayaguensis* in pots on tomato, the fungus was incorporated into compost blocks or in vermiculite before sowing or subsequent transplanting. In pot experiments both strains reduced nematode populations and stimulated seedling growth. However, these effects were higher in compost blocks than in vermiculite.

Introduction

Les nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne* sont cosmopolites et causent d'importantes pertes de rendement sur les cultures maraîchères subtropicales (8). Les méthodes de lutte utilisées par les horticulteurs reposent essentiellement sur des traitements chimiques répétés, onéreux, fastidieux et dont l'application présente certains dangers. Pour remédier à cette situation les recherches s'orientent vers la lutte biologique qui consiste à utiliser des organismes parasites ou antagonistes de ces phytoparasites. Parmi ces parasites, les champignons nématophages sont très étudiés. Ainsi les champignons du genre *Arthrobotrys* (hyphomycètes) ont été testés sur plusieurs espèces de *Meloidogyne* (9, 17, 18). Une réduction de l'infestation de *M. incognita* sur tomate à l'aide d'*A. irregularis* a déjà été signalée (3, 12). Dans la région sahélienne et au Sénégal en particulier, les nématodes du genre *Meloidogyne* sont très répandus dans les zones maraîchères. Ils occasionnent des dégâts importants aux cultures. Les méthodes utilisées sont manifestement insuffisantes, d'où l'intérêt d'intensifier la recherche sur des organismes hyperparasites de ces nématodes. C'est dans ce cadre que le laboratoire de nématologie de l'ORSTOM, Bel Air, Sénégal a

développé un programme de recherche sur les Organismes Parasites et Antagonistes des Nématodes (OPAN). L'étude des champignons nématophages a été ainsi entreprise en vue de rechercher des souches efficaces, de déterminer l'influence de certains facteurs sur leur croissance, leur capacité prédatrice vis-à-vis de *M. mayaguensis* aussi bien *in vitro* qu'en serre.

Matériel et méthodes

Etude *in vitro*

Isolement des souches d'*Arthrobotrys* sp.

Cinquante échantillons de sol provenant des différentes zones maraîchères du Sénégal ont été prélevés. Les boîtes de Petri, remplies de moût de brasserie dilué au centième (1,8 à 2,0 g l⁻¹ de sucre après dilution, pH 5,5) et solidifié avec 20 g d'agar-agar ont été saupoudrées d'un gramme de terre, prélevé de chaque échantillon de sol (6). Le milieu et les boîtes de Petri étaient préalablement stérilisés à 120°C pendant 20 min. Les cultures ont alors été mises à incuber à température ambiante (25 à 30°C) pendant trois

*1 Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), Université Cheikh Anta Diop, BP 206 R.P., Dakar, Sénégal.

* Département de Biologie Végétale, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar, Sénégal.

** ORSTOM, Laboratoire de Nématologie, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Reçu le 19.04.96 et accepté pour publication le 15.10.96.

semaines. Après une semaine, les champignons se sont développés et ont produit des conidiophores dressés. Tous les quatre jours, des conidies ont été isolées sous un stéréomicroscope à l'aide d'une pointe lancéolée ayant un fragment d'agar à son extrémité. Les conidies ainsi isolées ont été mises en culture individuellement sur un milieu nutritif aseptique à 25°C. Parmi les champignons isolés, le genre *Arthrobotrys* a été retenu. Cinq souches d'*Arthrobotrys* ont été obtenues mais trois d'entre elles ont fait l'objet de cette étude (ORS 18690 S2, ORS 18691 S6 et ORS 18693 S5).

Caractérisation des souches d'*Arthrobotrys* sp

Les souches fongiques ont été cultivées sur un papier filtre posé à la surface du milieu nutritif. Le mycélium de chacune des souches a été prélevé et extrait dans une solution de 17% de sucrose, 1,8% d'acide ascorbique et de 1,4% de Cysteine-HCl ajusté à pH 8 par du tampon Tris-HCl (16). Après centrifugation, le surnageant a été analysé par électrophorèse selon la technique utilisée pour les nématodes (4) dans un gel à 7% de polyacrylamide (pH 8,4). Les β -estérases ont ensuite été révélées en utilisant le 1-naphtyl acétate et le réactif Fast-Blue R (2).

Influence de la température, de la salinité et du pH sur la croissance des souches

Température: Pour mesurer l'effet de la température, des implants de différentes souches prélevés à la périphérie de colonies mycéliennes de six jours, ont été déposés dans des boîtes de Petri de 90 mm de diamètre, contenant 1,8 à 2,0 g l⁻¹ de sucre (après dilution du moût de brasserie) solidifié avec 20 g d'agar-agar puis ajusté à pH 7 avec du tampon sodium-phosphate (5). Les boîtes ont été placées à l'obscurité aux températures de 25, 30, 35 et 40°C. Cinq répétitions ont été prévues pour chaque température. Le diamètre de chaque colonie a été mesuré quotidiennement (deux mesures perpendiculaires par colonie) pendant une semaine. Les résultats sont traités par l'analyse de la variance et les moyennes sont comparées par le test-t de Student ($p < 0,05$).

Salinité: Les implants provenant des mêmes cultures ont été transférés dans des boîtes de Petri contenant

le milieu décrit précédemment, ajusté à pH 7, avec le même tampon et à différentes concentrations de chlorure de sodium: 0; 0,58; 1,46 et 2,92 g/l. Les cultures ont été placées à l'obscurité et à la température optimale (25°C) de croissance obtenue à partir de l'expérience précédente. Cinq répétitions ont été prévues. Pendant cinq jours, la croissance mycélienne a été mesurée quotidiennement.

pH: Les implants fongiques ont été transférés en boîte de Petri remplies du même milieu ajusté à différents pH: 5,6; 6,8 et 7,8 avec le tampon sodium-phosphate (5). Les cultures ont été placées à la température optimale de croissance précédemment déterminée durant une semaine et leur croissance a été mesurée quotidiennement.

Test de prédation

Un élevage de *Meloidogyne mayaguensis* est entretenu en serre sur de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma. Des racines infestées ont été découpées et placées dans une chambre à brouillard pendant une semaine, entraînant l'éclosion des œufs de *M. mayaguensis* (14) et la production d'un inoculum de juvéniles de deuxième stade.

A la périphérie des colonies mycéliennes des différentes souches cultivées à 25°C pendant deux à trois semaines dans un milieu de même composition que précédemment et ajusté à pH 7, des implants ont été prélevés et transférés dans des boîtes de Petri (90 mm de diamètre) contenant de l'eau gélosée (20 g l⁻¹). Une semaine après, 100 juvéniles de *M. mayaguensis* ont été déposés au milieu de chaque colonie. Cinq répétitions ont été prévues par traitement. Le pourcentage de juvéniles piégés (juvéniles capturés/nombre total de juvéniles) par chaque souche a été déterminé 24 et 48 h après inoculation. Les pourcentages ont été transformés en arcsin (+ %) et analysés par l'analyse de la variance. Les moyennes sont comparées par le test-t de Student ($p < 0,05$).

Etude en serre

Les différents souches d'*A. oligospora* ont été cultivées en conditions axéniques dans des flacons sérum de 500 ml contenant 300 ml du support (vermiculite ou compost) et 200 ml de milieu nutritif liquide enrichi de moût de brasserie dilué au dixième (18 à 20 g l⁻¹ de sucre) pendant cinq semaines.

Le compost (Tableau 1) est fabriqué à partir de résidus d'abattoir et de terre (Société SERAS, Thiès, Sénégal). L'inoculum fongique a été mélangé au compost au 1/10 (v/v). Des mottes parallélépipédiques (4x4x4 cm³) ont ensuite été faites à l'aide d'un appareil mécanique breveté par la FAO et fabriqué par la Société SAMA (Dakar, Sénégal). Des graines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. Roma) ont été semées directement dans ces mottes placées en serre. Trois semaines après, les plants en mottes ont été transférés dans des pots contenant du sol désinfecté (Tableau 1) à la chaleur (120°C). S'agissant du traitement témoin, les plants sont directement repiqués en pot sans motte. Sept répétitions par traite-

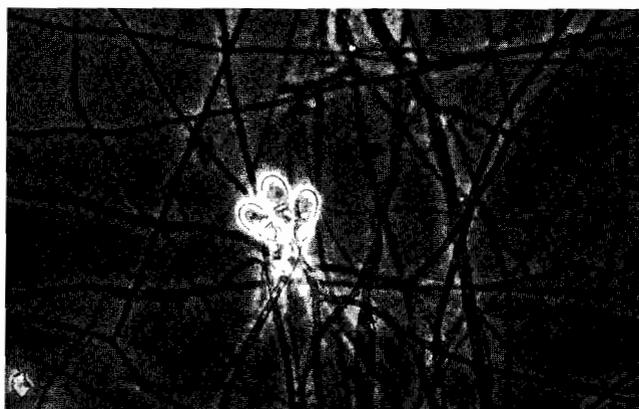


Photo 1. Conides d'*Arthrobotrys*.

Tableau 1
Caractéristiques physico-chimiques du sol d'origine des souches d'*A. oligospora* et de leurs supports de culture.

Caractéristiques	Sol d'origine des souches	Compost	Sol
<i>Texture (%)</i>			
Argiles (0-2 µm)	4,3		3,9
Limons (2-50 µm)	2,7		2,9
Sables (50-2000 µm)	93,0		92,2
<i>Matière organique</i>			
Carbone (%)	5,7	369	3,73
Nitrate (%)	0,72	20	0,45
C/N	7,9	18,45	8,3
<i>Minéraux</i>			
NaCl (mg/l)	404	—	—
Cations totaux (meq%)	8,33	3,6	10,0
Cations échangeables (meq%)	2,37	0,9	4,66
Total P ₂ O ₅ (ppm)	518	24000	352
pH	6,30	7,50	7,75

ment ont été prévues et les pots ont été disposés en randomisation totale.

La vermiculite a été mélangée au sol stérilisé (Tableau 1) au 1/10 (v/v). Ce mélange a été mis en pots dans lesquels des plants de tomate ont été repiqués. Sept répétitions par traitement ont été prévues et les pots ont également été disposés en randomisation totale.

Des plants de tomate de trois semaines ont été inoculés à 5 cm de leur collet avec 100 juvéniles de *M. mayaguensis* âgés d'une semaine en suspension dans 5 ml d'eau ou du même volume en eau sans nématodes dans le cas des témoins. Un mois après l'inoculation, les plantes ont été récoltées puis le nombre de galles a été évalué (19). Comme le cycle biologique des nématodes du genre *Meloidogyne* comporte une phase tellurique et une phase racinaire, l'extraction des nématodes a donc été faite à partir du sol (15) et des racines (14). Les biomasses aérienne et racinaire (poids sec, 60°C), l'indice de galle et le taux de multiplication ont été mesurés un mois après l'infestation dans le cas de la vermiculite et, un et deux mois pour le compost. Dans le cas du compost la floraison et la fructification ont été évaluées au deuxième mois. Les résultats ont été traités par l'analyse de la

variance et les moyennes comparées par le test-t de Student ($p < 0,05$).

Résultats

Etude *in vitro*

Isolement et caractérisation des souches d'Arthrobotrys sp.

Parmi tous les champignons isolés des 50 échantillons de sol, trois souches d'*A. oligospora* ont été isolées dans trois échantillons provenant d'une même parcelle maraîchère cultivée en *Hibiscus sabdariffa*, en *Brassica oleracea* et en *Solanum aethiopicum*. Les caractéristiques du sol sont décrites dans le tableau 1. Cette parcelle est située à Hann (Dakar). Trois estérases phénotypiquement différentes ont été observées (Fig. 1) et peuvent être utilisées pour distinguer les trois souches soit par le nombre de bandes isozymiques soit par la migration relative (Rm) des bandes. Les profils estérasiques se caractérisent comme suit:

- *ORS 18690 S2*: six bandes (0,36; 0,55; 0,72; 0,81; 0,85 et 0,88),
- *ORS 18691 S6*: trois bandes (0,73; 0,79 et 0,83) et,
- *ORS 18693 S5*: trois bandes (0,38; 0,78 et 0,82).

Influence de la température, de la salinité et du pH sur la croissance des souches

La croissance radiale des souches était significativement plus importante à 25 et 30°C qu'à 35°C (Fig. 2). La croissance est nulle à 40°C pour toutes les souches et faible à 35°C pour *ORS 18691 S6* et *ORS 18693 S5*. Leur croissance radiale est meilleure à pH acide (5,6) qu'à pH basique (7,8) (Fig. 4). La croissance des souches diminue lorsque la salinité augmente (Fig. 3). Cependant, la différence n'est pas significative aux concentrations 0,58 et 1,46 g/l.

Test de prédation

24 heures après l'inoculation de juvéniles *M. mayaguensis* sur les colonies fongiques, la grande majorité (93 et 91,7%, pas de différence significative) des juv-

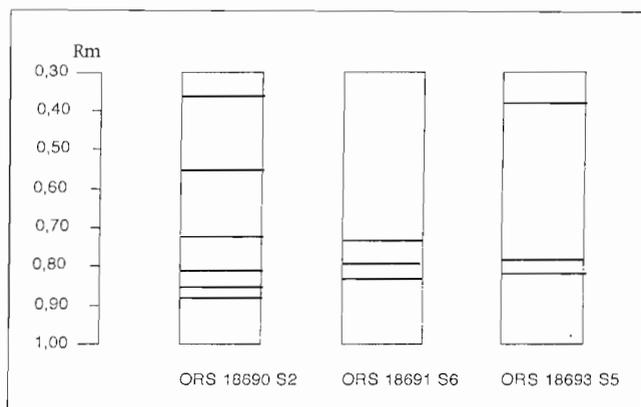


Figure 1.
 Profils estérasiques des souches d'*A. oligospora*
 (RM = migration relative).

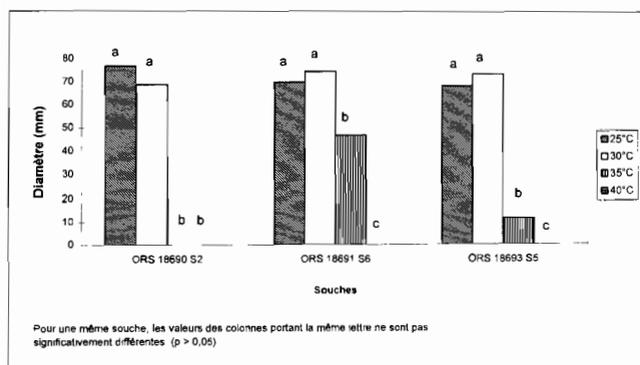


Figure 2.

Influence de la température sur la croissance en mm des souches d'*A. oligospora*.

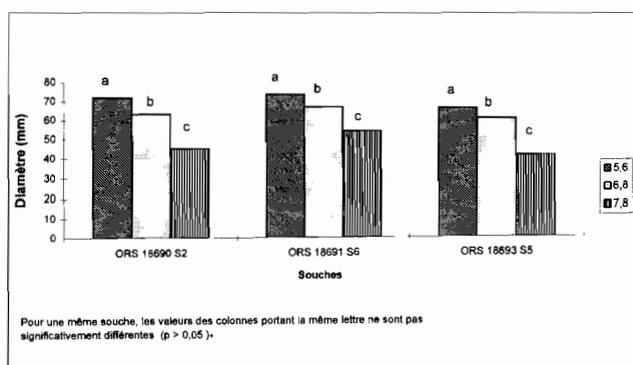


Figure 4.

Influence du pH sur la croissance en mm des souches d'*A. oligospora*.

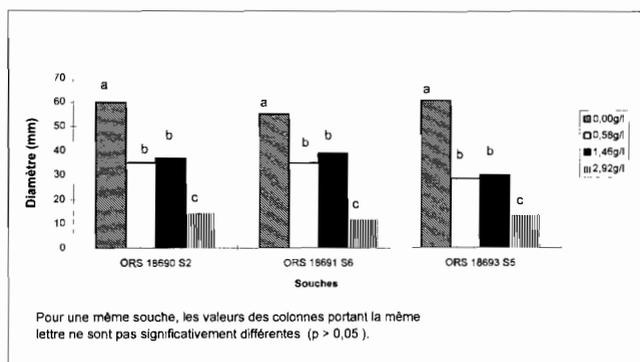


Figure 3.

Influence de la salinité sur la croissance en mm des souches d'*A. oligospora*.

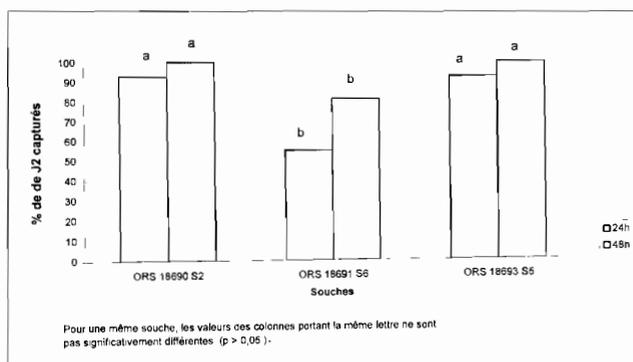


Figure 5.

Activité prédatrice des souches d'*A. oligospora* sur *M. mayaguensis*.

niles a été piégée par les souches *ORS 18690 S2* et *ORS 18693 S5*, alors que seulement un peu plus de la moitié est capturée par *ORS 18691 S6* (Fig. 5). Au bout de deux jours, le pourcentage de capture est de 100% pour les deux premières souches et de 80,8% pour *ORS 18691 S6*.

Etude en serre

Motte de compost

Un mois après l'inoculation

En l'absence du compost, la biomasse racinaire des plantes infestées par *M. mayaguensis*, était significativement inférieure à celle des plantes non infestées

(Tableau 2). Aucune différence significative n'a été observée pour leur biomasse aérienne. La présence de la motte améliore les biomasses aérienne et racinaire. L'apport fongique augmente significativement la biomasse racinaire par rapport au traitement avec motte seule mais sans distinction entre les souches. La biomasse aérienne augmente aussi de façon significative en présence des souches *ORS 18691 S6* et *ORS 18693 S5*. L'utilisation des mottes réduit l'indice de galle. Quelle que soit la souche, l'introduction du champignon dans les mottes diminue significativement l'indice de galle. Par contre les taux de multiplication des juvéniles sont identiques quel que soit le substrat et la présence des souches.

Tableau 2

Effets des souches d'*A. oligospora* sur support compost sur la population de *M. mayaguensis* et sur le développement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma un mois après inoculation des juvéniles.

Souches d' <i>A. oligospora</i>	Substrat	Inoculum	Taux de multiplication*	Indice de galle	Biomasses (g) racinaire	Biomasses (g) aérienne
Pas de champignon	Sol	0	0a	0a	0,69c	2,18a
Pas de champignon	Sol	100	2,63b	2,6d	0,51a	2,03a
Pas de champignon	Compost + sol	100	0,25b	1,9c	0,65b	2,76b
<i>ORS 18690 S2</i>	Compost + sol	100	0,67b	1,3b	1,07d	3,17b
<i>ORS 18691 S6</i>	Compost + sol	100	0,25b	1,3b	0,88d	3,72c
<i>ORS 18693 S5</i>	Compost + sol	100	0,70b	1,3b	0,79d	3,37c

Les chiffres d'une même colonne suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

* Taux de multiplication = (nombre total de J2 dans le sol + nombre total de J2 dans les racines)/inoculum.

Deux mois après inoculation

En l'absence de compost, la biomasse aérienne des plantes infestées était significativement plus faible que celle des plantes non infestées (Tableau 3). Il en est de même pour celle des plantes infestées en présence du compost mais sans champignon. La souche *ORS 18690 S2* a augmenté significativement la biomasse aérienne alors qu'en présence de *ORS 18691 S6* et *ORS 18693 S5* elle est restée identique à celle des plantes non infestées.

souches le nombre de fleurs a significativement augmenté.

Vermiculite

En l'absence de champignon les biomasses aérienne et racinaire des plantes sont équivalentes en présence et en l'absence de *M. mayaguensis* (Tableau 4). Par contre, l'apport fongique augmente significativement les biomasses aérienne et racinaire. L'indice de galle et le taux de multiplication sont significativement plus

Tableau 3
Effets des souches d'*A. oligospora* sur support compost sur la population de *M. mayaguensis* et sur le développement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma deux mois après inoculation des juvéniles.

Souches d' <i>A. oligospora</i>	Substrat	Inoculum	Taux de multiplication*	Indice de galle	Biomasses (g)		Nombre de fleurs	Nombre de fruits
					racinaire	aérienne		
Pas de champignon	Sol	0	0a	0a	1,11b	2,03b	2,00b	0,90a
Pas de champignon	Sol	100	88,5d	3,5d	0,62a	1,42a	0,37a	0,70a
Pas de champignon	Compost + sol	100	26,7c	2,9c	1,35c	1,72a	2,44b	0,90a
<i>ORS 18690 S2</i> +	Compost + sol	100	6,14b	1,6b	1,79d	3,04c	3,88c	1,42b
<i>ORS 18691 S6</i> +	Compost + sol	100	8,20b	1,8b	1,45c	2,40b	3,40b	1,45b
<i>ORS 18693 S5</i> +	Compost + sol	100	6,60b	1,9b	1,70d	2,54b	3,75c	1,65b

Les chiffres d'une même colonne suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

* Taux de multiplication = (nombre total de J2 dans le sol + nombre total de J2 dans les racines)/inoculum.

La biomasse racinaire des plantes infestées en l'absence du compost était relativement plus faible que celle des plantes non infestées. Par contre en présence du compost celle-ci a augmentée de façon significative. Cette augmentation a été plus importante avec l'apport simultané de compost et des souches *ORS 18690 S2* et de *ORS 18693 S5*.

L'indice de galle et le taux de multiplication de *M. mayaguensis* étaient significativement plus faibles chez les plantes cultivées sur motte de compost. Ils ont été plus réduits en présence des souches fongiques mais aucune différence significative n'a été observée entre les différentes souches.

Chez les plantes infestées sans motte, le nombre de fleurs était beaucoup moins important que chez les non infestées et que chez les infestées cultivées sur compost. Ce nombre a significativement augmenté en présence des souches *ORS 18690 S2* et de *ORS 18693 S5*. Pour le nombre de fruits, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements : sans motte (en présence ou en l'absence de *M. mayaguensis*) et, motte seule. Par contre, pour toutes les

faibles en présence de *ORS 18690 S2* et de *ORS 18691 S6* alors que le taux de multiplication dans le cas de *ORS 18693 S5* n'est pas différent de ce taux en l'absence de champignon.

Discussion

Les souches d'*A. oligospora* trouvées au Sénégal inhibent la multiplication de *M. mayaguensis*. Cette espèce est un parasite redoutable (13) des cultures auxquelles elle cause d'importants dégâts occasionnant une baisse de production. Nous avons choisi de tester trois souches d'*A. oligospora* sur *M. mayaguensis*, qui a été signalée sur la plupart des plantes légumières du Sénégal et dont la fréquence atteint près de 30% des échantillons en provenance de la zone légumière des Niayes (10).

Ces trois souches sont différentes bien que provenant du même site. Le test de prédation *in vitro* montre qu'elles ont une très forte capacité prédatrice.

La croissance de toutes les souches diminue en présence de sel. Elles ont toutes été isolées à partir

Tableau 4
Effets des souches d'*A. oligospora* multipliés sur support vermiculite sur la population de *M. mayaguensis* et sur le développement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma un mois après inoculation des juvéniles.

Souches d' <i>A. oligospora</i>	Substrat	Inoculum	Taux de multiplication*	Indice de galle	Biomasses (g)	
					racinaire	aérienne
Pas de champignon	vermiculite + Sol	0	0a	0a	0,17a	0,66a
Pas de champignon	vermiculite + Sol	100	25,5c	2,43c	0,19a	0,65a
<i>ORS 18690 S2</i>	vermiculite + sol	100	14,2b	1,43b	0,32b	0,94b
<i>ORS 18691 S6</i>	vermiculite + sol	100	15,7b	1,43b	0,31b	0,91b
<i>ORS 18693 S5</i>	vermiculite + sol	100	20,6c	1,57b	0,25b	1,06b

Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

* Taux de multiplication = (nombre total de J2 dans le sol + nombre total de J2 dans les racines)/inoculum.

d'échantillons d'un sol peu salé. Au Sénégal, la zone maraîchère des Niayes localisée sur le littoral avec des sols parfois très salés, représenterait par conséquent une zone peu adaptée à l'introduction de telles souches. Cette zone subit l'influence maritime et connaît une remontée salée, ce qui a pour conséquence une élévation du taux de salinité. Ailleurs, le taux de salinité a beaucoup augmenté ces dernières années du fait de l'accroissement de la demande en eau pour les activités maraîchères. Lorsque les nématodes sont placés dans un gradient de pH, ils s'accumulent préférentiellement autour des pH 5,8 à 8 (7). Au Sénégal, les cultures maraîchères sont souvent pratiquées sur des sols acides. Ainsi la plupart des souches devraient être bien adaptées à ces conditions car leur croissance est optimale en milieu acide (pH 5,6). Malgré la neutralité approximative du pH, aussi bien au niveau du compost (7,5) que du sol (7,7), les champignons réduisent néanmoins l'infestation des nématodes et stimulent la croissance de la plante. Par ailleurs, ils présentent un effet positif intrinsèque en considérant la biomasse aérienne en plus de l'effet sur le nématode.

La température a une influence prépondérante tant pour la croissance que pour l'activité prédatrice des souches fongiques. *In vitro*, les températures optimales de croissance se situent entre 25 et 30°C. Elles deviennent létales dès 35°C contrairement à l'optimum de température signalé pour la plupart des espèces tropicales de *Meloidogyne* (11). Au cours de l'expérience en serre où la température n'excédait jamais 28°C, la croissance des champignons était très bonne et leur activité prédatrice sur *M. mayaguensis* suffisamment efficace pour induire un meilleur développement de la plante. Dans le cadre de l'introduction de ces champignons dans les zones maraîchères, une période critique pourrait survenir en saison pluvieuse pendant laquelle, la température du sol dépasse 35°C. Il n'y aurait donc pas de contrôle des nématodes par les souches fongiques pendant cette période. Toutefois, il est connu que les champignons saprophytes produisent de grandes quantités de spores capables de résister à des conditions très défavorables.

La réussite de l'installation du champignon nématophage dans le sol dépend des facteurs environnementaux et des conditions d'introduction. Dans cette étude le compost fait de résidus d'abattoir semble présenter un avantage par rapport à la vermiculite. La matière organique est très connue comme source d'énergie pour les champignons saprophytes. Toutefois son addition peut induire des effets directs sur les nématodes (1) et sur le développement et la productivité de la plante. Il pourrait en être ainsi dans le cas du traitement avec compost sans champignon qui diminue la population de *M. mayaguensis* et accroît la floraison. L'expérience montre que l'apport simultané du compost et du champignon est nettement meilleur que l'effet du compost seul aussi bien sur la prédation des nématodes que sur le développement de la tomate. Au plan pratique, cette technique offre quatre avantages : (1) les mottes permettent une meilleure croissance des plantes; (2) elles constituent un amendement pratique, (3) elles induisent une protection suffisante contre les nématodes; (4) elles peuvent servir de moyen de dissémination des champignons nématophages dans les systèmes de culture maraîchères. La croissance du champignon dans la rhizosphère de ces plantes n'a cependant pas été étudiée. Néanmoins après une semaine de culture nous remarquons que les racines dépassent la motte et, probablement ont-elles déjà été colonisées par le champignon. La vermiculite serait responsable de l'absence de différence significative entre les plantes témoins et celles infestées de *M. mayaguensis* seul, car, elle améliorerait la croissance de la plante (18) ce qui atténuerait l'effet du parasite.

L'apport des souches a donc réduit de façon significative le développement de *M. mayaguensis*. En outre, toutes les souches ont un effet stimulateur sur le développement et la productivité de la tomate. Les champignons présenteraient ainsi une action stimulatrice sur la plante qui pourrait être intrinsèque ou indirecte du fait de l'inhibition qu'ils provoquent sur les nématodes.

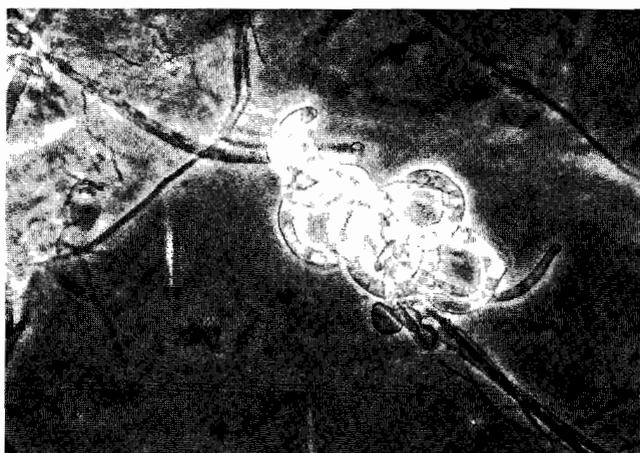


Photo 2. Piège hyphal d'*Arthrobotrys*.



Photo 3. Larve de *Meloidogyne mayaguensis* prise dans un piège hyphal.

Conclusions

Les souches de champignons, qui ont été isolées, contrôlent l'infestation de *M. mayaguensis* en conditions de serre. La lutte biologique à l'aide de champignons nématophages pourrait être une technique prometteuse qui peut être introduite dans la lutte contre les *Meloidogyne*. Cependant, d'autres expériences devront être menées pour vérifier la capacité de colonisation du sol par les souches fongiques, leur efficacité pendant la saison fraîche (novembre à mars) et

sur différents types de sols et pour déterminer la dose optimale d'inoculum. Aussi, il est nécessaire de poursuivre la recherche d'autres souches efficaces en utilisant des techniques simples et adaptées aux pratiques culturales. Cette étude montre que l'utilisation de souches indigènes d'*A. oligospora* présenterait un grand intérêt pour la lutte biologique contre *M. mayaguensis* et pour un meilleur développement des cultures maraîchères.

Références bibliographiques

1. Akhtar, M. & Alam, M.M., 1993. Utilization of waste materials in nematode control: a review. *Bioresource technology* **3**, 116-118.
2. Brewer, G.J. & Singh, C.F., 1970. An introduction to isozyme techniques. London, Academic Press.
3. Cayrol, J.C., 1983. Lutte biologique contre *Meloidogyne* au moyen d'*Arthrobotrys irregularis*. *Revue de Nématologie* **6**, 265-273.
4. Dalmaso, A. & Bergé, J.B., 1978. Molecular polymorphism and phylogenetic relationship in some *Meloidogyne* spp.: application to the taxonomy of *Meloidogyne*. *Journal of Nematology* **10**, 323-332.
5. Dawson, R.M.C.; Elliott, D.C.; Elliott, W.H. & Jones, K.M., 1969. Data for biochemical research. Clarendon press, Oxford, p. 489.
6. Dreshler, C., 1941. Predaceous fungi. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* **16**, 265-290.
7. Jairajpuri, M.S. & Azmi, M.I., 1978. Aggregation and repulsion of nematodes at pH gradients. *Nematologia Mediterranea* **6**, 107-112.
8. Johnson, A.W. & Fassuliotis, G., 1984. Nematodes parasites of vegetable crops, in plant and insect nematodes, (Nickle, W.R. Ed.) Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA, pp. 323-372.
9. Mankau, R., 1961. The use of nematode-trapping fungi to control root-knot nematodes. *Nematologica* **6**, 326-332.
10. Mateille, T.; Diop, M.T.; Cadet, P.; Duponnois, R. & Thioulouse, J., 1994. Influence of environmental factors on the distribution of nematode populations parasitizing vegetables in Senegal. *Proceedings of the 22nd International Nematology Symposium, 7-12 August 1994, Gent, Belgium, Nematologica* **41** : 320.
11. Netscher, C. & Sikora, R.A., 1990. Nematodes parasites of vegetables, in *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (Luc, M.; Sikora, R.A. et Bridge, J.; Eds) CAB International, Wallingford, pp. 237-283.
12. Pelagatti, O.; Nencetti, V. & Caroppo, S., 1986. Utilizzazione del formulato R350 a base di *Arthrobotrys irregularis* nel controllo di *Meloidogyne incognita*. *Redia* **89**, 276-283.
13. Rammah, A. & Hirschmann, H., 1988. *Meloidogyne mayaguensis* n.sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. *Journal of Nematology* **20**, 58-69.
14. Seinhorst, J.W., 1950. De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* [Kuhn] Filipjev). *Tijdschrift over Plantenziekten* **56**, 292-349.
15. Seinhorst, J.W., 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica* **8**, 117-128.
16. Trudgill, D.L. & Carpenter, J.M., 1971. Disc electrophoresis of proteins from *Heterodera* species and pathotypes of *Heterodera rostochiensis*. *Annals of Applied Biology* **69**, 35-41.
17. Uladova, V.B., 1975. Comparative testing of various doses of nematophagous fungi on *Meloidogyne incognita*. *Byull. Vsesoy. Inst. Gelmint., i.m. K.I. Skryabina* **15**, 109-112.
18. Vouyoukalou, E., 1993. Effect of *Arthrobotrys irregularis* on *Meloidogyne arenaria* on tomato plant. *Fundam. Appl. Nematol.* **16**, 321-324.
19. Zeck, W.M., 1971. A rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestation. *Pflanzen-Nachrichten, Bayer* **24**, 141-144.

M. Gueye, Sénégalais, Titulaire du D.E.A. Dernière année de thèse Assistant de Recherche IFAN (UCAD).

R. Duponnois, Français, Chargé de recherche ORSTOM.

P.I. Samb, Sénégalais, Maître de conférences UCAD.

T. Mateille, Français, Chargé de recherche ORSTOM.

Comparaison de 4 modalités d'installation d'un blé tendre sur les caractéristiques physiques et hydriques du sol

Kh. Boutahar* & P.-H. Dimanche**

Keywords : Wheat - Chisel - No-tillage - Soil physics.

Résumé

Trois stratégies de travail du sol, un labour d'été, un labour d'automne et un travail au chisel, ont été évaluées via leur impact sur les caractéristiques physiques et hydriques du sol et leur évolution pendant les 3 mois qui précèdent l'installation de la culture d'un blé tendre. Une comparaison a été faite avec des parcelles de semis direct dans un essai conduit pendant la campagne agricole 1995-96 sur un sol argilo-calcaire peu profond. Comparativement à l'état initial, les travaux primaires du sol engendrent un horizon plus poreux sur les 20 premiers centimètres qui se traduit par une diminution des résistances à la pénétration et de la densité apparente; par après, les pluies ont induit une uniformisation des profils sur tous les itinéraires. L'action des outils de travail du sol influence la distribution de l'eau au sein du profil, celle obtenue sur les parcelles de semis direct est de loin la plus favorable à la germination et la levée des plantes. La configuration de la porosité générée par l'action des outils lors du travail d'automne entraîne une diminution du stock hydrique de plus en plus importante dans le temps.

Summary

Three soil tillage practices – summer ploughing, autumn ploughing and chisel – have been evaluated through their effect on soil physical characteristics and on water content during three months after wheat seeding. A comparison was made with no-tillage. This experiment has been conducted on a shallow calcareous clay soil during the season 1995-96. Primary field preparation allows a porous layer up to 20 cm depth which reduces bulk density and penetration resistance. All the profiles generated by the tillage implements were uniformed by the rain effect. The water content and distribution in the profile was significantly affected by the tillage implements. No-tillage allows the best distribution of water in the profile which is the most suitable to seed germination and plant stand. The increasing porosity due to the autumn tillage action reduced the amount of water stored in the soil in comparison with the no-tillage case.

Introduction

Au Maroc, la technique traditionnelle d'installation des céréales, basée sur le labour à la charrue à disques et 2 à 3 reprises au pulvérisateur à disques pour affiner suffisamment le lit de semences, s'étale souvent sur plusieurs semaines à partir d'octobre. Les semis sont donc retardés par rapport à la période optimale de semis (1^{ère} décennie de novembre) et ne débutent qu'à partir de la fin novembre. Les causes principales sont:

- Les labours ne commencent généralement qu'à partir des 30 premiers millimètres de pluies (fin octobre-début novembre); le temps nécessaire pour labourer un hectare est compris entre 3 à 4 heures.
- Le labour provoque la remontée de grosses mottes très difficiles à émietter même avec un outil de reprise énergique comme le pulvérisateur à disques. La plupart des agriculteurs attendent généralement que le climat (les pluies notamment) agisse sur ces mottes avant une 2^{ème} (et souvent une 3^{ème}) intervention au pulvérisateur. Chaque hectare aura donc accumulé entre 6 et 8 heures de travail avant le semis.
- Une partie importante des agriculteurs ne sont pas propriétaires de leurs machines et ont recours à la

location, ce qui accentue le retard accumulé par le labour et les reprises.

La volonté de s'affranchir de ces tâches et de réduire les charges d'installation a conduit à la mise au point, au niveau du CEAMA (Centre d'Expérimentation et d'Application du Matériel Agricole), d'itinéraires très simplifiés basés sur la suppression du labour: c'est la technique du travail minimum dont le semis direct est la forme ultime.

Une démarche intermédiaire consiste à remplacer le labour par un pseudo-labour basé sur l'utilisation du chisel, outil qui permet d'intervenir même en condition sévère de dessiccation du sol avec des temps de travaux très avantageux de l'ordre de 0.8 à 1 h par hectare.

Le présent travail, réalisé lors de la campagne agricole 1995-96 sur une superficie de 6 ha, vise à évaluer l'impact de différentes stratégies d'installation d'une céréale sur l'état physique et hydrodynamique du sol dans les conditions pédo-climatiques de la région de Meknès.

*Centre d'Expérimentation et d'Application du Matériel Agricole (CEAMA), Département de Machinisme Agricole, Ecole Nationale d'Agriculture, BP S/40, Meknès, Maroc.
** Av. Baron Fallon 26, 5000 Namur, Belgique.

Reçu le 31.07.96 et accepté pour publication le 09.12.96.

Matériel et méthodes

Facteurs testés et dispositif expérimental

Les modalités d'installation testées sont:

– Le labour d'été à la charrue à disques (T1) réalisé au mois d'août par l'agriculteur, suivi quelques jours après par un passage au pulvérisateur. Le lit de semences a été préparé juste avant le semis par une herse rigide. Cette stratégie est de loin la plus onéreuse et la moins rentable (1, 8). En effet, le labour d'été, compte tenu de l'extrême dessiccation du sol, est très exigeant en puissance et en frais de carburant, mais ne permet en conditions marocaines aucun gain supplémentaire de rendement par rapport aux travaux d'automne (1, 4, 9).

– Labour d'automne après 40 mm de pluie (T2). Ce labour a été réalisé par une charrue à socs et à versoirs dans des conditions idéales d'humidité du sol et a été suivi par un passage de herse rigide; cependant le lit de semences obtenu était très grossier. Pour ne pas pénaliser cet itinéraire, une 2^{ème} reprise fut réalisée 12 jours plus tard après 32 mm supplémentaires de pluie. Le semis sur cette parcelle a donc accumulé un retard de 12 jours par rapport au semis sur la parcelle témoin (le semis direct a été réalisé le 23 novembre).

– Pseudo-labour (T3). Nous qualifions ainsi le travail du sol sans retournement obtenu par l'utilisation d'un chisel. Il a été réalisé en même temps que le labour et l'outil utilisé est un chisel à dents rigides dont la profondeur de travail est comprise entre 15 et 20 cm en un seul passage. L'humidité du sol et une vitesse convenable de travail (7 km/h) ont favorisé l'obtention

adjacent). Trois parcelles à priori assez homogènes, de 2 hectares de superficie chacune, ont été utilisées pour réaliser cette étude. La 1^{ère} parcelle a été subdivisée en trois parties dans le sens de la longueur (250 m), et a reçu le traitement T1 (charrue à disque) et T4 (semis direct avec deux modalités qui correspondent aux deux semoirs utilisés). Les deux autres parcelles ont été subdivisées en deux parties seulement, chaque partie a reçu un traitement témoin T4 (semis direct) et l'un des traitements d'automne (T2 = labour à la charrue à soc où T3 = pseudo-labour).

Sol et climat, et itinéraires techniques

Le sol sur lequel l'essai a été installé est un sol isohumique présentant deux horizons principaux : l'horizon Ap (0-40 cm) de texture argileuse et l'horizon B (40-60 cm) dont la texture est limono-argileuse reposant sur une roche mère calcaire. L'analyse texturale et chimique est présentée au tableau 1.

Les humidités caractéristiques des deux horizons du sol ont été déterminées (5 répétitions) par le biais de la chambre à pression contrôlée. Les humidités pondérales à la capacité au champ (0.33 bar) et au point de flétrissement (15 bars) pour le premier horizon Ap sont respectivement de 28.7% et 17.7% et diffèrent significativement de celles du 2^{ème} horizon B (respectivement 17.7% et 15%). Ces valeurs indiquent que la capacité de stockage de l'horizon Ap (11%) est de loin supérieure à celle de l'horizon B (2,7%), ceci est lié aux différences de texture et de teneurs en matières organiques entre les deux horizons.

Tableau 1
Analyse texturale et chimique du sol de l'essai.

Prof. cm	S %	Lg %	Lf %	A %	CaCO _{3t} %	C _{org} %	pH _{eau}	pH _{KCl}	N _{min} ppm	P _{ass} ppm
0-10	7,9	14,6	26,4	50,9	15,4	1,83	7,84	7,10	27,55	4,68
10-20	9,3	15,7	27,1	47,9	14,0	1,88	7,87	7,10	28,49	1,82
20-40	9,8	15,9	34,8	39,5	16,2	1,47	7,71	7,00	15,41	4,94
40-60	17,0	18,4	29,3	35,3	35,0	0,58	7,75	7,50	8,41	5,85

(S : Sables; Lg : Limons grossiers; Lf : Limons fins; A : Argiles; CaCO_{3t} : Carbonates de calcium totaux; N_{min} : Azote minéralisable; P_{ass} : Phosphore assimilable).

d'un sol très bien émietté en surface, ce qui a permis par la même occasion de supprimer la reprise.

– Semis direct sans préparation aucune du sol (T4). Deux semoirs ont été utilisés. Le premier est un semoir classique à céréales de marque AMAZONE (T4.1) équipé à l'avant de deux rangées de dents vibrantes et le 2^{ème} est un semoir à semis direct commercialisé sous le nom de GIL (T4.2).

Pour pouvoir ressortir les éventuelles différences significatives, le protocole expérimental adopté est basé sur la technique des témoins adjacents qui consiste à comparer chaque mode de labour ainsi que le pseudo-labour à la technique du semis direct (témoin

Le climat de la région de Meknès est un climat semi-aride à hiver tempéré. La pluviométrie moyenne calculée sur la période 1950-1994 est de 537 mm dont plus de 60% se répartit au cours des mois d'octobre à février, avec cependant une variabilité mensuelle (de 0 à 110 mm) et interannuelle (de 420 mm en 1961 à 950 mm en 1962) considérable. Lors de la campagne agricole 1995-96, les pluies furent assez tardives et n'ont fait leur apparition qu'à partir de la fin du mois de novembre, ce qui a énormément retardé l'installation des céréales dans la région.

L'itinéraire technique de la culture depuis les travaux primaires du sol et jusqu'au stade début montaison du blé est résumé au tableau 2.

Tableau 2
Les itinéraires techniques réalisés au cours de l'essai.

Opérations	Dates de réalisation	Outils ou produits utilisés
Labour à la charrue à disque, suivi d'un passage de pulvérisateur	Août 1995	Charrue 3 disques réalisée par l'agriculteur
Labour à la charrue à socs Pseudo-labour au chisel Reprise des parcelles labourées à la charrue	17/11	Socs cylindriques à versoir Chisel rigide à 5 dents Herse rigide
Engrais de fond	23/11	Néant
Semis (140 kg/ha)	5/12	Variété merchouch, Faculté germinative : 85.8%
2 ^e reprise des parcelles labourées à la charrue à socs Semis des mêmes parcelles	5/12 5/12	Herse rigide Semoir classique à céréales, marque Amazone
Traitement anti-dicotylédones	8/1/96	Matière active : 2.4D, dose 450 g/ha
Couverture azotée	12/1/96	1 quintal / ha d'Urée 46%

Les points faibles de cet itinéraire résident dans la nature du précédant (blé sinistré), la qualité de la semence de blé tendre utilisée (semence non sélectionnée mais traitée, à faible faculté germinative (85.5%) et au pourcentage élevé en grain cassé (10%)), et le très faible apport en engrais (aucun engrais de fond, un seul apport de couverture).

Les points forts résident dans le fait que les différentes opérations ont été réalisées en temps opportun et dans de bonnes conditions pluviométriques. Ceci a été possible grâce à la proximité des parcelles par rapport au CEAMA.

Résultats et discussions

Cette première partie traite de l'évolution des caractéristiques physiques et hydriques du sol le long des 3 mois qui ont suivis les façons primaires du travail du sol. L'impact des séquences testées sur les composantes du rendement et le rendement final de la culture feront l'objet d'un second article.

Profils culturaux

Un des objectifs généralement assignés au travail du sol est de créer et de maintenir un état physique favorable au développement des cultures.

Ainsi, afin de mieux appréhender les relations outil-sol, un diagnostic morphologique du profil cultural selon la méthode définie par Gautronneau et Manichon (5) a été effectué. Ce diagnostic nous permet de relier l'état physique aux comportements hydriques de ces sols et son influence sur le développement de la plante. La méthode est basée sur la caractérisation morphologique de l'état structural du sol. Elle distingue trois niveaux:

- niveau 1: types de mottes en fonction de leur état interne et plus précisément de leur porosité: les mottes Δ sans porosité structurale, les mottes Φ proche de Δ mais avec une amorce de fissuration et les mottes Γ dont la porosité est variable mais non nulle.
- niveau 2: mode d'assemblage de ces mottes, allant du mode fragmentaire (très friable) au mode soudé plus ou moins discernable jusqu'au mode massif.

– niveau 3: regroupement de ces modes d'assemblages au sein de la couche travaillée (ouvert, en bloc, et compact).

Les profils culturaux ont été réalisés immédiatement après semis. Il en ressort que :

– Après un labour à la charrue à socs repris en deux temps par une herse lourde, l'état de surface, constitué de mottes de tailles variables, est relativement grossier par rapport aux autres itinéraires techniques en raison de la difficulté de le « reprendre ». Il est en effet constitué de grosses mottes assez compactes. L'horizon superficiel, d'une épaisseur moyenne de 20 cm, est formé d'un mode d'assemblage très ouvert, poreux, avec des mottes Γ fragmentaires mélangées à de la terre fine. L'horizon inférieur est proche du premier mais les mottes sont davantage soudées entre elles. En dessous, l'horizon pédologique moins poreux, fait son apparition. On le retrouve dans tous les profils culturaux, à une profondeur variable de 30 à 40 cm en fonction de l'épaisseur de l'horizon anthropogène.

– Le chisel a créé un état de surface légèrement billonné. Sa structure fragmentaire est caractérisée, comme pour tous les autres profils, par un mélange de mottes Γ et de terre fine. L'horizon superficiel travaillé par le chisel a une épaisseur moyenne de 15 à 20 cm. L'horizon sous-jacent, est défini par trois modes d'assemblages: un mode soudé aux contours facilement discernables avec des mottes Γ centimétriques dans les zones correspondant aux passages des dents, le même mode d'assemblage mais dont les mottes Γ sont plus grandes, décimétriques dans les interbandes, et enfin en dessous, un mode plus soudé toujours constitué de mottes Γ décimétriques.

– Le profil créé par l'itinéraire charrue à disques repris par le pulvérisateur à disques (appelé aussi covercrop) puis par la herse lourde est très proche du précédent (chisel) en dehors du fait que la répartition des différents modes d'assemblages ne correspond pas à une même logique puisqu'il n'y a pas eu de passages de dents. En effet, les assemblages plus ou moins soudés semblent être disposés au hasard dans l'horizon non labouré. On a pu relever aussi la pré-

sence d'une zone de lissage à une dizaine de centimètres probablement créée par le pulvérisateur.

– Enfin, le profil cultural sous semis direct qui peut être considéré comme représentatif de l'état initial pour l'ensemble des itinéraires techniques, présente 4 états structuraux différents disposés quasi parallèlement comme 4 horizons. L'état de surface est constitué comme les autres situations décrites, d'un mélange des mottes Γ fragmentaires et de terre fine, et forme un lit de semences logiquement plus affiné que ceux réalisés par les travaux à la charrue ou au chisel. D'une épaisseur d'environ 8 cm, suit un horizon présentant un mode d'assemblage où les éléments structuraux (mottes Γ) sont soudés entre eux et dont les contours sont facilement discernables. Le 3^{ème} horizon, d'une épaisseur moyenne de 15 cm est formé de mottes beaucoup plus poreuses (mottes Δ) soudées entre elles assez fortement. Dans le 4^{ème} horizon, situé entre 25 et 40 cm de profondeur, on retrouve les mottes Γ soudées entre elles mais dont les contours sont facilement discernables.

Nous pouvons résumer ces observations en indiquant que les travaux primaires ont créé un horizon superficiel très poreux d'épaisseur variable en fonction de l'outil utilisé, tandis que le semis direct a laissé un horizon plus massif en profondeur.

Evolution de la résistance mécanique à la pénétration

Les mesures de résistance mécanique à la pénétration sont effectuées à l'aide d'un pénétromètre mécanique à enregistrement automatique muni d'une pointe de 1 cm², répétées 20 fois aléatoirement sur la parcelle, sur une profondeur maximale de 50 cm, chaque centimètre. Les mesures ont été réalisées après semis et aux stades levée et tallage de la culture.

Les valeurs pénétrométriques moyennes sont reportées aux figures 1 et 2 pour les horizons 0-10 cm et 10-30 cm. L'horizon 30-50 cm, non affecté par l'action des outils, est identique sous tous les traitements avec une moyenne de 3.7 MPa. Les résultats de l'analyse de variance et des écart-types sont reportés au tableau 3.

Il ressort de ces observations que, immédiatement après les dernières interventions culturales, la résistance mécanique à la pénétration diminue quand la profondeur de travail augmente. En effet, la charrue à socs avec une profondeur moyenne de travail attei-

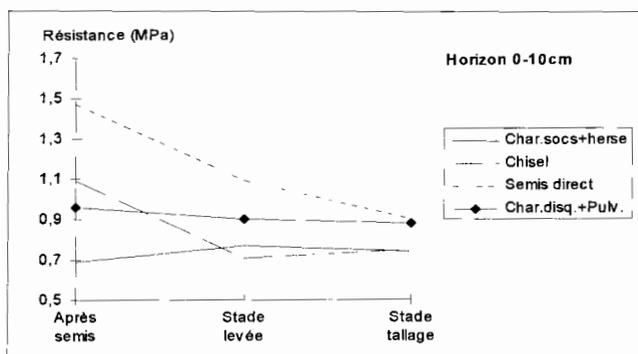


Figure 1 : Evolution temporelle de la résistance mécanique à la pénétration pour l'horizon 0-10 cm.

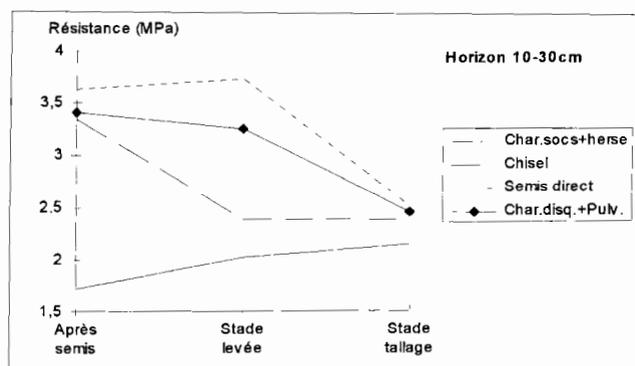


Figure 2 : Evolution temporelle de la résistance mécanique à la pénétration pour l'horizon 10-30 cm.

gnant 25-30 cm, présente dans les deux horizons la résistance la plus faible, suivi du labour à la charrue à disques, du travail au chisel et enfin du semis direct. Cependant, assez rapidement les différences s'atténuent particulièrement pour l'horizon 0-10 cm. Au stade tallage du blé, les graphiques 1 et 2 suggèrent qu'il n'existe plus de différences entre l'ensemble des itinéraires techniques que ce soit pour l'horizon 0-10 cm ou l'horizon 10-30 cm. Cependant le test d'égalité des moyennes réalisé date par date (tableau 3) indique qu'au stade tallage les différences sont encore significatives au seuil 5%.

Tableau 3

Ecart-type et traitement statistique des moyennes de résistance mécanique à la pénétration pour deux horizons (0-10 et 10-30 cm) et 3 périodes de mesures (après semis, stade levée et tallage).

	Itinéraires	Résistance moyenne (0-10 cm)	Ecart-type	Résistance moyenne (10-30 cm)	Ecart-type
Après semis	T1	0,96 b	0,07	3,41 b	0,14
	T2	0,69 a	0,04	1,72 a	0,08
	T3	1,09 c	0,06	3,34 b	0,19
	T4	1,47 d	0,05	3,63 b	0,18
Stade levée	T1	0,92 b	0,04	3,25 c	0,22
	T2	0,77 a	0,05	2,02 a	0,09
	T3	0,71 a	0,04	2,39 b	0,12
	T4	1,09 c	0,05	3,73 d	0,12
Stade tallage	T1	0,88 b	0,03	2,45 b	0,14
	T2	0,74 a	0,03	2,14 a	0,08
	T3	0,75 a	0,04	2,38 b	0,08
	T4	0,90 b	0,03	2,51 b	0,12

Par stade cultural, les valeurs moyennes représentées par la même lettre verticalement ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Ainsi les premiers résultats semblent démontrer que dès que le sol est humecté, il n'existe plus de différences de résistance à la pénétration entre itinéraires. Il serait intéressant de continuer à suivre l'évolution de la résistance mécanique à la pénétration dans le temps à des états hydriques variables, notamment en période de dessiccation afin de mieux cerner les relations entre les techniques de travail du sol et son état structural et hydrique, relations qui ne semblent pas être constantes dans le temps.

Evolution du stock hydrique

Densité apparente minimale

La mesure de la densité apparente sur des sols à argiles gonflantes comme c'est le cas du sol de l'essai est délicate. Divers auteurs se sont penchés sur ce problème. Il en ressort que l'on ne peut mesurer correctement la densité apparente par la technique des cylindres ou des mottes que si l'échantillon est suffisamment important pour représenter le sol et les fentes. Yule et Ritchie (11) ont proposé le concept de la densité limite de gonflement qui correspond à la densité apparente minimale que le sol peut atteindre. Bridge et Ross (3) et Yule (12) ont montré que, parce que les variations de densité apparente sont exactement compensées par les changements de hauteur de sol, et les fentes de retrait fermées à la capacité au champ, le stock hydrique est calculé en utilisant la densité apparente minimale, mesurée à la capacité au champ.

La mesure de la densité apparente minimale est réalisée sur des mottes saturées en eau et pour lesquelles est déterminé le volume apparent par poussée d'Archimède dans le pétrole (10) et leur poids sec.

Les valeurs moyennes de densités apparentes minimales (en g/cm³) sont reprises au tableau 4.

Tableau 4
Densités apparentes minimales (g/cm³)
pour 6 horizons et 5 traitements.

Profondeurs (cm)	Traitements				
	T1	T2	T3	T4.1	T4.2
0-5	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5-10	1,13	1,13	1,13	1,23	1,23
10-20	1,23	1,13	1,23	1,26	1,26
20-30	1,24	1,23	1,24	1,25	1,25
30-40	1,24	1,24	1,24	1,23	1,23
40-50	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46

L'examen des valeurs permet de mettre en évidence les diminutions de densité apparente minimale (ou inversement, les augmentations de porosités totales) obtenues après les labours sur les 20 premiers centimètres par rapport à l'état initial, représenté par le semis direct. Il en ressort que :

- L'horizon 0-5 cm n'est pas affecté par le mode du travail du sol. Les semis direct ne sont donc pas pénalisés par l'absence de toute préparation du lit de semences.

- L'action des outils de travail du sol se limite à une profondeur inférieure à 30 cm et s'est traduite par une augmentation de la porosité (diminution de la densité apparente). Cependant, il n'est pas prouvé qu'une forte augmentation de porosité soit préférable en climat semi-aride où le facteur limitant est l'eau et où il est nécessaire de limiter l'évaporation au profit de la transpiration car une grande porosité induit des transferts de masse et de chaleur accrus (6).

Humidité pondérale du sol

L'humidité pondérale du sol a été mesurée par la méthode standard (étuvage à 105°C pendant 24 h) sur 6 horizons: l'horizon superficiel (0-5 cm), l'horizon sous-jacent (5-10 cm), les 4 horizons profonds (respectivement sur des profondeurs de 10-20, 20-30, 30-40 et 40-50 cm). Cette distinction entre horizons permet de mieux comprendre les phénomènes d'imbibition, de dessiccation et de distribution de l'eau en fonction du mode de travail du sol adopté. Cinq échantillons furent prélevés par horizon, chaque échantillon est constitué de 3 prélèvements effectués sur la profondeur voulue après 2 à 5 jours de ressuyage.

L'évolution de l'humidité pondérale du sol a été approchée par 9 mesures espacées dans le temps et couvrant la période qui va de l'installation de la culture (semis) jusqu'au stade de fin tallage-début montaison (13 février). Les dates de prélèvements et les jours de pluies sont rapportés dans la figure 3.

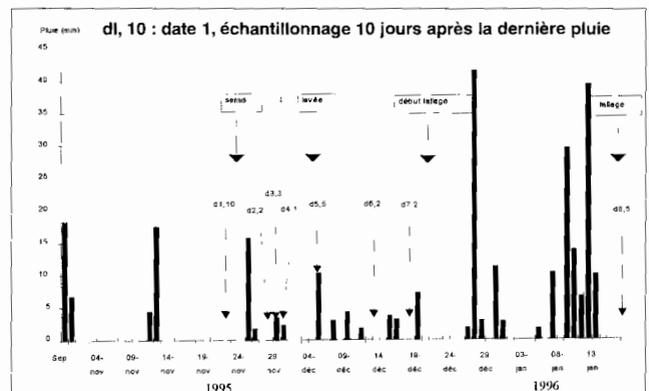


Figure 3 : Dates d'échantillonnages, jours de pluies et stades phénologiques de la culture.

d 1,10 : date 1, échantillonnage 10 jours après la dernière pluie.

L'analyse statistique a été réalisée date par date, puis toutes dates confondues par recours au logiciel STATITCF (ITCF France). L'humidité moyenne pondérale sur les 50 cm pour chaque itinéraire technique et chaque date est résumée au tableau 5.

Tableau 5
Evolution de l'humidité pondérale moyenne (%)
et test de Newman-Keuls par date (seuil de 5%).

Dates de mesure	Stade cultural	Semis direct	Chisel	Charrue à disques	Charrue à socs
22/11/95	1 jour avant semis	16.6 a	13.1 b	-	-
28/11	5 jours après semis	24.0	21.4	-	21.1
29/11	6 jours après semis	24.6 a	23.6 a	-	23.4 a
30/11	7 jours après semis	24.8 a	21.1 b	-	22.1 b
5/12	fin levée	24.3 a	24.3 a	-	21.5 b
13/12	début tallage	24.7 a	23.1 b	24.1 a	21.7 c
18/12	tallage	24.7 a	22.3 b	24.5 a	21.8 b
17/1/96	plein tallage	28.9 a	24.8 b	29.6 a	23.9 b
13/2	fin tallage	27.0 b	24.4 c	29.8 a	24.9 c

Les valeurs moyennes représentées par la même lettre verticalement ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5%.

L'analyse statistique a montré les résultats suivants :

1. La plupart du temps, le test de Newman-Keuls au seuil 5% révèle une supériorité des itinéraires à base du semis direct et à base du labour d'été sur les itinéraires dont les travaux primaires ont été réalisés en automne. L'explication pourrait résider dans une percolation plus importante sur ces derniers itinéraires. L'hypothèse avancée par Hamza (7) d'une évaporation plus élevée sur les itinéraires à base de labour à la charrue à socs et de pseudo-labour est à rejeter à ce stade dans la mesure où les prélèvements furent réalisés tout le temps juste après les pluies.

2. A chaque date, il existe une forte interaction entre le facteur travail du sol et le facteur horizon, ce qui veut dire que le mode du travail du sol influence fortement les processus d'humectation et de dessiccation des horizons. La charrue à socs et le chisel, grâce aux discontinuités sub-horizontales et verticales qu'ils créent, permettent la meilleure distribution de l'eau dans les horizons. A l'opposé, le semis direct est caractérisé par un gradient net de l'humidité le long du profil. C'est toujours l'horizon superficiel qui s'imbibe (et respectivement se dessèche) le premier. Ceci est illustré, à titre d'exemple, par les résultats obtenus le 5 décembre 1995 (tableau 6).

Tableau 6

Humidité pondérale (en %) et test de Newman-Keuls (seuil de 5%); résultats du 5/12/1995 après 5 jours de ressuyage du sol.

Horizons (cm)	Semis direct	Chisel	Charrue à socs
0-5	34.4 a	29.1 a	22.5 a
5-10	30.1 b	28.3 a	27.3 a
10-20	27.2 c	28.6 a	25.7 a
20-30	18.4 c	25.3 a	21.8 b
30-40	19.7 c	19.8 b	17.8 c
40-50	16.1 d	14.9 c	13.8 d
moyenne	24.3 a	24.3 a	21.5 b

Ce constat permet de dégager deux avantages au profit du semis direct :

- le premier avantage, constaté à la première et à la deuxième date de mesure, est d'enmagasiner l'eau sur l'horizon ayant reçu la semence, offrant ainsi de meilleures conditions d'imbibition et de germination, ce qui se traduit par une levée largement plus homogène et la plus rapide par rapport aux autres itinéraires. Ce constat est très flagrant en année à faible pluviométrie comme en 1991-92 (2). Franke (4) rapporte que sur trois années d'essais dans la région de Meknès, «il a été constaté sur les parcelles labourées une levée plus faible et un développement de blé visiblement plus lent aux premiers stades de croissance. Les causes sont d'une part les obstacles mécaniques causés par un lit de semences grossier et d'autre part un dessèchement extrême de la couche arable favorisé par l'ouverture de la terre par la charrue».

- le deuxième avantage réside dans le fait que cet horizon superficiel en se desséchant plus rapidement

que les horizons sous-jacents permet un effet écran (effet «mulch») limitant l'évaporation de l'eau.

Stock hydrique

Le stock hydrique est calculé sur 50 cm de profondeur selon l'équation suivante:

$$S = \theta_w / 100 \cdot \rho_b \cdot P \text{ (en mm)}$$

avec θ_w : humidité pondérale (%), ρ_b : densité apparente minimale (g/cm^3) et P: Profondeur ou épaisseur de l'horizon considéré (mm).

L'évolution du stock hydrique sur les 80 jours qui ont suivi le premier semis (parcelles à semis direct et pseudo-labour) est illustrée par la figure 4.

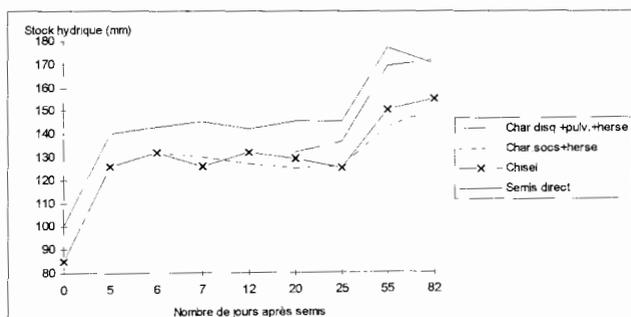


Figure 4 : Evolution temporelle du stock hydrique (en mm).

Il en ressort que, malgré la bonne répartition des précipitations aux mois de décembre et janvier, la supériorité des itinéraires de semis direct et du labour d'été, constatée déjà au niveau de l'humidité pondérale, s'accroît dans le temps.

Ainsi, 5 jours après semis, le semis direct conservait déjà 22,4 mm de plus par rapport aux travaux d'automne. Au stade plein tallage, l'itinéraire à base du labour d'été et le semis direct enregistraient 33,1 mm de plus que les deux autres itinéraires.

Conclusion

Au terme de la première partie de ce travail expérimental, il apparaît qu'il existe des relations causales entre les techniques de travail du sol et son état structural et hydrique. Cependant ces relations ne semblent pas être constantes dans le temps, puisque les écarts entre les valeurs de résistances mécaniques à la pénétration se réduisent au cours du temps. Cette évolution de la structure vers une uniformisation des profils culturaux avec le temps serait le fait même de la nature du matériau qui, à travers ses propriétés de retrait-gonflement, permet une importante activité structurale (fissuration et fragmentation des assemblages massifs). Elle agirait aussi sur les transferts hydriques.

En définitive, les résultats obtenus dans cette première partie semblent suggérer une orientation prometteuse de la simplification du travail du sol pour l'installation des céréales en région semi-aride présentant des sols à bonne activité structurale.

Références bibliographiques

- 1 Bourarach E.H., 1989. La mécanisation du travail du sol en céréaliculture pluviale: performances techniques et aspects économiques dans une région semi-aride au Maroc, thèse doct. Es-Sciences Agro., IAV Hassan II. Rabat.
- 2 Boutahar K., 1992. Quel travail du sol pour l'installation des céréales sous climat semi-aride? Compte-rendu CEAMA, 7 p.
- 3 Bridge B.J. & Ross P.J., 1984. Relations among physical properties of cracking caly soils, Review in Rural Science n° 5, Univ. of New England, Armidale, Australia, p. 97-104.
- 4 Franke D., 1995. L'influence de différents travaux du sol sur les composantes de rendement et les rendements de blé et de tournesol en zone semi-aride (région de Meknès), Résumé du rapport final, CEAMA, 22 p.
- 5 Gautronneau J. & Manichon H., 1987. Guide méthodique du profil culturel. Diffusion CEREF-ISARA, 71 p.
- 6 Guéris J., 1991. Simplification du travail du sol et évolution du milieu physique et chimique. Tiré-à-part Perspectives Agricoles n° 161-162-163, p. 17-24.
- 7 Hamza M.E., 1992. Les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique, Sém. Intern. «tillage in arid and semi-arid areas», 22-25/04/1992. Rabat, Maroc.
- 8 Kröger B., 1992. Coûts de divers itinéraires techniques de travail du sol dans la région de Meknès pour les grandes cultures, Sém. Intern. «tillage in arid and semi-arid areas», 22-25/04/1992, Rabat, Maroc.
- 9 Kröger B., 1994. Rapport final d'activités du conseiller en machinisme agricole. GTZ/CEAMA, ENA Meknès (Maroc), déc. 1988-mai 1994. 58 p.
- 10 Monnier G., Stengel P. & Fies J.-C., 1973. Une méthode de mesure de la densité apparente de petits agglomérats terreux. Application à l'analyse des systèmes de porosité du sol, Ann. Agron. 24. p. 533-545.
- 11 Yule D.F. & Ritchie J.T., 1980. Soil shrinkage relationships of Texas Vertisols, 1. Small cores and 2. Large cores, Soil Sci. Soc. Am. Proc. vol. 44, p. 1285-1297.
- 12 Yule D.F., 1984. Volumetric calculations in cracking clay soils. Review in Rural Science n° 5, Univ. of New England, Armidale, Australia, p. 136-140.

Kh. Boutahar, Marocain, Ingénieur machiniste, Chercheur au Centre d'Application et d'Expérimentation du Matériel Agricole (CEAMA), Ecole Nationale d'Agriculture à Meknès, Maroc.

P.-H. Dimanche, Belge, Ingénieur agronome, Chargé de Recherche à l'Université de Giessen (Allemagne) détaché au CEAMA, Meknès, Maroc.

AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que **TROPICULTURA** est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison il serait utile que vous fassiez connaître les adresses des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

BERICHT

Wij herinneren al onze lezers eraan, vooral diegene in de ontwikkelingslanden, dat **TROPICULTURA** bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Fakulteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar u zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank u.

Effet de l'éloignement des champs sur la productivité du travail dans la culture du manioc en Afrique sub-Saharienne

M. Tshionza* & E. Tollens**

Keywords: Field location - Cassava - Labor productivity

Résumé

Cette étude examine l'effet de l'emplacement des champs par rapport aux habitations des paysans sur la productivité du travail dans la production du manioc. Les résultats de l'étude montrent que l'exploitation des nouveaux champs (éloignés) entraîne une augmentation de travail d'environ 20% dans la production du manioc. Les augmentations de travail les plus élevées sont observées dans les travaux d'ouverture (56%) et dans le transport du manioc à la maison (65%). Cependant la production des tubercules de manioc reste sensiblement la même entre les deux types de champs. Il en résulte que la quantité de manioc frais (kg) produit par unité de travail (homme-jour) est plus élevée dans les champs proches que dans les champs éloignés des habitations.

Summary

The study examines the impact of field location in relation to farmers' homesteads on labor productivity in cassava production. The results suggest that the cultivation of distant fields results in an increase of about 20% of labor allocated to cassava production. The most affected farm operations are land clearing (56%) and field-to-home transportation of cassava output. However, cassava root yield has remained unchanged. As a result, cassava fresh roots per unit labor (manday) is higher in nearby than in distant fields.

Introduction

La pression démographique conduit généralement à une raréfaction des terres cultivables. Celle-ci peut être absolue ou relative. Elle est absolue lorsqu'il n'y a plus du tout de nouvelles terres cultivables à la disposition immédiate des paysans; par contre elle est relative lorsqu'il y a encore de nouvelles terres cultivables disponibles mais situées loin des habitations des paysans. Dans ce dernier cas, les paysans ont la possibilité soit de continuer à cultiver, tout en réduisant la durée de la jachère, les terres proches de leurs habitations, soit d'ouvrir des nouveaux champs loin de chez eux. Ouvrir des nouveaux champs est plus avantageux du point de vue de la fertilité des sols spécialement dans les systèmes de production où les paysans ne comptent que sur la jachère pour améliorer la fertilité des sols. En effet, les champs éloignés sont généralement sujets à des longues périodes de jachère; celle-ci permettent la restauration de la fertilité naturelle des sols (5). Par contre, l'exploitation des champs éloignés présente un certain nombre de désavantages.

D'après Simons (7) le premier désavantage lié à l'exploitation des champs éloignés est le temps de marche supplémentaire pour les atteindre et en revenir ainsi que pour transporter les récoltes. Un autre inconvénient est celui lié à la difficulté d'appliquer des

techniques de production intensives. Le problème le plus souvent évoqué à ce propos est celui du transport au champ des intrants agricoles tels que les engrais. L'application des techniques intensives de production agricole est plus aisée dans les champs proches des habitations des paysans et des marchés (8). En Afrique sub-Saharienne le transport des facteurs de production aux champs n'est pas un problème crucial (du moins dans l'état actuel de l'agriculture traditionnelle) puisque ceux-ci sont généralement rudimentaires. Par contre, l'exploitation des champs éloignés présente le désavantage d'exiger plus de travail pour les travaux d'ouverture et pour le transport des récoltes. Le problème du transport des récoltes est plus crucial surtout lorsque celles-ci ont une haute teneur en eau comme les tubercules et les racines. Cette étude est une estimation des avantages et des inconvénients de l'exploitation des nouveaux champs par rapport aux anciens ainsi que leur impact sur la productivité du travail dans la culture du manioc. Elle a pour objet principal d'estimer la part des travaux d'ouverture et surtout du transport des récoltes dans la production agricole. L'étude est basée sur les données récoltées dans le cadre de l'Etude Collaborative du Manioc en Afrique (COSCA) financée par la Fondation Rockefeller.

* Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA), BP 1232 Kisangani, R.D.C. Actuellement à la Katholieke Universiteit Leuven, Département d'Economie Agricole, Kardinaal Mercierlaan 92, 3001 Heverlee, Belgique.

** Katholieke Universiteit Leuven, Département d'Economie Agricole, Kardinaal Mercierlaan 92, 3001 Heverlee, Belgique.

Reçu le 03.06.96 et accepté pour publication le 19.12.96.

Méthodologie

Echantillonnage et récolte des données

L'étude Collaborative du Manioc en Afrique a été initialement réalisée dans les pays suivants: Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Ouganda, R.D.C. et Tanzanie. Ces pays produisent presque 70% du manioc africain. Les conditions climatiques, la densité de population et l'accessibilité des marchés ont constitué les bases pour l'échantillonnage à partir desquelles trois cartes ont été créées: une carte climatique, une carte de densité de population et une carte d'accessibilité aux marchés.

La carte climatique comprenait quatre zones climatiques définies à partir de la température pendant la saison de culture et de la durée des saisons sèches (tableau 1). Ces quatre zones climatiques sont: zone humide de haute altitude, zone humide de basse altitude, zone semi-humide et zone non humide. La carte des conditions d'accès aux marchés était subdivisée en deux zones principales suivant que celles-ci avaient des bonnes ou mauvaises conditions d'accès aux marchés. Ces zones étaient définies à l'aide des cartes de voyage de Michelin de 1987 suivant la densité des routes, des voies ferroviaires ainsi que des cours d'eau navigables. La carte de densité de population comprenait des zones de faible et de grande densité de population créées à partir des données démographiques (non publiées) du Bureau de Recensement des Etats Unis d'Amérique. Les zones de faible densité de population comprenaient moins de 50 personnes au km²; tandis que celles de grande densité de population avaient au moins 50 personnes au km².

Tableau 1
Définitions des zones climatiques.

zone climatique	t° (°C) moyenne	amplitude (C°)	Nombre de mois secs (< = 60 mm pluie)
humide basse	>22	<10	<4
humide haute	<22	<10	<4
subhumide	>22	>10	4-6
nonhumide	>22	>10	6-9

Les trois cartes étaient superposées pour créer des zones avec des conditions de climat, d'accès aux marchés et de densité de population homogènes. Les zones ainsi créées étaient subdivisées en grilles de 12' de longitude et 12' de latitude. Ces grilles ainsi formées avaient constitué la base de l'échantillonnage. Suivant la dimension de chaque pays un certain nombre de grilles ont été choisies au hasard ainsi qu'un village dans chaque grille.

Une liste des agriculteurs était établie dans chaque village avec l'aide des informateurs. Les agriculteurs qui avaient plus de 10 hectares étaient considérés comme non représentatifs et donc exclus de l'échan-

tillon parce que l'étude concerne seulement les petits paysans. Trois agriculteurs étaient choisis au hasard dans chaque village. Au total 855 agriculteurs étaient sélectionnés.

Tous les champs des agriculteurs ainsi sélectionnés étaient visités et les données suivantes, entre autres, étaient récoltées: l'emplacement des champs par rapport aux habitations des paysans, la production du manioc, les superficies des champs et le travail alloué aux différentes opérations culturales.

Il était demandé aux paysans de dire si chacun de leurs champs étaient proches ou éloignés de leurs maisons; en plus les enquêteurs avaient mesuré, à l'aide des vélocimètres, la distance séparant la maison de chaque paysan à chacun de ses champs. Les champs considérés portaient le manioc comme culture unique ou le manioc comme principale culture en association. L'estimation de la production était faite à partir des carrés de densité de 20 m² ou de 40 m² suivant la dimension du champ. Deux ou trois carrés de densité étaient mesurés par champ en fonction de la dimension et de l'hétérogénéité du sol (fertilité et relief). Les dimensions des champs étaient mesurées à l'aide d'une boussole, d'un mètre à ruban et de jalons. Les données sur le travail étaient obtenues à partir des estimations faites par les agriculteurs eux-mêmes. Pour chaque champ il était demandé au paysan de dire qui (hommes ou femmes principalement, hommes et femmes également, ou enfants) avait exécuté chacune des opérations culturales suivantes: ouverture du champ, préparation du sol, plantation, désherbage, récolte et transport de la récolte à la maison. Ensuite il lui était demandé d'estimer le nombre d'hommes, de femmes ou d'enfants, suivant le cas, qui pourraient effectuer entièrement en une journée de travail chacune des opérations culturales. Cette enquête a été réalisée en 1990-91.

Analyse des données

L'unité d'analyse est le champ. Les champs sont catégorisés en «proches» et «éloignés» suivant les déclarations des paysans. Ensuite la distance moyenne est calculée pour chaque catégorie à partir des mesures faites par les enquêteurs. Les données sur la production du manioc frais obtenues à partir des carrés de densité sont extrapolées à la superficie des champs puis converties à l'hectare.

Les estimations du travail alloué aux différentes opérations culturales sont converties en homme-jour en utilisant le facteur de conversion 1,00 pour les hommes et les femmes et 0,50 pour les enfants.

Pour chaque catégorie de champ, la moyenne de travail alloué à chaque opération culturale, la moyenne du travail total, ainsi que la moyenne de production de manioc par unité de surface et par unité de travail sont calculées. Ces données sont soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison des moyennes est faite en utilisant le «test t» dans le Modèle Linéaire Général (GLM) pour l'analyse des variances des données non équilibrées (3,6).

Résultats et discussions

Distance aux champs

Approximativement 25% des champs sont proches des habitations des paysans alors que presque 75% des champs en étaient éloignés. En moyenne les champs sont situés à 1,46 km des habitations des paysans. La distance moyenne des champs «proches» au lieu d'habitation des paysans est d'environ 0,32 km, tandis qu'elle est d'environ 2,00 km pour les champs «éloignés» (tableau 2). Le pourcentage élevé des champs «éloignés» comparativement aux champs «proches» est un indicateur d'une certaine pression agricole sur la terre. L'augmentation de cette pression entraîne normalement un raccourcissement de la période de la jachère des champs «proches» des habitations (tableau 3). En l'absence des moyens extérieurs pour maintenir la fertilité des sols les rendements diminuent et les paysans ont tendance à aller rechercher des nouvelles terres plus fertiles loin de leurs habitations. D'après Ruthenberg (5) le cycle de culture diminue avec la distance des champs aux maisons d'habitation.

Tableau 2
Distance moyenne (km) des champs par rapport aux habitations.

emplacement	moyenne	n	max	min	std
proches	0,32 ^a	114	2,00	0,01	0,88
éloignés	2,00 ^b	353	7,10	0,08	1,38
échantillon	1,46	467	7,10	0,01	1,39

Les moyennes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P=0,05).
std : déviation standard.

Tableau 3
Durée moyenne de la jachère en fonction de l'emplacement des champs.

emplacement	moyenne	n	max	min	std
proches	1,97 ^a	114	14,00	0,00	3,27
éloignés	6,11 ^b	353	15,00	1,00	3,83
échantillon	4,27	467	15,00	0,00	4,14

Les moyennes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P=0,05).
std : déviation standard.

Allocation du travail aux activités agricoles

La quantité de travail alloué à la production du manioc est statistiquement plus élevée dans les champs éloignés que dans les champs proches des habitations des paysans; l'éloignement des champs a entraîné une augmentation de travail d'environ 20% dans la production du manioc. Les différences de travail entre les deux types de champs sont présentées pour chaque opération culturelle dans le tableau 4.

Tableau 4
Allocation du travail (homme-jour) aux différentes opérations culturelles en fonction de l'emplacement des champs.

opération	proches	éloignés	variation (%)
ouverture	41 ^a	64 ^b	+ 56
préparation du sol	31 ^a	28 ^a	- 10
plantation	32 ^a	26 ^b	- 19
désherbage	37 ^a	26 ^b	- 30
récolte	49 ^a	54 ^a	+ 10
transport	54 ^a	89 ^b	+ 65
total	244 ^a	287 ^b	+ 18

Sur chaque ligne les moyennes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P=0,05).

Variation : variation du travail dans les champs éloignés par rapport aux champs proches.

L'ouverture des champs éloignés a entraîné une augmentation d'environ 60% de travail alloué aux travaux d'ouvertures. Les champs éloignés proviennent généralement des longues jachères lesquelles favorisent le développement de la végétation. Le travail alloué à l'ouverture des champs est positivement lié à la densité de végétation.

Les différences de travail alloué à la préparation du sol et à la récolte du manioc sont statistiquement les mêmes entre les types de champs; il y a une diminution d'environ 10% de travail, respectivement pour la préparation du sol et pour la récolte.

Par contre le travail alloué au désherbage et à la plantation est statistiquement plus élevé dans les champs «proches» des habitations des paysans que dans les champs «éloignés». Le travail alloué à la plantation et au désherbage a respectivement diminué de 20% et de 30% dans les champs «éloignés». Le fait que les champs proches des maisons sont généralement soumis à une courte période de jachère expliquerait la prolifération des mauvaises herbes et donc plus de travail alloué au désherbage. Par ailleurs la densité de plantation de manioc augmenterait avec le raccourcissement de la période de la jachère (4); ceci expliquerait la grande quantité de travail alloué à la plantation du manioc dans les champs proches des maisons par rapport aux champs éloignés. Une grande densité de plantation signifie une plus grande quantité de boutures à transporter et un plus grand nombre de trous de plantation à faire et plus de temps à consacrer à la plantation proprement dite.

Le travail alloué au transport du manioc frais a augmenté d'environ 70% dans les champs éloignés par rapport aux champs proches. En Afrique le transport des récoltes se fait généralement sur la tête ou sur le dos. Il faut plus de temps pour transporter une même quantité de produit sur une longue que sur une courte distance.

Rendement en manioc par unité de surface

La moyenne de production de manioc frais par unité de surface est de 11 900 kg avec un minimum de 700 kg/ha et un maximum de 65.000 kg/ha. Cette moyenne est plus élevée que celle de 8 500 kg/ha estimée par la FAO (1) pour la période de 1986-88 dans les pays étudiés. Ceci représente une sous-estimation d'environ 30%. Les données de la FAO proviennent des rapports annuels sur les superficies et la production préparés par les services officiels des différents pays. Ecrivain sur son expérience en R.D.C., Fresco (2) signale que les statistiques agricoles officielles laissent souvent à désirer surtout à cause des méthodes inappropriées utilisées pour récolter les données.

La différence de rendement en manioc frais par unité de surface entre les champs «éloignés» (11 600 kg/ha) et les champs «proches» (12 300 kg/ha) des habitations des paysans n'est pas statistiquement significative (tableau 5). Comme indiqué plus haut, l'emplacement des champs par rapport aux habitations des paysans est un indicateur d'une certaine pression agricole sur les terres. Les champs proches des maisons sont donc cultivés dans des conditions de pression démographique plus ou moins grande. Nweke et al. (4) avaient trouvé que le rendement en manioc n'était pas significativement influencé par la pression démographique. Une des explications avancées était que la densité de plantation de manioc adoptée par les paysans en conditions de faible pression démographique était inférieure à la densité optimum. En situation de grande pression démographique les paysans augmenteraient la densité de plantation de manioc, ce qui permettrait d'augmenter le rendement du manioc par hectare.

Tableau 5

Rendement en manioc frais par unité de surface (kg/ha) en fonction de l'emplacement des champs.

emplacement	moyenne	n	max	min	std
proches	12300 ^a	114	62000	700	10300
éloignés	11600 ^b	353	47550	1625	8713
échantillon	11900	467	62000	700	9302

Les moyennes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P=0,05).
std : déviation standard.

Rendement du manioc par unité de travail

La moyenne de production de manioc frais par unité de travail (homme-jour) est d'environ 45 kg. Le rendement en manioc frais par unité de travail est statistiquement plus élevé dans les champs «proches» que dans les champs «éloignés» des habitations des paysans (tableau 6). Ceci est principalement dû au fait que le travail alloué à la production du manioc est plus élevé dans les champs éloignés que dans les champs proches des habitations des paysans.

Tableau 6

Rendement en manioc frais par unité de travail (kg/homme-jour) en fonction de l'emplacement des champs.

emplacement	moyenne	n	max	min	std
proches	50,41 ^a	114	142	14	58
éloignés	40,42 ^b	353	121	12	47
échantillon	45,42	467	126	11	52

Les moyennes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P=0,05).
std : déviation standard.

Conclusion

L'éloignement des champs des habitations des paysans entraîne une augmentation générale d'environ 20% de travail alloué à la production du manioc. Les principaux postes d'augmentation de travail dans l'établissement des champs «éloignés» sont l'ouverture des champs (56%) et le transport de la récolte (65%). Cependant il n'y a pas de différence significative dans la production du manioc frais entre les deux types de champs. Ceci a pour conséquence de créer une différence significative dans la quantité de manioc produit par unité de travail en faveur des champs «proches» des habitations des paysans. La majeure conclusion de l'étude est que l'éloignement des champs des habitations des paysans entraîne une diminution de la productivité du travail. La recommandation principale qui en découle est la nécessité de mécaniser le transport du manioc et les travaux d'ouverture des champs si l'on veut minimiser l'impact négatif de l'éloignement des champs sur la productivité du travail dans la culture du manioc.

Références bibliographiques

1. FAO, 1989. Yearbook production, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 346 p.
2. Fresco, L., 1986. Cassava in shifting cultivation: a systems approach to agricultural technology development in Africa. Royal Tropical Institute, Amsterdam, 240 p.
3. Gomez A.K. & Gomez A.A., 1984. Statistical procedure for agricultural research, John Wiley and Sons, New York, 680 p.
4. Nweke F.I., Dixon A.G.O., Asiedu R. & Folayan S.A., 1994. Cassava varietal needs of farmers and the potential for production growth in Africa: COSCA Working Paper No. 10, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, 239 p.
5. Ruthenberg F., 1980. Farming systems in the tropics, Clarendon Press, Oxford, 424 p.
6. SAS Institute Inc. (SAS), 1985. SAS^R Users's Guide : Statistics, Version 5 Edition. Cary, NC, 956 p.
7. Simons S., 1986. Land Fragmentation in Developing Countries : The Optimal Choice and Policy Implications. pp. 703-717 in: A. Maunder & U. Renborg (Editors), Agriculture in a Turbulent World Economy. Gower, Vermont.
8. Thünen J.H. von, 1826. Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, edited by Waentig H., 1990. Sammlung sozialwissenschaftlicher Meister 13. Scientia Aalen, 678 p.

M. Tshilunza, Congolais, Ingénieur Agro-économiste (IFA Yangambi), Maîtrise en Economie rurale (UCL - Louvain-la-Neuve) – Doctorant à la Faculté d'Agronomie et Sciences Biologiques Appliquées au Département d'Economie Agricole à la K.U.L. (Belgique).

E. Tollens, Belge, Dr. en Sciences Agronomiques, Professeur au Département d'Economie Agricole de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Biologiques Appliquées au Département d'Economie Agricole à la K.U.L. (Belgique).

Socio-economic Analysis of Farming Risks in Food Crop Production in Edo North, Nigeria

J.B. Utomakili* & P. Inwalome*

Keywords : Risks - Food - Production - Edo-North - Nigeria.

Summary

The importance of the agricultural sector to the Nigerian economy demands continuous research effort to generate information relating to the production activities in the sector. This paper examines the risks involved in the production of food and food crops in Edo State of Nigeria. The objectives of the study include the identification of the nature of risks, estimate the cost implications, and make recommendations on how the effects of the risks could be reduced. The study focuses on Edo State Agricultural Development Programme (EDADP) contact farmers. Thirty-two of them are analysed.

The results of the study show that the food crop producers are facing risks resulting from climatic factors, production activities, social factors, post-harvest and marketing factors. Among the recommendations of the paper that could lead to a reduction of the effects of the risk are the need for co-operative insurance policy among the farmers. There should be an increase in the extension service activities of the relevant agency of the government of Nigeria.

Résumé

L'importance du secteur agricole dans l'économie nigériane nécessite un effort continu de recherche pour diffuser l'information relative aux activités de production dans le secteur. Ce texte étudie les risques inhérents à la production de nourriture et des récoltes d'aliments dans la province d'Edo, Nigéria. Les objectifs de l'étude comprennent l'identification de la nature des risques, l'estimation des implications financières et l'élaboration de recommandations pour réduire les effets des risques. L'étude s'est concentrée sur les fermiers contactés par le Programme de Développement Agricole (PDA) de la province d'Edo.

Les résultats de l'étude montrent que les producteurs d'aliments sont confrontés à des risques liés aux facteurs climatiques, aux activités de production, aux facteurs sociaux, aux facteurs post-récoltes et de marché. L'une des recommandations pouvant conduire à une réduction des effets des risques est la nécessité d'une police d'assurance coopérative entre les fermiers. Il devrait y avoir un accroissement dans l'extension des activités de service de l'agence ad hoc du gouvernement du Nigéria.

Introduction

The primary role of agriculture in the Nigerian economy is to provide food, employment, and income for a substantial proportion of the people in the country. In addition, the sector is also expected to provide raw materials for the agro-based industries.

Since the time the nation became independent in 1960 up till when petroleum oil exploration activities became very prominent in the country in the early 1970s, the agricultural sector had been making positive and significant impact on the nation's economy. With the increase in the oil production activities in the country, the contributions of the agricultural sector to the Gross Domestic Product (GDP) have been declining consistently (7). Apart from the effects of the oil sector on the agricultural sector, the decline in the contributions of agriculture of the GPA could also be attributed to factors that have bearing with the oil sector. Some of the factors according to Idachaba (15) and Utomakili (18), include.

(i) inconsistent government policies relating to increased agricultural production;

(ii) natural hazards which are peculiar to agricultural production;

(iii) inadequate provision of basic production infrastructure; and

(vi) inadequate provision and in some cases the non-availability of the basic farm production inputs to the farmers.

In recognition of the importance of the agricultural sector to the Nigerian economy, a number of measures have been taken by the various governments in the country, over the years, to stimulate increase production in the sector. Such measures included the establishment of different agricultural development programmes, subsidies on production inputs, development and distribution of improved production inputs such as varieties of crops, breeds of livestock, and species of fishes, extension of credit facilities to farmers, and the formulations of various agricultural marketing policies (6, 18, 20).

This study was carried out in the former Bendel State, now made up of Edo and Delta States. Edo North refers to the Northern part of Edo State, the area covered in the study.

* Faculty of Agriculture, University of Benin, Benin City, Nigeria.

Received on 01.03.96 and accepted for publication on 13.01.97.

The above measures, among others, seem not to have achieved the expected desires of the various governments on increase agricultural production in the country. One possible explanation for this apparent failure is the inadequate provision for compensating the farmers for the increasing risks they face in their efforts to increase agricultural production. This flaw in our agricultural development policies appears to be addressed by the establishment of the Nigerian Agricultural Insurance Company (NAIC) in 1987. To enhance the successful operation of the NAIC, there is the need for increased research efforts and the generation of relevant information on farming risks in Nigeria. To this end, it was considered necessary to carry out this research effort in Edo State (1).

Research Objectives

The general objectives of the research were to determine the risks associated with food crop production in Edo State. Specifically, the objectives include:

- (i) identification of the nature of the farming risks;
- (ii) estimation of the cost of the risks to the farmers;
- (iii) discussion of the implications of the risks to increased food crops production in the State; and
- (iv) making some recommendations that could lead to the minimisation of the effects of the risks on the farmers.

Material and methods

Underlying Analytical Framework: The term «risk» has often been used interchangeably with uncertainties. This is because the line differentiating between the two terms is blurred and as such it is sometimes more convenient to ignore the line than to emphasize its existence (5). In some cases, the objective of the discussion may lead to effort being made to distinguish between the two terms. Whenever that need arises, farming risks could be described as a situation in which the farmer is aware of the range of possible outcomes as well as the probability associated with each outcome. The frequency and degree to which the outcomes can occur is fairly predictable. For uncertainties in farming operations, they represents the state of occurrence of the outcomes when the probability of the outcomes are unknown or unpredictable. In terms of what constitutes farming risks, various authors in the issue have expressed their views. They have said that farming risks include production risks, marketing risks, social risks, technological risks, and risks due to climatic factors (4, 9, 12, 15).

Measures for controlling or reducing farming risks have also been proffered by Adesimi (2) and Iyeteku (11). According to them, the controlling measures include the use of the technical method, organisational method, expectation method, and the avoidance method.

Data Used

The data used in this paper were obtained from eight out of the nine Local Government Areas in the Edo

North. A total of 40 farmers were purposively selected from the list of the Edo State Agricultural Development Programme (EDADP) contact farmers in the Edo North Zone. The number of farmers selected could have been increased but for the limitation of the research resources. In any case, the size of the sample does not constitute a serious issue on the usefulness of the results obtained, as long as the researchers relied on past experience and prior information about the population to ensure that the sampling design was effective (13, 16, 17). The questionnaire used emphasized the following variables; the major crops grown, farming risks, damage to crops, prices of harvested crops, quantities harvested, among other variables. At the end of the interview operations, 8 copies of the questionnaire could not be analysed due to some inconsistency in the information provided by the respondents. Consequently, 32 cases (80%) of the total respondents were analysed for this paper.

The data collected from the above variables were converted to standard units of measurements, where local units were used. In estimating the importance of the crops grown and of the degree of risks encountered, points were assigned to the various ranking that the farmers made with respect to the importance of the crops and the risks involved. For the crops, the ranking ranged from 1 to 12 with the most important crop having 12 points and the least important crop had one point. The range was determined by the available number of crops that the farmers cultivated. The total points (scores) for a crop was determined by the summation of the points for each crop. In a similar manner, the scores for the risk factors and the damages done were determined.

Results and discussion

The results of the analysis of the data collected showed that about 91% of the farmers practiced mixed cropping, 6% sole cropping, and 3% relay cropping systems. The preponderance of the mixed cropping system among the farmers was attributed to the need to reduce the risk of crop failure, increase the supply of farm products for the farm-family food needs, generate income among other reasons, from the farming system. This agrees with the recommendation of Adesimi (2) of the use of the organisational method to minimise the effects of farming risks. According to him, the method involves the use of insurance policy, diversification of farm enterprises and flexibility in enterprise change. This farmers' measure of minimising farming risks in the area was found to be indigenous and old practice.

In table 1, the results of the analysis of the importance of the various crops in the areas studied are shown. The three most important crops were yam, cassava, and maize. Among the least important crops was cocoyam. In agreement with the Bendel State Government report (3) which indicated that yam, cassava were the most important food crops in the State, the total scores obtained for these two crops in our analysis were the highest, as shown in the Table 1.

It was revealed from the study analysis also that major sources of risk incurred on the body of the farmers were sickness due to hard work on the farm, body injury farming operations, injuries not due to farming operations, injury due to going to and from the farm, and injuries incurred during preparations for the farm activities. The above factors had some negative impact on farming operations of the farmers through absence from the farm and the spending of farm income to get treatments. The estimated total amount spent per farmer for treatment of sickness and/or injuries arising from the farming activities in a year was about ₦83.00. Amount spent for sickness not due to body injuries accounted for about 42% of the total money spent. The remaining 58% was spent on treatment of injuries.

The apparent low amount spent per farmer for treatment could be due to the fact that the traditional methods were mainly used, according to some of the farmers. The rural nature of the communities could also be responsible; people are more of their brother's keeper than in the urban areas. In some cases, the treatment was carried out by family members and as such little or nothing was paid to the doctor.

Table 1
Ranking of Food Crops in Order of Importance,
Edo North, Nigeria.

Crops	Total score*	Percentage
Yam	354	18.3
Cassava	354	18.3
Maize	333	17.2
Tomatoes	235	12.2
Pepper	98	5.08
Cocoyam	45	2.33
Plantain	58	3.00
Rice	80	4.15
Cowpea	129	6.69
Soyabean	64	3.32
Melon	157	8.14
Others	20	1.03
Total	1,927	100.00

Source : Computed from Survey Data, 1990.

*This shows the total points indicating the ranking of the importance of each crop by the farmers, p. 4.

Damages to Crops

Another area of risk to the farmers was the damage, in terms of destruction, done to crops. It was observed that animals, farms workers, and insect pests constituted the greatest sources of damage to crops. Table 2 shows the various factors and the percentage of farmers affected in Edo North. The damage by animals was mainly in the form or removal of seeds from the ground and feeding on them; bush-fowl and rodents were the major animals that caused this form of damage. The indication that about 50% of the farmers had their crops damaged by farm workers shows that poor

management of farm workers and crop arrangement on the farm could constitute some danger to the crops on the farm. The incidence of disease causing damage to the crops was not high. This could be due to the fact that most of the contact farmers used improved disease resistant planting materials.

Table 2
Sources of Damage of Crops in Edo North, Nigeria.

Damage	No. of Workers	Percentage
Farm Workers	16	50
Animals	19	59.5
Reptiles	8	25
Insects	12	37.5
Birds	10	31.25
Diseases	7	21.5
Fire	10	31.25
Unknown	1	3.12

Source : Computed from Survey Data, 1990.

Some of the farmers could not give the estimated cost of the crops damaged by these sources. The range of the monetary loss incurred by the farmers who estimated the cost of damage done to their crops was from ₦5.00 to ₦1,500.00; the highest amount lost was from damage caused by rot.

Natural Risks

Further indications from the results of the analysis showed that the two major climatic factors that constituted the natural risks were excessive rainfall and late rainfall. Other factors included poor distribution of rainfall in the area and excessive heat. Over 80% of the damage due to the natural factors was attributed to rainfall. The late rains often lead to drought and poor yield while excessive rainfall usually lead tot flooding. One unique characteristic about the natural risks in farming is that they cannot be controlled easily. This gives credence to the assertion by Adegeye (1) that only a form of insurance can save farmers from the dilemma of natural hazards.

Social Risks

The study also found that social activities in the farmers' communities constituted the major social risk factor. They accounted for about 30% of the total number of days that the farmers were absent from their farms. During this period, the activities that engaged the attention of the farmers included the new yam festival and age-group festivals. Other social risk factors were death in the family or community, family disputes, community issues, and other unspecified issues. Apart from the social activities, death constituted another major social risk factor – it accounted for about 18% of the number of days that the farmers were absent from their farm activities. On the average, each farmer lost about 12 man-days of farm work due to the social

issues. This suggests that farming in the rural communities is closely related to other activities in the communities. Non-farming risk factors have some multiplier effects on farming itself. Therefore farming cannot be excised from other economic and social activities in any community.

Post-Harvest Risks

The analysis of the damage done to the harvested crops showed that fire and rot accounted for about 46% of the total quality of the farm produce damaged. The value of the quality damaged by these factors was about 41% of the total value of the produce damaged; Table 3 shows the various factors, the quantities damaged, and the values of the farm produce.

Table 3
Distribution of Damage Done per Farm to Harvested Crops, Edo North, Nigeria.

Hazard	Estimated Quantity (kg)	Estimated Value (N)	Percentage** (Estimated Quantity)	Percentage (Estimated Value)
Fire	1,310	2,840	18.42	19.18
Rot	2,432	5,425	34.20	27.10
Transport	740	1,934	10.45	9.66
Animals	203	845	2.85	4.20
Disease	295	874	4.15	4.30
Insect	680	1,710	9.56	8.54
Theft	495	1,158	6.96	5.78
Storage	468	3,238	6.58	16.17
Sunlight	485	990	6.82	4.90
Total	7,111	19,014	100.00	100.00

**Each percentage in this column was obtained by expressing the corresponding figure in column 2 as percentage of the total Figure of the column. Similarly, the percentages in the last column were obtained from column 3.

The dominance of fire and rot as post-harvest risk factors among the food crop producers could be associated with the prevalence of bush burning for animal hunting, which was reported by the respondents during the survey. Another reason could be the nature of the major food crops produced in the area, cassava and yam reported earlier. Both crops can easily get rotten from the heat effect of the fire during bush burning. The statistics in the Table also revealed that insects pests, theft, and storage were major sources of damage to the harvested crops. The issue of theft could be associated with the side effect of the Structural Adjustment Programme (SAP) of the Nigerian Government, according to some of the respondents. The storage and insect problems could be due to the nature of some of the crops produced, which are susceptible to damage during storage, when proper care is not taken. Tomato, which was one of the important crops in Edo North, can easily get bad during storage in the rural areas as a result of inadequate provision of relevant storage facilities.

Marketing Risks

Analysis of the marketing risks indicated that the prices which the farmers received for their harvested crops were generally lower than what they were expecting at the beginning of their farming period. The range of the percentage deviation was from 14%, for tomato, to 36%, for melon. The mean percentage deviation was about 26%. The percentage deviation for maize, yam, cassava, pepper, cowpea, and melon were above the mean figure. Only plantain had the mean figure and the other crops had their deviation figures below the mean value. One possible explanation for the lower prices which the farmers obtained for their harvested crops is that they all planted their crops at the same time. This means that they will also harvest about the same time and bring the produce to the market at the same time since storage and processing facilities were inadequately supplied. The implication of this situation is that there will be glut in the supply of the produce to the market and the price levels will fall. This general reduction in the price level received by the farmers is a major risk they have to contend with. This supports Webster (19) assertion that farmers generally take decision based on imperfect knowledge of the market. Also, the time lag between crop planting and harvesting increases the riskiness of price estimation at harvest.

Summary and Recommendations

Generally, the research findings have indicated that the food crop producers in Edo North face various forms of farming risks. The risks included production, climatic, social, post-harvest, and marketing risks. It was only in the area of production risks that the farmers took some measures to minimise the effects of the risks. This took the form of diversifying the farming enterprises. In the other areas of the farming risks, the farmers were found to be helpless because there was apparently no measure that was taken to minimise the effects of the risks.

The implications of the finding of this research include the fact that in the absence of any definite measure to reduce the farming risks in the area studied, food crop production activities may continue but the output will not be commensurate with the amount of investment involved in the production activities. Closely related to the point is the fact that the income of the farmers from their food crop production operations will be reduced. Another implication of the findings is a reduction in the average life span of the farmers due to the risk of sickness and injuries to the body of the farmers. Furthermore, food crop production may become less attractive due to the high farming risk involved.

Given the importance of the agricultural sector of the Nigerian economy and the need to increase food crop production in the country, there is the need for definite measures to be taken that would reduce the effects of the farming risks on the food crop producers in the state and the country in general. In view of the above, this paper makes the following recommendation;

1. The Nigerian Agricultural Insurance Company (NAIC) should broaden crop production activities in the area studied in particular and the nation in general. In order to do this, there is the need for more research efforts in the area of risks in food crop production in the country. This will help to generate more information on the issues involved in the project.
2. The development of Co-operative insurance among the farmers should be encouraged. This will make it easier for both the NAIC and the farmers to carry out the relevant insurance policy for the farmers and hence encouraging increased food crop production in the country.
3. Increase extension services activities should be encouraged by the various governments in the country. This will help in training the farmers in good farm management techniques, with a view to reducing their exposure to the various farming risks. To do this, all constraints to the efficient performance of the extension services in the state in particular and in the nation in general should be addressed.
4. Adequate provision of farm chemicals to farmers to enable them tackle the problems of pests and diseases that attack farm crops and produce.
5. There is the need to ensure that the laws against indiscriminate bush burning are effectively carried out through community leaders in the rural areas.

Literature

1. Adegoye, A.J., 1981 «Insurance, a solution to the Dilemma of the Traditional Farmers». A paper presented at the 3rd National Workshop for Agricultural Planners, Ibadan.
2. Adesimi, A.A., 1998. Farm Management Analysis with Perspectives through the Development Process. Department of Agricultural Economics, Obafemi Awolowo University, Nigeria.
3. Bendel State Government, 1985. Report of the Panel on Food Crop Production in Bendel State. Statistics Division, Benin City.
4. Drive H.C., 1979. Summary of the Proceedings of a Seminar on Risk and Uncertainty. Bulletin of the School of Agricultural Economics and Extension Education, University of Guelph.
5. Edema, A., 1988. Guidelines to Agricultural Insurance. Moraye Farm foundations.
6. Egharevba, P.N. & Utomakili, J.B., 1988. Strategies for Food Crop Production Self-Sufficiency in Nigeria. A Paper presented at the 1st National Congress of Science and Technology. Ibadan.
7. Fao, 1988. Yearbook of Production, Volume 42.
8. Federal Office of Statistics FOS, 1988. Annual Report. Lagos.
9. Fleisher, B. & Robinson, 1985. Applications of Decision Theory Management. International Development Paper, Department of Agricultural Economics, Michigan State University.
10. Idachaba, F.S., 1984. Priorities for Nigerian Agriculture in the 5th National Development Plan, (1986-1990). Lecture Delivered at the conference for the 5th National Development Plan at Nigeria Institute for Social and Economic Research, Ibadan.
11. Iyeteku, S.E., 1990. Risk and Uncertainty, The place of the Nigerian Insurance Scheme. Paper presented at the workshop on agricultural Opportunities in Nigeria, Challenges in the 1990s, Benin City.
12. Jones, R.B., 1969. «Stability in Farm Income». Journal of Agricultural Economics, Vol. 20, No. 1.
13. Lapido, P.O., 1966. A Sampling Procedure for Studying Apple Yield. Unpublished M.Sc. Thesis Cornell University.
14. Moyart, M.G., 1986. «An Approach to the Problem of Nigerian Agriculture» In the Development of Nigerian Agriculture, Suggestion for the Future Osuutogun, A; Chasse, P; and Ugorgi, R (ed). Societe Generale Bank (Nig.) Ltd.
15. Ray, P.K., 1981. Agricultural Insurance. Theory and Practice and Application to Development Countries. Oxford, Pergamon Press.
16. Stephen, F.F. & McCarthy, P.J., 1958. Sampling Opinions John Wiley and Sons. Inco. N.Y.
17. Utomakili, J.B., 1987. An Economic Analysis of Fish Farming in Nigeria. Unpublished Ph. D. Thesis, Obafemi Awolowo University, Nigeria.
18. Utomakili, J.B. & Abolagba, O.J., 1993. Conserving Natural Resources Through Improved Extension Services in the ADP. For Sustained Agricultural Productivity in Nigeria. Paper Presented at the Annual Conference of the Agriculture Society of Nigeria, Umudike.
19. Webster, J.P.C., 1977. Analysis of risky Farm Management Decision: Advising Farmer About The Use of Pestioides. Journal of Agricultural Economics, Vol. 28.
20. Williams, A., 1986. «Policies, Planning, and Financing of the Nigerian Agricultural sector» in The Development of the Nigerian Agriculture: Suggestions for the future Osuutogun, A; Chasse, P; and Ugorgi, R (ed). Societe Generale Bank (Nig.) Ltd.

J.B. Utomakili, Nigerian, Ph. D. in Agricultural Economics, University Lecturer/Researcher.
P. Inwalome, Nigerian, Ph. D. in Agricultural Economics, University Lecturer/Researcher.

Incidence de quatre vers parasites gastro-intestinaux dans un groupe de cricétomes, *Cricetomys gambianus* (Rongeur : Cricetidae), capturés à Lukaya (République Démocratique du Congo)

Bobé L.* & Mabela M.*

Keywords: *Cricetomys gambianus* - Parasitism - *Strongyloides*, *Hymenolepis* - *Trichuris*.

Résumé

Soixante cricétomes (*Cricetomys gambianus*) sauvages dont 24 mâles et 36 femelles, capturés à Lukaya, furent examinés pour la présence de 4 vers parasites gastro-intestinaux. Un parasitisme élevé par *Strongyloides* sp. (98,3%) et un parasitisme bas par *Hymenolepis nana* (28,3%), *H. diminuta* (18,3%) et *Trichuris* sp. (23,3%) furent trouvés. L'infestation par les 4 vers parasites variait en fonction de l'âge et du sexe des cricétomes et aucune interaction de différents parasites n'a été trouvée.

Summary

Sixty wild cricetomas (*Cricetomys gambianus*) including 24 males and 36 females, caught in Lukaya were examined for the presence of 4 gastro-intestinal parasite worms. High prevalence of *Strongyloides* sp. (98,3%) and relatively low prevalence of *Hymenolepis nana* (28,3%), *H. diminuta* (18,3%) and *Trichuris* sp. (23,3%) were found. Infestation by 4 parasite worms was affected by the age and sex of cricetomas and no interaction between the different parasites was found.

Introduction

Dans bon nombre de pays en développement, la carence en protéine animale est comblée en partie par la chasse de petites espèces animales (26). L'exploitation de ces animaux en mini-élevage pourrait constituer une source appréciable de viande et de revenus pour de nombreuses populations de ces pays.

Un programme de domestication et d'élevage de cricétome, rongeur africain représenté par *Cricetomys gambianus* Waterhouse, 1840, espèce de savane et *C. emini* Wroughton, 1910, espèce de forêt, est en cours de réalisation au Département de Biologie, à l'Université de Kinshasa, en vue de constituer une source supplémentaire de protéine animale pour la consommation humaine. Actuellement, cet animal est domestiqué et élevé avec succès au Nigéria (1).

Le cricétome est l'un des rongeurs les plus consommés en R.D.C. (17). D'après Ajayi (1) et Bigalke (4), la connaissance des pathologies de cet animal dans la nature et en captivité constitue l'un des facteurs les plus déterminants pour son exploitation en mini-élevage. En R.D.C., les pathologies du cricétome sont très peu connues. Ailleurs, il est considéré comme le réservoir de quelques zoonoses telles que la peste bubonique (10, 12), la leptospirose (20), la fièvre typhoïde (9, 19) et l'hyménolepidose (7, 10).

Dans cette étude, nous nous proposons d'évaluer l'incidence et la distribution de 4 vers parasites gastro-intestinaux dans un groupe de cricétomes capturés à Lukaya. Les informations concernant les vers parasites gastro-intestinaux du cricétome dans la nature sont importantes car ces helminthes peuvent affecter et modifier le comportement, la dynamique et l'écologie de ce

rongeur. Elles contribuent aussi à la connaissance de la faune parasitique de cet animal.

Milieu, matériel et méthodes

Milieu biophysique

Lukaya est l'une des trois sous-régions qui forment la région administrative du Bas-Congo. Elle est entièrement située dans la zone subéquatoriale sud et dans le secteur floristique de savane boisée. Selon les critères de Köppen, la sous-région de la Lukaya fait partie du type climatique AW4. C'est un climat tropical humide caractérisé par une saison sèche qui dure de mai à septembre, avec une sécheresse absolue en juillet et une longue saison des pluies qui s'étale, d'octobre à avril, interrompue par une brève sécheresse en février (25).

Matériel et méthodes

Cinq missions de capture des cricétomes vivants ont été effectuées entre le 2 juin et le 17 septembre 1992 dans 14 différentes localités (villages) de la sous-région de la Lukaya (Tableau 1). Les méthodes de capture par creusage pendant la journée et de piégeage pendant la nuit (16) ont été utilisées.

Les animaux capturés ont été répartis en 3 groupes d'âge: nouveau-nés (groupe d'animaux tétant, âgés d'un à 45 jours), jeunes (groupe d'animaux en sevrage, âgés de 46 à 180 jours) et adultes (groupe d'animaux âgés de plus de 180 jours). Dans chaque groupe, les animaux ont été séparés suivant le sexe (Tableau 1).

* Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.
Reçu le 19.12.95 et accepté pour publication le 27.01.97

Tableau 1
Nombre de cricétomes capturés par localité, groupe d'âge et sexe.

N°	Date	Localités	Nombre de cricétomes capturés						Total
			Nouveau-nés		Jeunes		Adultes		
			M	F	M	F	M	F	
1	06/1992	Kinsiona	–	–	1	2	–	–	3
2	08/1992	Ngidinga	–	–	2	1	–	2	5
3	08/1992	Kikiowo	–	–	2	4	5	5	16
4	08/1992	Kimiesi	–	–	–	–	3	1	4
5	08/1992	Kilumu	–	–	3	–	1	–	4
6	08/1992	Kidipemba	–	–	–	1	–	1	2
7	08/1992	Kilumasu	–	–	1	1	–	1	3
8	09/1992	Kinanga	–	–	–	–	1	3	4
9	09/1992	Konso	1	1	1	1	–	3	7
10	09/1992	Kizulu	–	–	–	–	–	1	1
11	09/1992	Kiyangu	–	–	–	–	–	1	1
12	09/1992	Nlala	1	2	–	–	–	1	4
13	09/1992	Makela	–	–	1	2	–	1	4
14	09/1992	Madimbamao	–	–	–	1	1	–	2
Total			2	3	11	13	11	20	60

M = mâle / F = femelle.

Des échantillons des selles de cricétomes, récoltés après capture de façon aseptique au niveau de l'ampoule rectale dans des flacons contenant 10 ml de formoline 10%, ont été examinés au laboratoire de l'animalerie du Département de Biologie, à l'Université de Kinshasa, pour la présence des oeufs ou larves de 2 nématodes (*Strongyloides* sp. et *Trichuris* sp.) et de 2 cestodes (*Hymenolepis nana* et *H. diminuta*). Les examens coprologiques directs et après enrichissement par sédimentation de Brumpt (27) ont été simultanément effectués pour chaque animal, à raison de 2 observations microscopiques par examen. Ainsi, 240 préparations microscopiques des selles de cricétomes ont été examinées. Le test de Chi-carré a été utilisé pour voir si l'âge et le sexe des animaux influençaient le parasitisme des vers étudiés. Ces derniers ne sont pas des espèces nouvelles. Ils ont été choisis dans cette étude à cause de leur présence dans les 14 localités visitées.

Résultats

Un total de 60 spécimens de *Cricetomys gambianus* dont 24 mâles et 36 femelles, furent capturés et examinés pour les vers gastro-intestinaux. Les animaux de différents groupes d'âge ont été trouvés, les plus nombreux étant les adultes suivis des jeunes et des nouveau-nés.

L'incidence de 4 vers parasites étudiés chez ce rongeur est donnée dans le tableau 2. 100 % des animaux étaient atteints. Les oeufs ou larves de

Strongyloides sp., *Hymenolepis nana*, *H. diminuta* et *Trichuris* sp. ont été mis en évidence respectivement dans les fèces de 59 (98.3 %), 17(28.3 %), 11(18.3 %) et 14(23.3 %) animaux examinés.

Tableau 2
Nombre et taux (%) d'animaux infestés par les 4 vers parasites étudiés.

Age et sexe	Animaux examinés	Animaux parasités (%)			
		<i>Strong.sp.</i>	<i>H.nana</i>	<i>H.diminuta</i>	<i>Trich.sp.</i>
N-nés					
M	2	2 (100.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	1 (50.0)
F	3	3 (100.0)	1 (33.3)	1 (33.3)	1 (33.3)
J-nes					
M	11	11 (100.0)	5 (45.4)	3 (27.2)	2 (18.1)
F	13	13 (100.0)	3 (23.0)	0	3 (23.0)
Ad.					
M	11	10 (90.9)	4 (36.3)	3 (27.2)	0
F	20	20 (100.0)	3 (15.0)	3 (15.0)	7 (35.0)
Total	60	59 (98.3)	17 (28.3)	11 (18.3)	14 (23.3)

N-nés = nouveau-nés / J-nes = jeunes / Ad = adultes / M = mâle / F = femelle.

L'influence de l'âge et du sexe des animaux sur le parasitisme des vers est donnée successivement dans les tableaux 3 et 4. Le tableau 3 montre que le parasitisme de *H. diminuta* est fortement influencé par l'âge ($C=0.19$) tandis que ceux de *H. nana* ($C=0.137$),

Strongylus sp. (C=0.126) et *Trichuris* sp. (C=0.12) le sont moins. Du tableau 4, on peut constater la remarquable infestation des cricétomes selon le sexe par *H. nana* (C=0.24), *H. diminuta* (C=0.22) et *Trichuris* sp. (C=0.21) que par *Strongyloides* sp. (C=0.16).

Tableau 3
Infestation des cricétomes en fonction de l'âge.

Age	Vers parasites étudiés							
	<i>Strong. s.p.</i>		<i>H. nana</i>		<i>H. diminuta</i>		<i>Trich. s.p.</i>	
	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP
N-nés	5	0	2	3	2	3	2	3
J-nes	24	0	8	16	3	21	5	19
Ad.	30	1	7	24	6	25	7	24
N.d.d.l.	2		2		2		2	
Seuil α	0,05		0,05		0,05		0,05	
X_s^2	0,9513		1,135		2,135		0,87	
C	0,126		0,137		0,19		0,12	

N-nés = nouveau-nés / J-nes = jeunes / Ad = adultes / N.d.d.l = degré de liberté / α = seuil de confiance / X_s^2 = Chi-carré / C = coefficient de contingence / P = parasités / NP = non parasités.

Tableau 4
Infestation des cricétomes en fonction du sexe.

Sexe	Vers parasites étudiés							
	<i>Strong. s.p.</i>		<i>H. nana</i>		<i>H. diminuta</i>		<i>Trich. s.p.</i>	
	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP
M	23	1	10	14	7	17	3	21
F	36	0	7	29	4	32	11	25
N.d.d.l.	1		1		1		1	
Seuil α	0,05		0,05		0,05		0,05	
X_s^2	1,525		3,502		3,135		2,624	
C	0,16		0,24		0,22		0,21	

N-nés = nouveau-nés / J-nes = jeunes / Ad = adultes / N.d.d.l = degré de liberté / α = seuil de confiance / X_s^2 = Chi-carré / C = coefficient de contingence / P = parasités / NP = non parasités.

Discussion

D'après Dipeolu et Ajayi (6), la plupart des parasites trouvés chez le cricétome ont une importance sanitaire et vétérinaire. En effet, les oeufs de *Hymenolepis* sp. ont été identifiés chez le cricétome (5, 6) et dans les selles des humains (5). Ibrahimetal. (13) ont communiqué la présence de *Strongyloides* sp. chez *Cricetomys gambianus*. D'après Cowper (5), il est possible que le cricétome serve de réservoir pour la strongyloïdose qui affecte l'homme. *Trichuris muris* rencontré chez *C. gambianus* (5, 13) est considéré comme réservoir de la trichuriose de l'homme (5). *Meggitina baeri* a été décrit pour la première fois chez le «rat de maison» et chez le «rat indigène du grenier» au Zimbabwe (15). Il a été trouvé chez *C. gambianus* au Nigeria (13) et chez *Cricetomys* spp. en R.D.C. (18). *Inermicapsifer* spp. parasitent largement les rongeurs africains. *I. Guinensis* et une autre espèce non identifiée ont été trouvés chez *C. gambianus* respectivement en Tanzanie (14) et au Nigéria du sud (13). *I. madagascariensis* a été diagnostiqué chez l'homme à la Réunion (3), au Zimbabwe (11), en Afrique du Sud (22) et en Tanzanie (2). Une espèce non identifiée a été diagnostiquée chez deux jeunes hommes au Kenya (24) tandis que *I. cubensis* a été trouvé chez une jeune femme à Cuba (23). Un genre de ce parasite a été rencontré chez le chien sauvage (21). *Heligmonia thamnomyisi* a été identifié pour la première fois chez *C. gambianus* en République Centre Africaine (8) et après au Nigéria (13). La présence de *Heterakis spumosa* (6, 13) et *Protospirura muris* (5) au Nigéria et de *Ophidascaris najae* et *Characostomum howelli* n.sp. en Tanzanie (14) a été aussi reportée chez *C. gambianus*.

Conclusion

Ce travail montre que l'incidence des vers parasites gastro-intestinaux chez les cricétomes capturés à Lukaya pendant la saison sèche est de 100 % et prouve à suffisance la nécessité de mettre en quarantaine les cricétomes capturés dans la nature avant de les exploiter en mini-élevage.

Remerciements

Cette étude n'aurait pu se réaliser sans le concours matériel du Projet Cricétomes de l'Université de Kinshasa, que nous remercions vivement.

Références bibliographiques

- Ajayi S.S., 1975. Domestication of the African Giant Rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse). Kwara State Printing and Publishing Corporation, Ilorin, Nigeria, 44 p.
- Baer J.G., 1955. Un nouveau cas de parasitisme d'un enfant en Afrique orientale par le cestode *Inermicapsifer arvicanthidis*. Helminthol. Abstr., **24** (2):50.
- Bailenger J. & Carcenac F., 1971. Une nouvelle localisation géographique d'*Inermicapsifer madagascariensis* (Davaine, 1970), Baer 1956 La Réunion. Helminthol. Abstr., **40** (2):287.
- Bigalke R.C., 1964. Can Africa produce new domestic animals? New Scientist, N. 374, 141-145.
- Cowper S.G., 1968. Observations on parasites of Primates, Dogs and some other hosts in Nigeria, mainly in the Ibadan area. J.W.Afr.Sci.Assoc. **13**, 39-52.
- Dipeolu O.O. & Ajayi S.S., 1977. Parasites of the african giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) in Ibadan, Nigeria. Helminthol. Abstr., **46** (10):85-89.
- Dunn A.M., 1969. Veterinary Helminthology. Robert Maclehorse and Co. Ltd, Great Britain.
- Durette-Desset M.C., 1966. «Les systèmes d'arrêtes cuticulaires chez les nématodes heligmosomes. Etude de cinq *Longistriata*, parasites des rongeurs africains». Cah. La Maboké **4**, 120-140.

9. Dyer R.E., Rumreich A. & Badger L.F., 1931. Typhus fever : a virus of the typhus type derived from fleas collected from wild rats. Publ. Hlth Repts, **46**, 334-338.
10. Faust E.C., Russell P.F. & Jung R.C., 1970. Clinical parasitology. Lea and Febiger, Philadelphia.
11. Goldsmid J.M. & Muir M., 1973. *Inermicapsifer madagascariensis* (Davaine, 1870), Baer 1956 (Platyhelminthes : Cestoda) as a parasite of man in Rhodesia. Helminthol. Abstr., **42** (5):336.
12. Gordon R.M. & Lavoipierre M.M.J., 1969. Entomology for Students of Medicine. Lowe and Brydone Printers, London.
13. Ibrahim M.A., Ogunsusi R.A., Nwidi N. & Aliu Y., 1984. Helminths of African Giant Rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) in Zaria, Nigeria. Dev. Elev. Med. Vet. Pays Tropic., **37**, 3 : 304-307.
14. Khalil L.F., 1973. *Characostomum howelli* n. sp. (Nematoda: Strongylidae) from the giant african rat *Cricetomys gambianus* and other helminths from Tanzania. J. Helminth., **47** (3) : 283-287.
15. Lynsdale J.A., 1953. On a remarkable new cestode, *Meggittina baeri*, gen. et sp. nov. (Anoplocephalinae) from rodents in southern Rhodesia. J. Helminth., **27** (3-4) : 129-142.
16. Malekani M., 1987. Technique de capture et observations écoéthologiques sur le Rat de Gambie, *Cricetomys*, dans la forêt équatoriale du Zaïre. Tropicultura, **5**, 4 : 160-164.
17. Malekani M. & Paulus J., 1989. Quelques aspects de la consommation du cricétome, *Cricetomys* (Rongeur), par des populations zaïroises. Tropicultura, **7**, 4 : 141-144.
18. Malekani M., 1990. Studies on hepatic Capillariasis and on the genus *Meggittina* (Cestoda) of *Cricetomys* spp.; some of the edible rodents of Zaire. Thesis of Master of Science (M.Sc.) in Tropical Animal Health. Antwerp, Belgium, 136 p.
19. Maxcy K.F., 1926. Clinical observations on Endemic Typhus (Brill's disease) in Southern United States. Publ. Hlth Repts, **41**, 1213-1220.
20. McDiarmid A., 1973. Pests and Zoonoses. Biologist, **20**, 69-73.
21. Mettrick D.F., 1963. Contributions to the helminth fauna of Central Africa. III. Host specificity in the genus *Inermicapsifer janicki* 1910. Helminthol. Abstr., **32** (1) : 99.
22. Ortlepp R.J., 1961. A record of three cases of human infection in southern Africa with a common tapeworm of rats. Helminthol. Abstr., **31** (4) : 435.
23. Peurtas F.N., Figueredo L.R., Atienzar C.E. Rodriguez R.M. & Alvarez A.S., 1974. Inermicapsiferiasis. Reporte de un caso. Helminthol. Abstr., **43** (7) : 543.
24. Ridley R.S. & Wise M.J., 1964. Some parasitological curiosities. Helminthol. Abstr., **33** (1) : 114.
25. Sicaï, 1977. Etude socio-agro-économique de l'ouest du R.D.C. Juin 1977.
26. Spore, 1993. De petits élevages qui peuvent rapporter gros. Bulletin du Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), **46** : 1-4.
27. Stepanov A.V., 1983. Diagnostic des vers parasites des animaux domestiques dans les pays tropicaux. Instructions méthodiques. Acad. Vét., Moscou, pp. 4-18.

L. Bobe, Congolais, Docteur Vétérinaire (M.Sc.), Assistant à l'Université de Kinshasa, République démocratique du Congo.

M. Mabela, Congolais, Licencié en Sciences Mathématiques, Assistant à l'Université de Kinshasa, République démocratique du Congo.

The Role of Stomatal Traits and Epicuticular Wax in Resistance to *Mycosphaerella fijiensis* in Banana and Plantain (*Musa* spp.)

Kathelyne Craenen*, J. Coosemans** & R. Ortiz***

Keywords: Banana - Black sigatoka - Epicuticular wax - *Musa* - *Mycosphaerella fijiensis* - Plantain - Stomata.

Summary

Plantain (*Musa* spp., AAB group) cultivation is threatened by the black sigatoka disease caused by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, an airborne fungal pathogen. Twenty synthetic *Musa* hybrids of various ploidy, exhibiting a range of resistant and susceptible responses to the black sigatoka disease, were used to investigate the role of stomatal density, stomatal length and the thickness of epicuticular wax in resistance to *Mycosphaerella fijiensis*. The female parents of these hybrids were black sigatoka-susceptible plantains, while the male parent was a wild, non-edible resistant banana. Stomatal length was negatively correlated with the initial development (incubation time) of black sigatoka in young host plant leaves in diploid but not in polyploid hybrids. Stomatal density on the abaxial surface of young leaves was negatively correlated with incubation time only in polyploids. Incubation time was positively correlated with the accumulation of epicuticular wax in both diploid and polyploid hybrids. Although the black sigatoka-resistant male parent lacks epicuticular wax, derived hybrids possessed epicuticular wax of various thickness which enhances black sigatoka resistance.

Résumé

La culture du plantain (*Musa* spp. groupe AAB) est menacée par la maladie de la cercosporiose noire causée par un pathogène cryptogame transmis par l'air, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Vingt hybrides synthétiques de *Musa* ayant divers degrés de ploïdie et une gamme variée de résistance et de sensibilité, ont été utilisés pour étudier le rôle de la densité stomatale, de la longueur des stomates, ainsi que de l'épaisseur de la cire épicuticulaire dans la résistance à *Mycosphaerella fijiensis*. Les parents femelles de ces hybrides étaient des plantains sensibles à la cercosporiose noire, tandis que le parent mâle était une banane sauvage non comestible et résistante. La longueur des stomates était négativement corrélée au développement initial (période d'incubation) de la cercosporiose noire sur les jeunes feuilles des plantes hôtes diploïdes, mais non chez les hybrides polyplœïdes. La densité stomatale sur la surface abaxiale des jeunes feuilles était négativement corrélée à la période d'incubation, mais uniquement chez les polyplœïdes. La période d'incubation était positivement corrélée à l'accumulation de la cire épicuticulaire à la fois chez les hybrides diploïdes et polyplœïdes. Bien que le parent mâle résistant à la cercosporiose noire soit dépourvu de cire épicuticulaire, les hybrides dérivés sont dotés de cire épicuticulaire de diverses épaisseurs ainsi que d'une plus grande résistance à la cercosporiose noire.

Introduction

Plantain and banana (*Musa* spp.) are important staple food crops in the humid and mid-altitude agro-ecological zones of sub-Saharan Africa (26). Banana leaf spot or black sigatoka, caused by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, is one of the most destructive diseases of banana and plantain. The extensive leaf necrosis caused by black sigatoka can reduce fruit yield by 30% to 50% (11, 18). Chemical control strategies exist but are environmentally unsound and unsustainable for the resource-poor smallholders that grow the crop in Africa.

Black sigatoka is an airborne fungal disease, which attacks the leaves of the plant. Ascospores are con-

sidered the main source of primary infection (18), while conidia play only a minor role (5, 18). Ascospores and conidia germinate on the leaf, especially on the exposed lower surface of the unfurling heart leaf (20). Spore germination is followed by epiphyllous growth of the germ tubes, which enter the leaf through the stomata, and mycelial proliferation throughout the internal leaf tissues (10). During early stages of infection the leaf shows streaks, particularly on the lower surface of the leaf. Following continued fungal penetration and invasion, the streaks develop into lesions, then into large areas of black necrosis, followed by leaf death (3).

* Plantain and Banana Improvement Program, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), High Rainfall Station, Onne, Rivers State, Nigeria.

** Fakulteit der Landbouwwetenschappen, afdeling Bodem- en Plantbeheersing, laboratorium voor Fytopathologie en Plantenbescherming, K.U. Leuven, Belgium.

*** Corresponding author. Current address: The Royal Veterinary & Agricultural University, Dept. of Agricultural Sciences, Plant Breeding and Biotechnology, 40 Thorvaldsensvej, DK-1871, Frederiksberg C, Copenhagen, Denmark.

Received on 03.06.96 and accepted for publication on 27.01.97.

An effective control strategy for black sigatoka is to provide high yielding resistant cultivars to farmers. Five distinct levels of host response to black sigatoka have been defined for breeding purposes; susceptible, less susceptible, partially resistant (14), highly resistant and extremely resistant (9). Triploid plantain cultivars and most triploid banana cultivars are susceptible to black sigatoka (8). Sources of resistance are, however, available in diploid bananas such as Calcutta 4, which appears to be extremely resistant to this leaf spot disease (14). Hybrids between plantains and Calcutta 4 show phenotypes ranging from highly resistant to susceptible.

Previous reports suggest that stomatal density and the presence of epicuticular wax may play a role in host plant resistance to black sigatoka (14, 24). Vasquez *et al.* (24) found a negative correlation between the density of the stomata and the degree of resistance. Stomata play a key role in the infection process. As in most vascular plants, the stomatal apparatus in banana and plantain comprises two specialized epidermal cells (guard cells), joined at their ends but capable of separating in the middle to generate a pore through the epidermis into the intercellular space system (17). Stomata open due to increased turgor of the guard cells, facilitating infection by *Mycosphaerella fijiensis*. Stomatal opening and closure is stimulated by a great variety of external and internal factors. Elongation of the guard cells seems to be the main mechanism to pen the pore (7); however the overall length of the stoma changes very little with opening.

Stomatal density increases from the base to the middle of the lamina (20). The adaxial side of the leaf has fewer but larger stomata than the abaxial side. Stomatal size and ploidy are positively correlated, while stomatal density and ploidy are negatively correlated in banana and plantain (2, 16, 23). The appearance and ultrastructure of epicuticular waxes of plantain and banana vary between different genotypes (4) from non-existent to extensive waxiness. It has been suggested that epicuticular wax may play a role in resistance to *Mycosphaerella fijiensis* (15). Wax on the leaf surface reduces the accumulation of moisture on all leaves and therefore may retard the establishment and germination of spores (1, 14, 24).

In this experiment the role of stomatal traits and epicuticular wax in disease development and host resistance to black sigatoka in 20 euploid (diploid, triploid and tetraploid) half- and full-sib hybrids was assessed.

Material and Methods

F₁ euploid hybrids were derived from interspecific inter-ploidy crosses (27). Locally adapted French plantain (*Musa* spp., AAB group) cultivars Obino l'Ewai (OL) from Nigeria and Bobby Tannap (BT) from Cameroon were used as female parents (21) while the wild, non-edible diploid banana *M. acuminata* ssp. *burmannicoides* Calcutta 4 (C4) from Burma was used as the male parent due to its high level of resistance to black sigatoka. TMPx 1206-2 (an F₁ hybrid derived from the cross between the somaclonal variant French Reversion of the Nigerian False Horn plantain cultivar

Agbagba and C4) was self-pollinated to produce an F₂ population.

The field layout was a completely randomized design with five plants per genotype. Plants were spaced 3 m between rows and 2 m within rows. The plot was surrounded by the black sigatoka-susceptible Cavendish banana cv. Valery. The experiment was located at the IITA High Rainfall Station in Onne (4°51'N, 7°3'E), southeastern Nigeria. Annual rainfall averages 2400 mm and temperatures average 27°C. Black sigatoka is ubiquitous in this area, thus negating the need for artificial inoculation.

Data were collected from 1993 to 1995 on the four parental genotypes, six euploid hybrids of BT x C4, nine euploid hybrids of OL x C4 and four F₂ progenies. The susceptible False Horn plantain cv. Agbagba was included in the trial as a reference susceptible clone. Each genotype of the segregating population was individually assessed for response to black sigatoka. Host response to black sigatoka for the selected hybrids was established from previous trials (14, 25, 28) by recording at flowering the number of the youngest leaf spotted (YLS), counting down from the first (top) open leaf (19, 22). Those hybrids which have a host response similar to the susceptible cv. Agbagba were rated as susceptible. The other hybrids, showing a significantly greater number of functional leaves than the cv. Agbagba, were rated according to their disease severity as less susceptible, partially resistant, and highly resistant.

Estimation of the incubation time for *M. fijiensis* on different host genotypes started four months after planting. All plants were observed every other day to score Brun's stage B of the leaf (9). At this stage the cigar leaf has emerged from the preceding leaf, and is still fully rolled but has not reached its full length. Similarly, the second streak stage on the Fouré scale, i.e., brown stripe on the underside of the leaf (3), was scored for each leaf. The incubation time was calculated as the number of days elapsing between these two stages at the early phase of plant growth (IT_y, based on an average of third and fourth leaves) and throughout the growth cycle (IT).

Leaf samples of 3 cm² were excised from the centre of the third and the fourth leaf of each plant and stored in 95% ethanol for decoloring. The samples were then mounted in glycerine and observed using a light microscope (16). The density and length of stomata on adaxial and abaxial surfaces was measured at 400x magnification using an ocular micrometer. Data were recorded from a random selection of 10 0.3 mm² fields per leaf per plant. The width and persistence of the apertures of the stomata depends mainly on the light intensity and degree of water stress (7). Hence, leaf samples were taken at the same time each day to avoid possible differences due to opening or closing of the stomata. Leaf waxiness was evaluated according to a scale with three distinct categories: 1 (none), 2 (moderate) and 3 (extensive).

Factorial analysis of variance with unequal number of observations was performed for stomata traits, following the additive liner model

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + G_j + LG_{ij} + e_{ijk} + S_{ijkl}$$

where Y_{ijkl} is the phenotype of i^{th} leaf surface, measured in the l^{th} sample of the k^{th} plant in the j^{th} genotype, μ is the mean, L_i and G_j are the leaf surface and genotype effects, LG_{ij} is the effect of the interaction between leaf surface and genotype, and e_{ijk} and S_{ijkl} are the experimental and sampling errors, respectively. In addition the effect of genotype on incubation time was analyzed by a one-way ANOVA using the additive linear model

$$Y_{ijkl} = \mu + G_j + e_{ijk} + S_{ijkl}.$$

The coefficient of variation was calculated to determine the degree of precision with which the traits are compared and the reliability of the experiment. $LSD_{0.05}$ was used to analyze differences in stomatal length and density between the tested genotypes. Phenotypic correlations were calculated for segregating materials at the same ploidy level to determine

associations between morphological descriptors and incubation time. Also, regression models ($IT = \alpha + \beta_i X_i$) were developed to determine the effect (β_i) of morphological traits (X_i) on the dependent variables IT_y and IT (6). All statistical analyses were done using MSTAT-C (13) software.

Results and Discussion

The two plantains (Bobby Tannap and Obino l'Ewai) and the banana parent (Calcutta 4) of the genotypes were first assessed to determine the extent of phenotypic polymorphism for stomatal traits and epicuticular wax on the leaves (Table 1). The black sigatoka-susceptible triploid cultivars Bobby Tannap and Obino l'Ewai had fewer but longer stomata than the extremely black sigatoka-resistant diploid banana Calcutta 4. This contrasts with the report of Vasquez *et al.* (24), who indicated that germplasm resistant to black sigatoka

Table 1
Black sigatoka (BS) reaction, stomatal density and length, waxiness of the leaves and disease incubation time in young leaves (IT_y) and throughout the growth cycle (IT) of parents and their respective diploid, triploid and tetraploid offspring.

Clone	Genome/ cross	Ploidy	Black sigatoka reaction ¹	IT_y (days)	IT (days)	Stomatal				Leaf Waxes
						Density (mm^{-2})		Length (μm)		
						adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	
Obino l'Ewai (OL)	AAB	3x	S	25.3	21.4	6.65	54.75	36.40	31.00	3
9243-2	OL x C4	2x	S	26.8	21.7	29.22	81.39	30.63	24.70	1
1549-7	OL x C4	2x	LS	24.9	24.8	32.22	96.89	30.06	24.20	1
1448-1	OL x C4	2x	PR	26.6	28.4	33.36	96.31	29.26	24.38	2
9593-1	OL x C4	3x	S	24.2	24.0	12.04	50.01	38.80	32.75	2
5860-1	OL x C4	4x	S	22.8	24.4	11.94	43.58	39.70	33.74	2
597-4	OL x C4	4x	S	27.4	25.4	11.16	43.53	39.90	34.18	2
5706-1	OL x C4	4x	LS	26.5	22.2	9.52	47.25	38.76	33.44	2
548-9	OL x C4	4x	PR	23.2	24.7	11.56	51.04	40.93	34.79	2
6930-1	OL x C4	4x	HR	24.9	24.6	9.80	47.52	37.84	32.66	2
Calcutta 4 (C4)	AA	2x	ER	57.9	54.8	27.45	88.95	26.80	21.10	1
Bobby Tannap (BT)	AAB	3x	S	25.9	22.3	6.3	52.65	34.00	28.20	3
9007-4	BT x C4	2x	S	22.5	20.0	30.05	83.40	31.70	24.70	1
5233-2	BT x C4	2x	LS	22.5	22.3	23.79	65.13	34.17	28.27	1
1518-4	BT x C4	2x	PR	24.0	30.6	27.13	79.36	32.34	25.44	2
1187-8	BT x C4	4x	S	27.4	25.4	8.71	55.61	39.66	37.12	2
4479-1	BT x C4	4x	LS	25.9	25.6	10.31	38.37	40.64	34.78	2
582-4	BT x C4	4x	PR	26.4	30.6	12.04	48.30	42.26	35.60	3
1206-2	Fr. rev.xC4	2x	S	31.0	22.8	20.16	73.28	29.49	23.60	1
F ₂ progenies										
8256-5	1206-2 S1	2x	S	27.0	20.5	22.40	69.69	31.60	26.45	1
8096-15	1206-2-S1	2x	LS	28.0	26.0	26.93	72.53	30.98	25.24	2
8096-12	1206-2-S1	2x	PR	29.5	23.3	30.41	86.19	27.53	22.33	1
8256-4	1206-2-S1	2x	HR	28.0	27.8	38.48	89.69	30.18	24.73	1
Agbagba	AAB	3x	S	23.2	22.6	10.78	52.74	36.12	30.98	2
Mean				27.1	26.0	19.41	64.26	35.26	29.59	
$LSD_{0.05}$				4.1	5.0	----- 3.19 -----	----- 0.66 -----			
Coefficient of variation (%)				17.0	15.3	----- 12.27 -----	----- 3.27 -----			

¹ BS reaction as measured by the youngest leaf spotted at flowering (14, 25, 28): S (susceptible), LS (less susceptible), PR (partially resistant), HR (highly resistant), ER (extremely resistant).

² 1 (none) 2 (moderate), 3 (extensive).

toka had low stomatal densities. Nevertheless, the different ploidy levels of the parental genotypes may confound the relationship between length of stomata and resistance. Hence, our investigation was carried out on segregating full-sibs of the same ploidy level which differed significantly in their resistance to black sigatoka.

Based on the coefficients of variation, the measurements of stomatal length were more precise than those of stomatal density (Table 1). This reflects the measurement procedures, which were more precise for length than for density. Stomatal length was determined with the aid of an eyepiece with micrometer scale whereas stomatal density was recorded by counting numbers of stomata in randomly selected 0.3 mm² eyefields. There were no significant differences ($P > 0.05$) in stomatal density and length between full-sib and half-sib F_1 hybrids of similar ploidy, which exhibited different levels of resistance.

Most correlations between stomatal traits and incubation time (IT) were not significant ($P > 0.05$). However, length of stomata in the adaxial leaf surface was negatively correlated with IT_y , but only in the diploid (2x) hybrids ($r = -0.757$; $P = 0.006$). IT_y was shortened one day by increasing 1 μm in stomatal length in the third and fourth leaf ($IT_y = 63.2 - 1.2$ stomatal length). Also, a decrease of stomata density on the adaxial leaf surface increased IT_y in polyploids (3x and 4x) ($IT_y = 36 - 0.98$ stomatal density; $R^2 = 0.475$; $P = 0.036$). Similarly, a positive correlation between IT and length of stomata on the adaxial surface was observed in polyploid (3x and 4x) hybrids ($r = 0.712$; $P = 0.028$). On average an increase of 1 μm in stomatal length on the adaxial leaf surface resulted in a 1.4-days increase in the IT in the polyploid hybrids ($IT = -31.4 + 1.4$ stomatal length). However, the lack of a significant correlation ($P > 0.05$) between IT_y and IT in both diploid and polyploid hybrids suggested that stomatal traits such as density in polyploids and length in diploids are potential mechanisms of resistance to black sigatoka only in early stages of plant growth.

There was a strong association between stomatal traits and ploidy. Supporting the findings of Borges (2), Simmonds (16), and Vandenhout *et al.* (23), diploids on average have short stomata but high stomatal density, whereas triploids and tetraploids have long stomata at low density.

A significant phenotypic correlation between IT and epicuticular wax was observed for diploid ($r = 0.723$, $P = 0.011$) and polyploid ($r = 0.889$; $P = 0.001$) hybrids. This was surprising since Calcutta 4 lacks epicuticular wax on its leaves. However, this trait seems to enhance host plant resistance by lengthening the incubation time of the disease in the leaves of the black sigatoka resistant hybrids. The presence and/or increase of epicuticular wax (wx) on the leaf surface lengthened the incubation time by 5 days on average in the diploids ($IT = 18 + 5.3wx$) and 7 days in the polyploids ($IT = 11.5 + 6.5 wx$). Hence, accumulation of epicuticular wax on the leaves, which is due to a wx recessive gene (15), might play a role in resistance to black sigatoka. An increase in the frequency of the wx allele could be related to an enhanced host plant resistance to black sigatoka in the hybrids (15). This would explain why the coefficient of correlation was higher in the polyploids which may have more copies of the wx allele (i.e., dosage effect) than their diploid full-sibs.

Host plant resistance to *Mycosphaerella fijiensis* may be due to a delay in the development of the disease. Morphological traits such as stomatal density should not be regarded as influencing resistance to this disease after fungal infection. However, epicuticular wax and stomata trait may affect incubation time, especially in secondary disease cycles. In addition, it is likely that resistance to black sigatoka is also affected by biochemical factors which influence the development of the disease (12, 14).

Our research was based on observation of segregating materials with similar genetic background and ploidy levels which should be a more powerful tool for investigation of resistance mechanisms than those based on phenotypic observations of cultivated landraces. Indeed, putative trait associations may be observed in triploid crops such as banana and plantain due to spurious genetic linkages and vegetative propagation.

Acknowledgements

The authors wish to thank Dr. J. H. Crouch for his critical review and valuable comments of this manuscript. Plantain and banana research at IITA has benefited from grants by several donors, particularly the Belgian Administration for Development Cooperation (BADC).

Literature

- Blakeman, J.P. & Szejnberg, A. 1973. Effect of surface wax on inhibition of germination of *Botrytis cinera* spores on beetroot leaves. *Physiological Plant Pathology* 3, 269-278.
- Borges, O.L. 1971. Tamano y densidad de estomas en clones cultivados y especies de *Musa*. *Agronomia Tropical* 21, 139-143.
- Fouré, E. 1982. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet au Gabon (maladie des raies noires). I. Incubation et évolution de la maladie. *Fruits* 37, 749-771.
- Freeman, B. & Turner, D. 1985. The epicuticular waxes on the organs of different varieties of banana (*Musa* spp.) differ in form, chemistry and concentration. *Australian Journal of Botany* 33, 393-408.
- Frossard, P. 1980. Apparition d'une nouvelle et grave maladie foliaire des bananiers et plantains au Gabon: la maladie des raies noires. *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Fruits* 35, 35-42.
- Gomez, K. & Gomez, A. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley & Sons, Canada, 2nd edition.
- Heath, O.V.S. 1975. *Stomata*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- IITA. 1992. *Sustainable food production in sub-Saharan Africa. I. IITA's contribution*. International Institute for Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

9. Jones, D.R. ed., 1994. The improvement and testing of *Musa*: A global partnership, *Proceedings of the First Global Conference of the International Musa Testing Program held at FHIA, Honduras 27-30 April 1994*. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
10. Meredith, D.S. & Lawrence, J.S. 1969. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*): Symptoms of disease in Hawaii, and notes on the conidial state of the causal fungus. *Transactions of the British Mycological Society* **52**, 459-476.
11. Mobambo, K.N., Gauhl, F., Vuylsteke, D., Ortiz, R., Pasberg-Gauhl, C. & Swennen, R. 1993. Yield loss in plantain from black sigatoka leaf spot and field performance of resistant hybrids. *Field Crops Research* **35**, 35-42.
12. Mourichon, X., Beveraggi, A. & Salle, G. 1990. Preformed substances as potential protectants against *Mycosphaerella fijiensis* in banana leaves: presence of preformed compounds toxic for *M. fijiensis*. pp. 191-200, in: R.A. Fullerton & R.H. Stover (Editors), *Sigatoka Leaf Spot Diseases of Bananas: Proceedings of an International Workshop, San José, Costa Rica, March 28-April 1 1989*. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
13. MSTAT-C. 1990. A microcomputer program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University, East Lansing, MI USA.
14. Ortiz, R. & Vuylsteke, D. 1994. Inheritance of black sigatoka disease resistance in plantain-banana (*Musa* spp.) hybrids. *Theoretical and Applied Genetics* **89**, 146-152.
15. Ortiz, R., Vuylsteke, D. & Ogburia, N.M. 1995. Inheritance of pseudostem waxiness in banana and plantain (*Musa* spp.). *Journal of Heredity* **86**, 297-299.
16. Simmonds, N.W. 1948. Genetical and cytological studies of *Musa* X. Stomatal size and plant vigour in relation to polyploidy. *Journal of Genetics* **49**, 57-68.
17. Skutch, A.F. 1927. Anatomy of the leaf of banana, *Musa sapientem* L., var. hort. Gros Michel. *Botanical Gazette* **34**, 337-391.
18. Stover, R.H. 1983. Effet du cercospora noir sur les plantains en Amérique Centrale. *Fruits* **38**, 326-329.
19. Stover, R.H. & Dickson J.D. 1970. Leaf spot of bananas caused by *Mycosphaerella musicola*: methods of measuring spotting prevalence and severity. *Tropical Agriculture* **47**, 289-302.
20. Stover, R.H. & Simmonds N.W. 1987. *Bananas*. 3rd edition. John Wiley & Sons, New York.
21. Swennen, R. & Vuylsteke, D. 1993. Breeding black sigatoka resistance plantains with a wild banana. *Tropical Agriculture (Trinidad)* **70**, 74-77.
22. Vakili, N.G. 1968. Responses of *Musa acuminata* species and edible cultivars to infection by *Mycosphaerella musicola*. *Tropical Agriculture* **45**, 13-22.
23. Vandenhout H., Ortiz, R., Vuylsteke, D., Swennen, R. & Bai K.V. 1995. Effect of ploidy on stomatal and other quantitative traits in plantain and banana hybrids. *Euphytica* **83**, 117-122.
24. Vasquez, N., Tapia A.C. & Galindo J.J. 1990. Ultrastructural studies of the infection process of *Mycosphaerella fijiensis* on *Musa* cultivars. pp. 191-200 in: R.A. Fullerton & R.H. Stover (Editors), *Sigatoka Leaf Spot Diseases of bananas: Proceedings of an International Workshop, San José, Costa Rica, March 28-April 1 1989*. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
25. Vuylsteke, D. & Ortiz, R. 1995. Plantain-derived diploid hybrids (TM2x) with black sigatoka resistance. *Hort Science* **30**, 147-149.
26. Vuylsteke D., Ortiz, R. & Ferris, S. 1993. Genetic and agronomic improvement for sustainable production of plantain and banana in sub-Saharan Africa. *African Crop Science* **1**, 1-8.
27. Vuylsteke, D., Swennen, R. & Ortiz, R. 1993. Development and performance of black sigatoka resistant tetraploid hybrids of plantains (*Musa* spp., AAB group). *Euphytica* **65**, 33-42.
28. Vuylsteke, D., Swennen, R. & Ortiz, R. 1993. Registration of 14 improved tropical *Musa* plantain hybrids with black sigatoka resistance. *Hort Science* **28**, 957-959.

Kathelyne Craenen, Belgian, PhD Student, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

J. Coosemans, Belgian, Professor, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

R. Ortiz, Peruvian, former Leader Plantain and Banana Improvement Program & Officer-in-Charge High Tainfall Station, IITA, Nigeria.

Taux d'abrutissement, indicateur de la charge et du régime alimentaire des ongulés sauvages en milieu tempéré et/ou tropical : cas du chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) *

L.M. Kaposo*

Keywords: Roe deer - Grazing - Degree of stress - Alimentary regime - Quality food.

Résumé

Un inventaire des abrutissements du chevreuil a été réalisé au printemps, en été et en automne 1988 dans le Bois de Lauzelle sur une étendue de 124 ha. Cet inventaire qui a été effectué sur 24 couples d'enclos-exclos installés systématiquement dans l'ensemble du Bois de Lauzelle a permis, d'une part de mesurer le degré de la charge exercée par le chevreuil sur la végétation et, d'autre part d'établir son régime alimentaire. Au terme de l'année 1988, la capacité d'accueil alimentaire du Bois de Lauzelle se révèle globalement suffisante pour que la population du chevreuil n'exerce pas de charge sur la végétation, à l'exception de quelques espèces végétales à faible taux de recouvrement. L'examen de la composition chimique des fèces renforce cette conclusion de richesse alimentaire du Bois de Lauzelle et indique que le Bois de Lauzelle offre au chevreuil un aliment de qualité dont le contenu protéique est de l'ordre de 21%.

Summary

*The grazing habitat of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) had been surveyed during spring, summer and autumn seasons of 1988 in Lauzelle Woods using 24 enclosed and unenclosed areas in order to measure the degree of stress on the vegetation exerted by the animal and to establish its alimentary regime. In general, in the woods the availability of the vegetation was sufficient for the roe deer and hence they do not exert any stress on the vegetation. Nevertheless, they exert some stress on some vegetation that had low rate of regrowth. The examination of the chemical composition of the fecal matter revealed that the vegetation of Lauzelle Woods provided a good quality forage with 21% crude protein.*

Introduction

En Europe et en Belgique en particulier, la jonction entre la recherche scientifique et la gestion des ongulés sauvages est un phénomène récent. Une étude expérimentale spécifique débute vers les années 1950 et ce, successivement – en Allemagne, en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas, en Scandinavie et en Belgique (8). Depuis, des travaux sur la capacité d'accueil des forêts compte tenu des spéculations sylvicoles se sont multipliés. Ces travaux ont permis aux gestionnaires d'évaluer les ressources alimentaires d'un massif forestier et, partant, de proposer des remèdes aux déséquilibres entre ces ressources alimentaires et la densité des grands herbivores sauvages. Parmi les travaux qui se rapportent uniquement au chevreuil citons ceux de Ueckermann (24), Siuda (23); Fichant (12); Denis (9, 10); Cannac (5); Boisaubert *et al* (3); Maillard (16); Maizeret (17); Ballon *et al* (2). Les méthodes utilisées par ces divers travaux sont multiples. En ce qui nous concerne, nous avons préféré recueillir sur le terrain – et en particulier sur la végétation et sur les matières fécales – les éléments qui nous permettent d'apprécier comment s'exerce la charge d'une «population» de chevreuils sur son habitat. L'objectif de cette étude consiste donc de savoir :

– si la charge actuelle du chevreuil, seul ongulé sauvage dans ce site, peut entraîner, au terme d'une

année, une modification du taux de recouvrement de la végétation qui lui est accessible;

- si l'examen, sur base des taux d'abrutissement, peut préciser certains aspects du régime alimentaire ainsi que la charge qu'exerce le chevreuil sur la végétation;
- si enfin, à partir de l'analyse des matières fécales, nous pouvons être informés, sur le niveau de la qualité nutritive du régime alimentaire actuel du chevreuil.

Cette étude qui porte sur le chevreuil, ongulé sauvage d'Europe, devrait être adaptée, dans les conditions écologiques qui leur sont propres, aux ongulés sauvages d'Afrique. En effet, à part certaines études déjà effectuées en Afrique australe (11, 21), ce domaine de l'équilibre ongulés sauvages-habitat reste cependant moins étudié dans certains pays d'Afrique centrale, comme la République Démocratique du Congo.

Dans ce pays vit une faune riche et variée des ongulés sauvages. Ces ongulés constituent un patrimoine scientifique et une ressource économique considérable, mais leur exploitation se fait malheureusement d'une manière irrationnelle (braconnage effreiné, destruction et réduction considérables de leurs biotopes par des déboisements, des incendies incontrôlés...). Par ailleurs, le système de protection intégrale dans les

* Chercheur à l'Unité d'Ecologie et de Biogéographie à l'UCL.
Reçu le 08.05.96 et accepté pour publication le 27.01.97.

parcs nationaux peut entraîner des surdensités qui se traduisent par des surpâturages dans certains endroits, cas déjà signalés dans le Parc National des Virunga (8, 18, 25). L'équilibre forêt-grands ongulés sauvages devrait donc nécessiter des contrôles réguliers quant aux facteurs responsables des surcharges dans ces parcs nationaux.

Méthodes

Site d'étude

Situé au nord du site universitaire de Louvain à Louvain-la-Neuve, le Bois du Lauzelle s'étend sur deux communes (Ottignies et Wavre) et comprend 134 ha. Il présente une configuration diverse, définissant un relief à microclimats très variés. L'altitude y varie de 70 à 120 m tandis que la température oscille entre 2,7° et 16,8° C. Le Bois de Lauzelle est caractérisé dans son ensemble par des sols limoneux et sableux principalement sur les versants sud. Les plateaux et les versants nord sont plus limoneux. Certains sols sont de types bruns lessivés, lessivés et podzoliques. Dans les vallées, les sols sont les plus souvent hydromorphes constitués de colluvions et alluvions.

Du point de vue de peuplement, ce terrain qui appartenait à différents propriétaires n'a pas connu une gestion sylvicole parfaite. Les travaux de plantations et d'entretien étaient limités et les fonds de vallées mal drainés. Il était surtout géré à des fins cynégétiques. L'actuel propriétaire, l'Université Catholique de Louvain, a mis en oeuvre un plan d'aménagement qui résulte de l'entretien des peuplements abandonnés par les anciens propriétaires et d'autres projets sylvicoles (introduction d'essences résineuses et feuillues exotiques; drainages de fonds de vallons). On distingue ainsi deux faciès de peuplement :

a. La futaie feuillue mélangée

Ce faciès couvre près de 50% de la superficie où prédominent des hêtres (*Fagus sylvatica*) et des chênes (*Quercus* sp). La strate arborescente est représentée par des pins sylvestres (*Pinus sylvestres*), des mélèzes (*Larix decidua*), d'une soixantaine d'années et de peupliers (*Populus* sp). Le sous-bois est dominé par des ronces (*Rubus* sp), des myrtilles (*Vaccinium myrtillus*), des cerisiers tardifs (*Prunus serotina*), des érables (*Acer pseudoplatanus*), des frênes (*Fraxinus excelsior*), des sureaux (*Sambucus nigra*), des bouleaux (*Betula* sp) et de la strate herbacée variée. Dans les fonds de vallons on retrouve l'aulne (*Alnus glutinosa*).

b. Les milieux ouverts

Ce faciès qui occupe aussi 50% de la superficie comprend les plantations de feuillus (merisiers, chênes d'Amérique, aulnes blancs) et des résineux (Douglas, mélèzes). On y retrouve également des régénérations naturelles composées de bouleaux (*Betula* sp), des cerisiers tardifs (*Prunus serotina*), des sureaux (*Sambucus nigra*) et des bruyères (*Calluna vulgaris*). Ce faciès offre au chevreuil un lieu de viandis en nourriture verte de valeur.

En ce qui concerne le cheptel animal, le garde forestier estime le nombre de chevreuils qui vivent dans ce Bois entre 23 à 30. Notons que le Bois de Lauzelle est contigu à d'autres bois. Il y a lieu de se demander si ce nombre appartient au seul Bois de Lauzelle ou à l'ensemble de divers bois de cette région. Mais lorsque nous considérons l'éthologie du chevreuil, animal lié à son territoire, il est possible d'accorder ce chiffre à l'unique Bois de Lauzelle.

Charge et régime alimentaire

La charge et le régime alimentaire du Chevreuil se fondent, d'une part, sur des relevés systématiques comparatifs de développement de la végétation, effectués sur les placettes accessibles au chevreuil (exclos) et des placettes témoins, contiguës aux exclos, inaccessibles au chevreuil (enclos) et, d'autre part, sur l'analyse des matières fécales du chevreuil. Nos investigations ont été réalisées, au printemps, en été et en automne 1988, sur un total de 24 enclos et 24 exclos de 4 m² chacun, installés systématiquement en hiver dans le bois. Cette installation a été faite de telle sorte que le couple de placettes-échantillons (enclos et exclos) ait la même composition floristique. Au total 216 relevés pour tout le site d'étude, soit 72 relevés par saison, ont été réalisés. La charge et le régime alimentaire ont été mesurés par les valeurs moyennes, selon les méthodes suivantes :

La charge : est évaluée par :

a. Le taux de recouvrements moyen (**R**) des espèces végétales de l'exclos et de l'enclos, l'impact du chevreuil sur la végétation pouvant se traduire par le taux de recouvrement limité de la végétation de l'exclos, par abrutissement, par rapport à la végétation mise sous protection de l'enclos. Cet impact a été mesuré de deux manières : d'une part, par comparaison des taux de recouvrement de toutes les espèces de l'exclos (espèces abruties et non abruties prises ensembles) à ceux de toutes les espèces de l'enclos et, d'autre part, par comparaison des taux de recouvrement des seules espèces abruties de l'exclos et ceux des espèces correspondantes de l'enclos. Ces espèces, regroupées en espèces herbacées et en espèces ligneuses (Lign.), sont désignées, dans cette note, sous le nom de gagnage. Enfin, les relevés de taux de recouvrement ont été effectués selon la méthode de Braun-Blanquet (4).

b. Le taux de sollicitation moyen de la végétation accessible au chevreuil : est donné par le taux d'abrutissement moyen (**A**) par rapport au taux de recouvrement moyen des espèces végétales (**S = A/R**), l'impact du chevreuil sur la végétation pouvant s'exprimer par un prélèvement variable. Comme pour le cerf (*Cervus elaphus* L.) (13), nous avons considéré comme charge relative exercée par le chevreuil sur la végétation, le taux de sollicitation supérieur à l'unité. Le taux d'abrutissement a été mesuré par la méthode d'Aldous (1) modifiée par Goffin (13).

Le régime alimentaire : est évalué par :

a. Le facteur d'utilisation moyen (**U**) de la végétation accessible au chevreuil : le facteur d'utilisation moyen a été établi suivant la méthode d'Aldous (1) modifiée par Cannac (5), par le produit du taux de recouvrement moyen et de celui d'abrouissement moyen ($U = R \times A$), le tout divisé par 100. Il est transformé en pourcentage pour préciser la part de chaque espèce végétale dans le régime alimentaire.

b. Les matières fécales

La récolte de matières fécales a été effectuée, par unité de fèces, en parcourant le terrain d'étude en quête des matières fécales fraîchement déposées. Nous avons considéré comme étant une unité, un ensemble en apparence homogène quelque soit la grandeur ou le nombre de fèces dispersées. Au total 40 fèces ont été relevées (9) en hiver, (8) au printemps et (23) en été. Les analyses, exprimées en fonction de la matière sèche, ont porté sur les teneurs en protéines, en cellulose, en extractifs non azotés (ENA) et en cendres. Ces analyses ont été faites par le Laboratoire Provincial d'Analyses et de Recherches Appliquées en Agriculture et en Horticulture, Rue Saint Nicolas 17 – 1310 La Hulpe. Pour comparer les écarts existant entre les moyennes des différents échantillons, les données ont été soumises à l'analyse de la variance.

Résultats et interprétations

Taux de recouvrement de l'enclos et de l'exclos comme indice de charge

Les taux de recouvrement de la végétation de l'enclos et de l'exclos sont présentés dans la figure 1. Ils paraissent globalement supérieurs pour les enclos que pour les exclos, aussi bien pour des espèces ligneuses, que pour les espèces herbacées. Au niveau des saisons, le taux de recouvrement est plus élevé en été suivi de celui de l'automne, tant au niveau des espèces qu'au niveau des placettes. Soumis à l'analyse de la variance, aucune différence significative ne s'est manifestée entre taux de recouvrement de l'enclos et de l'exclos, tandis que nous avons observé des divergences hautement significatives entre saisons. Cette différence s'est traduit, au seuil 0.01, entre été et printemps ainsi qu'entre été et automne, mais non entre printemps et automne.

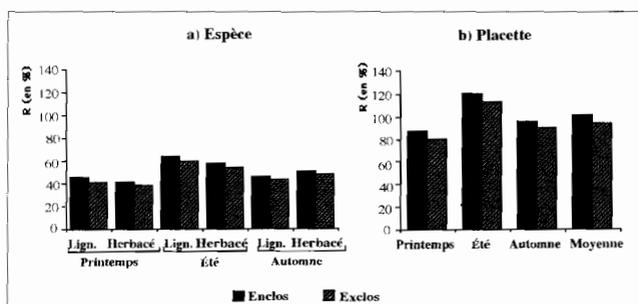


Figure 1 : Charge en fonction des taux de recouvrement de la végétation au printemps, en été et en automne (a) par espèce et (b) par placette.

Taux de sollicitation comme indice de charge

Globalement, la charge exercée par le chevreuil sur la végétation a été moins perçue dans le Bois de Lauzelle par rapport à la masse végétale préférentiellement appétée par le chevreuil qui est observée. Le taux de sollicitation y varie d'une espèce végétale à l'autre. Elle a été observée sur quelques espèces moins abondantes. Parmi celles-ci, on peut trouver ci-dessous, par saison, celles dont le taux de sollicitation est égal ou supérieur à 10%. En effet, contrairement aux études effectuées par Goffin (13), les études plus récentes ont montré que la charge exercée sur la végétation par les cervidés n'est effective qu'à partir de 10% de taux de sollicitation (14).

Au printemps, 3 espèces (*Luzula sylvatica*; *Epilobium angustifolium* et *Deschampsia cespitosa*) dont la sollicitation est supérieure à dix, totalisent seulement 1.41% de l'abondance relative des végétaux disponibles. De même l'attraction estivale majeure est exercée par trois espèces (*Epilobium montanum*; *Epilobium angustifolium* et *Sorbus aucuparia* qui ne réunissent à elles seules que 0,79% du taux de recouvrement. Enfin la sélectivité automnale supérieure à 10 est le fait d'une seule espèce (*Salix caprea*) qui représente 0.02% du taux de recouvrement. L'attraction de certaines de ces espèces était très grande de telle sorte que nous nous sommes demandé s'il ne pouvait pas en résulter une menace pour leur survie. A cet égard nous pouvons signaler, en automne, le cas du *Salix caprea*, en été celui de l'*Epilobium montanum* et *E. angustifolium* et au printemps celui de *Luzula sylvatica* et de l'*Epilobium angustifolium*.

Variations saisonnières du régime alimentaire en fonction du facteur d'utilisation

La figure 2 nous indique le régime alimentaire du chevreuil dans le présent travail. A l'examen de cette figure, l'on se rend bien compte avec d'autres auteurs (5, 9, 12, 23) que le chevreuil se nourrit essentiellement d'espèces ligneuses et semi-ligneuses.

En effet, au printemps et en été la part d'espèces ligneuses et semi-ligneuses est prépondérante dans le régime alimentaire (69% au printemps et 90% en été). *Rubus* sp, *Rubus idaeus* et *Calluna vulgaris* totalisent à eux seuls 66% au printemps; tandis qu'en été 88% sont assurés par *Rubus* sp, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra*, *Prunus serotina* et *Sorbus aucuparia*. En automne la situation s'inverse; les plantes herbacées interviennent globalement pour 57% dans le régime alimentaire. Malgré cela, parmi les 4 espèces qui forment la majeure partie de l'alimentation du chevreuil à cette période (71%), 3 sont semi-ligneuses: *Calluna vulgaris*, *Rubus* sp et *R. idaeus* (40%) et le reste des graminées, dont *Deschampsia cespitosa* (31%).

Valeur du régime alimentaire en fonction des matières fécales

Les analyses des matières fécales sont données dans la figure 3. Globalement, ENA suivis de protéines sont plus considérables que la cellulose et les cendres (Fig. 3b). Cela témoigne, en plus de la diversité, de la

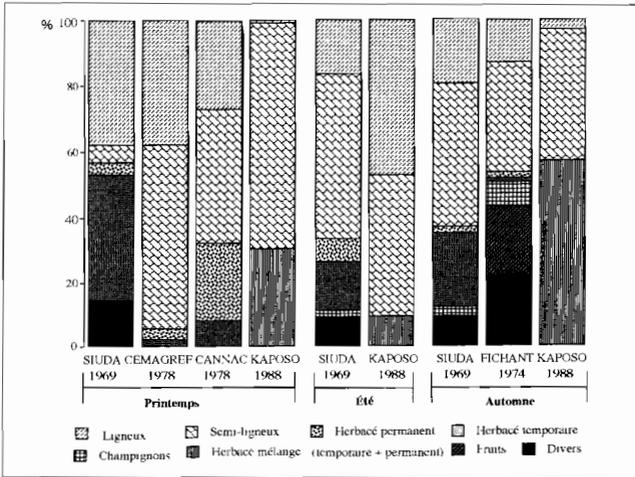


Figure 2 : Comparaison du régime alimentaire du chevreuil au printemps, en été et en automne suivant différents auteurs.

sélection de plantes riches en matières nutritives par le chevreuil. Mais au niveau d'un même paramètre, les différences entre saisons n'ont pas apparu visiblement. L'analyse de variance nous a permis de vérifier la véracité de cette constatation. L'absence des différences significatives s'est confirmée uniquement pour les protéines. Mais des différences significatives ont été observées entre saisons au niveau des E.N.A., des cendres et de la cellulose. La comparaison des moyennes exprime des écarts hautement significatifs à 95% entre printemps-été et été-hiver pour les cendres et la cellulose. Tandis que ce désaccord se manifeste seulement entre été-hiver pour ENA.

Discussion

Taux de recouvrement et taux de sollicitation de la végétation comme indice de charge

Les taux de recouvrement de la végétation de l'enclos et de l'exclos devait nous permettre d'évaluer la charge exercée par une population de chevreuils vis-à-vis de son milieu, en l'occurrence ici le Bois de Lauzelle. Il apparaît qu'au terme de 9 mois, une évolution de la végétation mesurée par un tel dispositif n'est pas signi-

ficative. En effet, l'analyse de la variance de taux de recouvrement de l'enclos et de l'exclos ne montre pas de différences significatives. Par contre, les différences de taux de recouvrement s'établissent entre les saisons. Ces divergences ne semblent donc pas liées aux enclos et exclos. Etant donné le grand nombre de relevés sans abrouissement nous avons émis deux hypothèses :

a. soit ces différences de taux de recouvrement sont dues aux abrouissements effectués au niveau d'espèces végétales des exclos;

b. soit elles sont établies sur une simple évolution saisonnière de la végétation de deux placettes (enclos et exclos). Normalement quand le taux d'abrouissements est supérieur à zéro, la différence des taux de recouvrements entre les enclos et les exclos doit être significative. Mais quand le taux d'abrouissements est nul, la différence entre les taux de recouvrement est nécessairement nulle. Ce faisant, nous avons séparé les relevés sans abrouissements de ceux qui ont présenté des abrouissements (exclos) et avons testé leurs taux de recouvrements par rapport aux taux de recouvrements correspondants de l'enclos. Le test d'égalité des moyennes a montré des différences hautement significatives quand l'abrouissement est nul, au seuil de 0,01, tandis qu'on n'a pas observé de différences significatives lorsque l'abrouissement est positif. Cela indique que les différences observées entre saisons ne sont pas dues à l'abrouissement, mais tout simplement à l'évolution naturelle de la végétation.

De même, en ce qui concerne le taux de sollicitation, le chevreuil n'exerce pas de charge sur la végétation, à l'exception de quelques espèces végétales moins abondantes. Selon C.E.M.A.G.R.E.F. (6), le degré élevé de sollicitation de certaines espèces ne signifie pas nécessairement surcharge.

Variations saisonnières du régime alimentaire

La confrontation établie entre nos résultats et ceux des autres chercheurs relève le choix alimentaire des espèces ligneuses et semi-ligneuses par le chevreuil (Fig. 2). Parmi ces espèces *Rubus* sp et *R. idaeus* étaient les plus appréciées, essentiellement au printemps et en été. Ce choix alimentaire du chevreuil nous paraît difficile à expliquer, comme le stipulent Denis (9) et Kossak (15), il est difficile de citer les espèces toujours recherchées car l'appétence est souvent liée au stade phénologique, à la structure de l'espèce, aux disponibilités locales et vraisemblablement à la richesse nutritive des plantes. D'autres études soulignent également le crédit à accorder aux besoins en énergie métabolique (19, 20).

Composition chimique des fèces comme indicateur de la valeur nutritive du régime alimentaire dans le Bois de Lauzelle

La valeur nutritive du régime alimentaire est essentiellement constituée par la teneur en protéines (ou azote). Ainsi, le régime d'entretien des cervidés n'est assuré que si la teneur en protéines est >7% par rapport à la matière sèche. Le taux de croissance moyen exige une teneur en protéines >9% tandis que pour le taux de

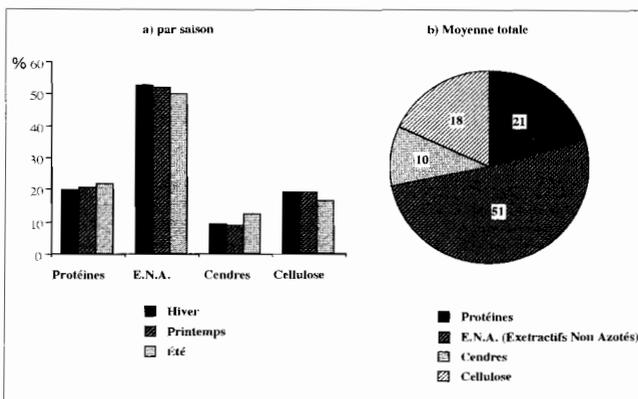


Figure 3 : Composition moyenne de fèces dans le Bois de Lauzelle en 1988 (en %)

croissance optimum, 13% ou plus jusqu'à une certaine limite sont nécessaires (6, 22). Nos relevés de fèces donnent au Bois de Lauzelle une teneur de 21% de protéines par rapport à la matière sèche (Fig. 3b). Cette valeur indique que, indépendamment de la densité actuelle des chevreuils dans le Bois de Lauzelle, le régime alimentaire effectif actuel, tel qu'il est mesuré par la teneur en protéines de ce que le chevreuil a abrouillé réellement entre les mois de mars et d'octobre 1988, révèle une valeur alimentaire élevée. De ce point de vue on ne peut pas parler d'une surpopulation dans le Bois de Lauzelle. Ces résultats viennent compléter ceux relatifs au régime alimentaire et à l'absence de la charge exercée par le chevreuil sur la végétation du Bois de Lauzelle.

Conclusions

Il ressort de cette étude que depuis mars jusqu'en octobre 1988, rien ne permet de conclure à un dépassement de la capacité d'accueil de ce biotope. La charge relative se manifeste sur quelques espèces rares et cela à des degrés divers. Le taux d'abrouillage met ainsi en évidence deux catégories d'espèces prélevées : les espèces régulièrement abrouillées et les espèces qui sont activement recherchées. Le deuxième groupe est constitué surtout des espèces moins abondantes. L'inventaire des espèces préférentiellement appréciées nous renseigne en outre sur l'utilisation d'un petit nombre d'espèces, essentiellement ligneuses et semi-ligneuses, en présence d'une diversité spécifique importante. Certaines espèces telles que *Fraxinus excelsior*, *Ranunculus* sp., *Lamium galeobdolon*, *Galium mollugo*, *Lonicera periclymenum*, *Anemone nemorosa*, déjà citées plusieurs fois dans sa ration par d'autres auteurs (5, 16) et absentes dans son régime alimentaire du Bois de Lauzelle illustrent le caractère éclectique du chevreuil.

La composition chimique de fèces (21% de protéines) indique que l'adéquation «densité du chevreuil – ressources alimentaires» est telle qu'une croissance optimale du chevreuil est actuellement assurée dans le Bois de Lauzelle.

La différence entre recouvrements de l'exclos et de l'enclos de saison à saison, proviendrait de l'implantation des placettes au cours de l'hiver (pendant le repos de la végétation) pendant que l'inventaire a été établi au cours des périodes de la végétation.

Au terme de cette étude il nous semble opportun d'insister sur le fait que :

1. La localisation des placettes devrait s'effectuer au cours de la période de la végétation pour éviter les différences des végétaux lors de l'implantation des deux placettes.
2. L'inventaire devrait être effectué sur plusieurs années (en particulier au cours de l'hiver) pour permettre des comparaisons et d'en tirer des conclusions durables. L'hiver est en effet considéré comme étant une période favorable sur l'estimation du régime alimentaire des cervidés compte tenu de sa position de goulot d'étranglement due à la rareté des végétaux;
3. La comparaison avec les relevés d'autres stations devrait dégager des normes sur lesquelles pourraient se référer les gestionnaires pour juger de l'opportunité d'un ajustement des effectifs de chevreuils ou d'une amélioration des ressources alimentaires.

Remerciements

Nous tenons à remercier les Professeurs Simon de Crombrughe, Philippe Lebrun et Monsieur Thierry Hans pour leurs conseils apportés lors de la réalisation de cet article; l'A.G.C.D. pour le financement et le garde forestier Jean-claude pour sa collaboration.

Références bibliographiques

1. Aldous, S.E., 1944. A deer browse survey method. *Journal of Mammalogy* **25** (2) : 130-136.
2. Ballon, P., Guibert, B. & Maizeret, C., 1991. Influence de la sylviculture du pin maritime sur les populations de chevreuils du massif des landes de Gascogne. XXth congrès de l'IUGB, Hongrie : 40-48.
3. Boisauvert, B., Maillard, D. & Maire, M.H., 1985. Etude du régime alimentaire du chevreuil en forêt de Haye, cong., 94: 421-438.
4. Braun-Blanquet, J., 1951. In Goffin 1983.
5. Cannac, R., 1978. La méthode d'ALDOUS appliquée à l'étude des gagnages à chevreuils, au printemps en forêt de Chizé (Deux-Sèvres) n° sp : 115-145.
6. C.E.M.A.G.R.E.F., 1982. L'alimentation du Cerf: Potentialités alimentaires des peuplements forestiers. Groupement de Nogent-sur-Vernisson 492 : 44.
7. de Crombrughe, S.A., 1986. Cynégétique et équilibre faune sauvage-sylviculture, coll., A.U.E., n° 252 : 61-76.
8. Delvingt, W., 1978. Ecologie de l'hippopotames (*Hippopotamus amphibius* L.) au Parc National des Virunga (Zaïre). Dissertation doctorale, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux: 333 pp.
9. Denis, M., 1978. Résultat des inventaires de gagnages réalisés au printemps 1976 par la méthode d'Aldous sur la réserve à chevreuils de Trois Fontaines (Marne). CTGREF, – Groupement Technique Forestier, Nogent-sur-Vernisson **8** : 1-34.
10. Denis, M., 1988. Alimentation hivernale du chevreuil (*Capreolus capreolus*) : potentialités alimentaires des peuplements forestiers. CMAGREF, – Groupement de Nogent-sur-Vernisson : 24 pp.
11. Fabricius, C. & Mentis, M.T. 1990. Seasonal habitat selection by Eland in arid savanna in Southern Africa. *South Africa journal of Zoology* **25** : 238-244.
12. Fichant, R., 1974. L'alimentation du chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) en période automnale, dans le sud de l'Ardenne Belge, par l'analyse des contenus stomacaux. F.U.L., Arlon, série «Notes de recherches» 23 pp.
13. Goffin, R.A., 1983. Bases écologiques de la mise en valeur cynégétique des forêts belges à ongulés-gibier et particulièrement à cerf (*Cervus elaphus* L.). Dissertation doctorale, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon : 151 pp.
14. Kaposi, L.M., 1994. Charge relative exercée par le cerf (*Cervus elaphus* L.) sur la végétation de deux massifs forestiers ardennais. Dissertation doctorale, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve. 159 pp + annexes.
15. Kossak, S., 1976. The complex character of the food preferences of Cervidae and phytocenosis structure. *Acta Theriologica* **21** : 359-373.
16. Maillard, D., J.F. Picard, 1987. Le régime alimentaire automnal et hivernal du chevreuil (*Capreolus capreolus*) dans une hêtraie calcicole, déterminé par l'analyse des contenus stomacaux. *Gibier faune sauvage*, **4** : 1-30.
17. Maizeret, C., 1988. Stratégies alimentaires des chevreuils: les fondements écologiques d'une diversification du régime. *Acta Acologica*, vol. **9**, n° 2 : 191-211.

18. Mankoto Ma Mbaelele, 1989. Problèmes d'écologie au Parc National des Virunga. Exploration du Parc National des Virunga. Fondation pour favoriser des Recherches Scientifiques en Afrique, **2** (28) : 63 pp.
19. Martyn G. Murray, 1991. Maximizing energy retention in grazing ruminants. *J. of Anim. Ecol.* (60) : 1029-1045.
20. McCorquodale, M.S., 1991. Energetic considerations and habitat quality for elk arid grasslands and coniferous forests. *J. Wildl. Manage.* **55** : 237-242.
21. Owen-Smith, N. & Cooper, S.M., 1987. Palatability of woody plants to browsing ruminants in a South African Savanna. *Ecology* **68** : 319-331.
22. Papageorgion, N.K., 1978. Food preferences, feed intaken and protein requirements of red deer in central Greece. *J. wildl. manage.* **42** : 940-943.
23. Siuda, A., Zurowski, W., Siuda, H., 1969. The food of the roe deer. *Acta the-riologica*, **14** (18) : 247-262.
24. Ueckermann, E., 1952. Rehwildund standort. *Beilage zur Jagdzeitschrift, Graz*, **7**, 5 : 32 pp.
25. Verschuren, J., 1987. L'action des Eléphants et des Hippopotames sur l'habitat, au Parc National des Virunga, Zaïre. Evolution chronologique de leurs populations. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*. Vol. **57** : 1-5.

* Kaposo L. M., congolais, Docteur en Sciences biologiques (Université Catholique de Louvain: Unité d'Ecologie et de Biogéographie). Chef de travaux à l'Université de Lubumbashi, B.P. 1825 Lubumbashi/R.D.C. Adresse actuelle: Rue des Tilleuls 51 A, 1435 Mont-Saint-Guibert.

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE – CHANGING OF ADDRESS ADRESVERANDERING – CAMBIO DE DIRECCION

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps, votre changement d'adresse faite de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention « N'habite plus à l'adresse indiquée » et votre nom sera rayé de notre liste.

You are interested in **Tropicultura**! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks « Addressee not traceable on this address » and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent door **Tropicultura** geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering op tijd door anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding « Woont niet meer op dit adres » en uw naam wordt dan automatisch van de adressenlijst geschrapt.

Si **Tropicultura** se interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario, la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención « No reside en la dirección indicada » y su nombre será suprimido de la lista de abonados.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTEN

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Rasgos alimenticios, reproductivos y potencial productivo del tepezcuintle (*Agouti paca*)

R.C. Montes-Pérez*

Keywords: *Agouti paca* - Tepezcuintle - Hystricomorph - Rodent - *Cuniculus*.

Resumen

En esta revisión bibliográfica se presenta información sobre las diferentes especies de frutas, hortalizas, granos y forraje del que se alimenta el tepezcuintle (*Agouti paca*). También se informa sobre características e indicadores reproductivos que presentan animales en cautiverio así como el rendimiento en carne de animales criados bajo condiciones controladas. Y finalmente se mencionan posibilidades para aumentar los índices reproductivos para incrementar la producción de crías.

Summary

The present article reviews the bibliographic data available on the feeding of tepezcuintle (*Agouti paca*). It also reports about the reproductive rates and the meat production in captivity and mentions some alternatives to improve this characteristics.

Introducción

En Centroamérica y México se han realizado intentos para criar al tepezcuintle (*Agouti paca*) en cautiverio (9, 21), sin embargo no hay suficiente información acerca de sus rasgos nutricionales, indicadores productivos o reproductivos, para poder evaluar la eficiencia de los diferentes tipos de crianza de este roedor. También existe escasez en los procedimientos de manejo para aumentar el desempeño reproductivo de esta especie (14).

El objetivo de esta revisión bibliográfica es proporcionar información de rasgos nutricionales, reproductivos y el potencial productivo de tepezcuintles mantenidos en cautiverio.

Hábitos alimenticios

Gallina (3), reportó que las especies de flora que consume el tepezcuintle en la selva de Chiapas varían de acuerdo a la temporada del año. Estos hallazgos están en relación con la disponibilidad estacional de flora, la cual está en función de la abundancia y época de fructificación de algunas especies, principalmente de las plantas arbóreas. Viveros (21) reportó que en el estado de Veracruz, bajo condiciones de cautiverio, el tepezcuintle consumió frutos, semillas blandas y tallos tiernos. Las especies consumidas se muestran en la Tabla 1, así como otras frutas y semillas cultivadas, como maíz, yuca, papaya, guayabas, tamarindos, naranjas, plátano e incluso maleza (*Tithonia* sp.), este mismo autor menciona que los animales adultos ingieren entre 0.5 y 1.0 kg diarios, con esta cantidad los animales pueden desarrollarse satisfactoriamente. Matamoros (5) en Costa Rica

informó de la crianza de tepezcuintles en cautiverio, mantenidos a base de Musáceas (plátanos), *M. indica* y *P. americana*, también consumen cítricos y cucurbitáceas, de los cuales solo consumen la pulpa, no menciona las cantidades que consumen. Smythe y Brown de Guanti (18), probaron siete dietas en animales criados en jaulas individuales, todas las dietas contenían calcio, suplementos vitamínicos en polvo o pildoras molidas, frutas como naranja; hojas de *B. alicastrum*, *C. cajan*, *D. ovalifolium*, *Ficus*, *Ipomea*, Mañoc; granos de maíz, arroz, cáscara de arroz, alfresco de trigo, trigo entero; alimento comercial para conejo, cáscara de huevo, sal, alimento de soya; mencionan que la dieta actual suministrada a cada animal es de 175.75 g con un costo anual de \$23.65 dolares americanos por animal. Hasta el momento se sabe que el tepezcuintle es animal vegetariano, sin embargo Smythe y Brown de Guanti (18) indican que es omnívoro. La porción interna del aparato digestivo está constituida por estómago, intestino delgado, ciego, colon, recto y ano, típicos de especies monogástricas (6, 10 11). Se aprecia que falta información sobre los requerimientos de nutrientes en la dieta de animales mantenidos en cautiverio. Smythe y Brown de Guanti (18) mencionan que las pacas ocasionalmente ingieren heces fecales y tierra; Matamoros (5) también reportó que algunas pacas realizaron copro-fagia, al no tener alimento en las jaulas. Las crías comienzan a ingerir alimentos sólidos a partir de las tres semanas de edad, sin embargo Cuarón (2) indica que pueden ingerir alimento sólido a la semana de edad o tal vez antes.

* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Apartado Postal 4-116. CP. 97100. Mérida, Yucatán, México.
Recibido el 19.12.96 y aceptado para publicación el 12.12.97.

Tabla 1
Géneros y especies de flora que consume el tepezcuintle
(*Agouti paca*).

Genero o especie	Epoca de consumo	Lugar	Autor
<i>Dialium guianense</i>	F, J	Chiapas	Gallina
<i>Pouteria sapota</i>	F, A, J	(México)	(1981)
<i>Borisimum alicastrum</i>	F, A		
<i>Licaria capitata</i>	F		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	F		
<i>Eugenia uliginosa</i>	F, A, J		
<i>Virola guatemalensis</i>	A		
<i>Coussarea</i> sp	A		
<i>Chamaedora tepejilote</i>	J		
<i>Salacia belizensis</i>	J		
<i>Spondias mombin</i>		Veracruz	Viveros
<i>B. alicastrum</i>		(México)	(1991)
<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>			
<i>Cymbupetallum baillonii</i>			
<i>Chamaedora</i> sp			
<i>Manilkara zapota</i>			
<i>Mastichodendron capiri</i>			
<i>Acrocomia mexicana</i>			
<i>Erethia tinifolia</i>			
<i>Mangifera indica</i>			
<i>Persea americana</i>			
<i>Comocladia engleriana</i>			
<i>Sehelelea liebmanni</i>			
<i>Guezuma ulmiifolia</i>			
<i>Parmentaria edulis</i>			
<i>Musa</i> sp		Costa Rica	Matamoros
<i>Mangifera indica</i>			(1982)
<i>Persea americana</i>			
<i>Anacardium excelsum</i>		Panama	Smythe y
<i>Bactris majar</i>			Brown
<i>Cecropia</i> sp			de Guanti
<i>Faramea</i> sp			(1995)
<i>Ficus</i> sp			
<i>Inga</i> sp			
<i>Ipomea</i> sp			
<i>Spndias</i> sp			
<i>Ananas comosus</i>			
<i>Anona muricata</i>			
<i>Citrus</i> sp			
<i>Cocos nucifera</i>			
<i>Hibiscus</i> sp			
<i>Leucaena leucocephala</i>			
<i>Manihot esculenta</i>			
<i>Psidium guajava</i>			

F = febrero, A = abril, J = junio.

Características reproductivas y potencial productivo

El apareamiento ocurre todo el año (5, 7, 17), sin embargo Gaumer (citado por 8) menciona que copulan al principio de invierno y la hembra pare en la época de secas. Matamoros y Pashov (7) menciona que durante todo el año las hembras presentan celos, pero son más frecuentes en los meses de diciembre y

enero. Smythe (17) indica que existe un periodo donde se concentraron los partos, que es entre marzo y mayo, si se considera que la gestación dura alrededor de 114 días con un rango entre 85 a 156 días (8) entonces se puede deducir que los celos fértiles se concentran entre noviembre y enero, tal como lo registró Gaumer (8). Posteriormente en 1995, Smythe y Brown de Guanti (18) informan que existen dos periodos de mayor frecuencia de partos, en marzo y agosto-septiembre. No informan si este hallazgo está relacionado con algún cambio en el manejo de animales, o algún otro procedimiento adicional realizado con éstos. El ciclo estral dura 31.23 días (8). Matamoros y Pashov (7) registró duración promedio de 31.16 días, con variación entre 12 a 67 días. Otro reporte indicó duración de 30 días (1). Este rasgo todavía no es consistente en la literatura, por la variabilidad con la que se reporta. Las etapas del ciclo estral han sido divididas de diferente manera. Matamoros y Pashov (7), identificó cinco tipos de ciclo estral, de acuerdo al análisis citológico del epitelio vaginal, en estos tipos esterales caracterizó tres etapas: proestro, estro y posestro. Morales (8), utilizando la misma técnica, caracterizó cuatro etapas del ciclo estral: proestro, estro, metaestro y diestro. La presentación del estro ocurre por apertura vaginal, la primera presentación de apertura vaginal ocurre entre los dos y cuatro meses de edad (17), incluso puede presentarse hasta los nueve meses de edad (1, 8). Matamoros (4), analizó el aparato reproductor de hembra prepuber de dos meses de edad, y solo encontró folículos primarios y en crecimiento, este hallazgo permite suponer que la pubertad en la hembra se alcanza después de los dos meses de edad. Sanvicente (15) indica que la madurez sexual en la hembra ocurre a los nueve meses de edad y en el macho antes del año, sin embargo Pérez (citado por 8) indica que la hembra alcanza la madurez sexual al año de edad. El intervalo entre partos es de 186.7 días, con rango entre 162 a 186 días (17). Matamoros (5) indica intervalo entre partos de 178 a 190 días y Morales (8) dió valores del intervalo entre partos de 191 días para hembras silvestres. Un rasgo relacionado con el intervalo entre partos es la existencia de celo posparto (2, 5, 8), éste se presenta unos días después del parto, este hallazgo fue confirmado por Matamoros (4, 7) al realizar la inspección de los ovarios de hembra gestante y lactando, donde encontró folículos terciarios en crecimiento. Este hallazgo indica entonces que la longitud del intervalo entre partos depende en gran medida de la presentación y duración del anestro por lactación, de allí entonces que una hembra pueda presentar desde uno a tres partos por año (8, 21). La cantidad de crías al parto es variable, algunos reportan una cría (2, 4, 8, 21), dos (5, 17) y tres crías (1, 18). Este rasgo Smythe (16) lo considera de naturaleza genética, y él mismo propone que la cantidad de crías al parto podría ser aumentado a través de procesos de selección y mejoramiento de los nutrientes en la dieta. Hasta el momento no existe algún reporte que aclare la dependencia genética o ambiental del tamaño de camada, por lo que no se puede suponer si existen variedades con mayor o

menor prolificidad. Durante los primeros 90 días de edad la cría se alimenta principalmente de leche materna, aunque puede ingerir alimentos sólidos desde la primera semana de edad (2) o también a las tres semanas de edad (5, 15). Morales (8) y Viveros (21) indican que la lactancia dura alrededor de seis meses. Las crías pesan al nacer entre 450 y 650 g (Fotografía 1) (5, 21). Morales (8) reporta que alcanzan pesos al nacimiento de 800 g. El crecimiento es relativamente rápido, pues alcanza peso de 1 750 g al primer mes de edad y 2 480 g al segundo mes (21). Cuarón (2) reportó que tepezcuintles criados en Chiapas, alcanzaron pesos de 1.0 kg a las dos semanas de edad, 2.1 kg a las seis semanas, 3.5 kg a las diez semanas y entre 5.5 y 6.78 kg a los diez meses de edad. Este mismo autor muestra una gráfica que indica que durante las primeras diez semanas de edad, la tasa de crecimiento es rápido comparado con el intervalo de crecimiento entre las 10 y 18 semanas volviendo a aumentar entre las 18 y 26 semanas de edad. Sin embargo Sanvicente (15) menciona que el crecimiento es lento durante los primeros tres meses de edad para luego volverse rápido hasta alcanzar el peso adulto a los seis meses de edad. Cuarón (2) indicó el régimen alimenticio con el que mantuvo a las crías, ésta fue a base de leche de cabra suministrada en mamila para posteriormente ofrecer la leche en plato, complementó la alimentación con frutas (plátano, melón, tomate). Smythe (17) probó cuatro tratamientos de alimentación y manejo de la cría. Primero, separó a las crías de los padres al día noveno de edad, dió alimento basado en frutas y no realizó desparasitación; segundo, separación de los padres a la edad de 29 días, alimentación a base de dieta artificial rica en proteína y aplicó desparasitación; tercero, retiro temporal de la cría solo en la noche desde el primer día de nacido y regreso con la madre durante el día y se alimentó con dieta artificial, a partir de los 29 días de edad se retiró definitivamente de la madre, este animal también fue desparasitado. Cuarto, sin retiro de la madre y ofrecimiento de la dieta rica en proteína desde el primer día de nacido. Los resultados indican que el animal sometido al primer tratamiento tuvo menor ganancia de peso desde el principio, los tratamientos segundo y tercero muestran ganancias de peso mayores que el primer tratamiento pero menores al cuarto. Esto confirma que el manejo de la lactancia es fundamental para la dinámica del crecimiento de la cría. Otro aspecto importante en el manejo de la cría en la época de lactancia, es la posibilidad de realizar al amansamiento del animal y acostumbamiento al trato humano, este rasgo se le denomina «impronta o troquelado» (19), el periodo de duración del troquelado se realiza durante los primeros 40 días de nacido el animal. Este rasgo es importante en las poblaciones que tienen la posibilidad de ser domesticadas por el hombre (13, 17). Smythe (17, 18) menciona que los tepezcuintles pueden producir mayor cantidad de carne que el ganado bovino criado en praderas de bosque tropical. Calculó que en un periodo de 4.5 años una res alcanza el peso requerido para la venta de carne, el rendimiento en carne es de 40 kg al año o de 180 kg en 4.5 años; el tepezcuintle en ese mismo

periodo, bajo un desempeño reproductivo mejorado, es decir utilizando una proporción de macho a hembra reproductores de 1:5, y con el sistema de manejo establecido por el autor, podría producir 10 crías, con un rendimiento total de carne de 189 kg, es decir produciría 42 kg de carne al año. Smythe y Brown de Guanti (18) proponen que existen dos factores principales que determinan la factibilidad económica para la producción del tepezcuintle, éstos son, la disponibilidad de capital para construir las jaulas adecuadas y la tasa reproductiva. La domesticación del tepezcuintle sería la vía posible para disminuir el costo por instalaciones, ya que animales domesticados permanecerían en corrales más sencillos y podrían ser manejados como rebaños de animales domésticos (18). Mencionan también que aumentar el índice reproductivo es poco probable, sin embargo podría aumentarse el tamaño de camada, el propósito es llegar a obtener variedades que tengan al parto dos crías, sin embargo argumenta que a pesar de que no se mejorara ningún rasgo reproductivo podría ser rentable todavía la producción de tepezcuintle, siempre y cuando la demanda de carne se conservara como en la fecha en que se escribió el documento (18).



Fotografía de una cría de tepezcuintle (*Agouti paca*) en la entrada de la madriguera. Imagen tomada en un criadero rústico en el estado de Quintana Roo, México.

Comentarios finales

Las limitaciones actuales de la producción del tepezcuintle, podrían ser superadas a través del manejo en cautiverio de colonias domesticadas, tal como lo menciona Smythe y Brown de Guanti (18), sin embargo también es probable modificar el desempeño reproductivo del tepezcuintle. En este aspecto pueden enfocarse tres puntos a investigar, el primero radica en la existencia de un celo posparto, el cual parece estar condicionado por el amamantamiento de la cría, este proceso también se encuentra en ganado doméstico, en especial el bovino de carne, en esta especie está esclarecido el mecanismo fisiológico que lo desencadena, y existen técnicas de manejo que permiten disminuir el anestro por lactación (12), sin embargo esto no sucede con el tepezcuintle, en la medida que se pueda acortar el anestro por lactación se podría aumentar la cantidad de partos en la vida

reproductiva de la hembra. También se dispone como tema de investigación el potencial de producir camadas dobles y triples, como se indicó anteriormente no se tienen antecedentes que pudieran identificar los componentes genéticos o ambientales que condicionan la capacidad para producir numerosos óvulos fértiles en cada ciclo estral, así como la capacidad uterina para implantar dos o más embriones que lleguen a término en la gestación. El tercer rasgo reproductivo que se puede abordar, es la precocidad de la pubertad, la información no es consistente para determinar la menor edad a la que la hembra inicia su período reproductivo, si este rasgo es determinado por factores ambientales o genéticos todavía está por aclararse, sin embargo entre más corta sea la edad a la que una hembra inicie su función reproductiva también se acortará el intervalo generacional y también aumentará la cantidad de crías producidas por hembra.

Finalmente, el tepezcuintle es un recurso alimentario en la región (9). Es una especie evolutivamente adaptada a diferentes ecosistemas americanos, además

los recursos florísticos locales son los consumidos por animales en cautiverio y las interacciones poblacionales entre el tepezcuintle y otras especies nativas locales no presentarían impactos ambientales drásticos, tal como a veces sucede con especies exóticas introducidas a ecosistemas americanos (22).

Un punto relevante es la posibilidad de manejar variedades domesticadas y mejoradas del tepezcuintle que podría hacer factible la utilización de este germoplasma en diferentes localidades potencialmente consumidoras de este recurso, donde se manejaría como animal de traspatio, lo que en otros lugares se llama microganadería (20). Esto ayudaría a disminuir la presión de cacería que sufren las poblaciones silvestres y tal vez podría ayudar a controlar el mercado clandestino de la venta de carne de animales silvestres, a través del establecimiento de canales de comercialización de la carne producida en criaderos legalizados. Estos rasgos favorables para la crianza del tepezcuintle tornan a este recurso faunístico susceptible de realizarse sustentablemente.

Literatura citada

- Bostid (Board on Science and Technology for International Development), 1991, *Microlivestock: Little-Known Small Animals with a Promising Economic Future*. National Research Council, National Academic Press Washington, D.C., pp. 263-269.
- Cuarón D.A., 1985, Crianza del tepezcuintle *Agouti paca* y los guaqueques *Dasyprocta* spp en Chiapas, México. Primer Simposio Internacional de Fauna Silvestre. Vol. II. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Wildlife Society de México A.C. México, D.F. pp. 811-822.
- Gallina S., 1981, Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios del tepezcuintle (*Agouti paca* Lin.) en Lancajá-Chansayab, Chiapas. Publicación Instituto de Ecología 6, 55-67.
- Matamoros Y., 1981, Anatomía e histología del sistema reproductor del tepezcuintle (*Cuniculus paca*). Rev. Biol. Trop. 29, 155-164.
- Matamoros Y.H., 1982, Notas sobre la biología del tepezcuintle, *Cuniculus paca*, Brisson (Rodentia: Dasyprocta) en cautiverio. Brenesia 19/20, 71-82.
- Matamoros Y. & Pashov B., 1982, El estómago del tepezcuintle (*Cuniculus paca*) su estructura histológica y algunas reacciones histoquímicas. Cienc. Vet. IV, 15-20.
- Matamoros Y. & Pashov B., 1984, Ciclo estral del tepezcuintle (*Cuniculus paca*, Brisson), en cautiverio. Brenesia 22, 249-260.
- Morales L.M.S., 1995, Caracterización del ciclo estral en el tepezcuintle (*Agouti paca*) por medio de frotis vaginales. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México. 45 pp.
- Ojasti J.Pr., 1993, Utilización de la fauna silvestre en América Latina: situación y perspectivas para un manejo sostenible. Monografía No. 25. Guía FAO Conservación. Roma, Italia. pp. 122-125.
- Pashov B., 1981, Histología e histoquímica del duodeno de tepezcuintle (*Cuniculus paca*). Cienc. Vet. III, 17-23.
- Pashov N.B. & Matamoros H.Y., 1990, Estudio morfológico del intestino del tepezcuintle (*Agouti paca*). Cienc. Vet. XII, 13-15.
- Peters A.R. & Ball P.J.H., 1991, Reproducción del ganado vacuno. Editorial Acribia, España. pp. 143-144.
- Price E.O., 1984, Behavioral aspects of animal domestication. Q. Rev. Biol. 59, 1-32.
- Roa R.M.A. & Dietrich P.U., 1989, El aprovechamiento de la fauna silvestre en México, análisis de la situación actual y futuras perspectivas con especial énfasis hacia el concepto jurídico y ecológico. VII Simposio sobre Fauna Silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pp. 242-259.
- Sanvicente L.M., 1995, El tepezcuintle (*Cuniculus paca*) como alternativa de proteína animal para consumo humano en el trópico húmedo, estudio recapitulativo. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 105 pp.
- Smythe N., 1987, The Paca (*Cuniculus paca*) a Domestic source of protein for the Neotropical, Humid Lowlands. Appl. Anim. Behav. Sci. 17, 155-170.
- Smythe N., 1991, Steps toward Domesticating the Paca (*Agouti = Cuniculus paca*) and prospects for the Future. In: Neotropical Wildlife use and conservation. Edited by John G. Robinson and Kent H. Redford. The University of Chicago Press. Chicago and London. pp.: 202-216.
- Smythe N. & Brown de Guanti. O., 1995, La domesticación y cría de la Paca (*Agouti paca*). in: Guía de Conservación # 26. FAO, Roma. pp. 7-74.
- Vaz-Ferreira R., 1984, Etología: El estudio del comportamiento animal. Monografía Científica No. 29. Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Washington, D.C. pp. 43-51.
- Vietmeyer N.D., 1985, Potentials of Microlivestock in Developing Countries. J. Appl. Rabb. Res. 8, 10-11.
- Viveros C.C., 1991, Los dasyproctidos de México como especies susceptibles de aprovechamiento en cautiverio. Segundo curso de capacitación para profesionales en el manejo de fauna silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 164-178.
- Weber M., 1996, Implicaciones ecológicas, económicas, epizootiológicas y sociopolíticas de la introducción del ciervo rojo (*Cervus elaphus elaphus*) en México. V Simposio sobre Venados de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Gobierno del Estado de Quintana Roo y Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados. Chetumal, Quintana Roo, México. pp. 37-40.

Presence of Antibodies to Infectious Bursal Disease Virus in Semi-intensively Reared Pearl Guinea Fowls in Nigeria

Nwagu, B.I., Alawa, C.B.I., Abubakar, B.Y., Oni, O.O., Adeyinka, I.A., Nwagu, Flora O. & Iyeghe-Erakpotobor, G.T.*

Keywords : Antibodies - Infectious Bursal Disease Virus - Pearl guinea fowl.

Summary

The prevalence of infectious bursal disease (IBD) in pearl guinea fowls was studied. Serum samples from 135 healthy adult guinea fowls reared semi-intensively were assayed for the presence of IBD virus (IBDV) using an agar gel precipitation test. The survey was carried out between November 1994 and January 1995. Of the 135 sera examined, 16 were positive to IBDV antibodies representing a prevalence rate of 11.85%. Although the prevalence rate was low, it represents a risk in areas where different species of poultry live together (especially under the rural small holder system) as they could serve as reservoirs for the IBDV.

Résumé

La prédominance de la maladie de Gumboro aux pintades perles et leur rôle dans l'épidémiologie de la maladie ont été étudiés. Les échantillons de sérum de 135 pintades adultes, saines, élevées d'une manière semi-intensive ont été examinés pour la présence des anticorps au virus infectieux de la maladie de Gumboro. Le test de précipitation de «agar gel» a été utilisé pour cette analyse. L'étude a été menée entre novembre 1994 et janvier 1995. De ces 135 cas examinés, 16 ont été trouvés positifs (aux anticorps du virus de la maladie de Gumboro), soit 11,85% du taux de prévalence. Bien que ce taux soit bas, cela représente un risque aux endroits où des espèces différentes de volaille se trouvent ensemble, (les milieux ruraux surtout) où elles peuvent servir de réservoirs pour le virus en question. Le rôle des autres oiseaux domestiques dans l'épidémiologie mériterait aussi une étude.

Introduction

Infectious bursal disease (Gumboro disease) (IBD) is an acute, highly contagious viral disease of young chickens which was first reported (5) in the Gumboro district of Delaware, U.S.A. Ever since, the disease have been reported in other parts of the world (7). The occurrence of infectious bursal disease (IBD) in chickens in Nigeria was first reported by (9, 10, 12). There are reports of Turkeys and Guinea fowls responding serologically to IBD virus (IBDV) infection without showing clinical signs of the disease (2, 3, 13, 14). The disease is known to occur in chicks of 3 to 7 weeks old, but reports of infection in chicks up to 15 weeks of age have been recorded (9). Infectious bursal disease in chickens is characterized by tremors, ruffled feathers, oedema and swelling of coecal bursa, necrosis of lymphoid tissues, diarrhoea, low productivity, high morbidity and varying degrees of mortality. Postmortem findings include massive haemorrhage of the skeletal muscles particularly those of the upper limbs and breast and enlarged oedematous bursae of fabricius. The disease is transmitted by fomites with the acute form having a short incubation period of about 2 days. Affected birds often have high temperatures which later become subnormal prior to death (10). Reports on the incidence of IBD in guinea fowls in Nigerian is scanty. This paper presents the results of serological survey on guinea fowls for the presence of IBDV antibodies in the Dutsin-Ma area of Katsina State.

Material and methods

One hundred and thirty five adult guinea fowls used were purchased from semi-intensively reared stocks in Dutsin-Ma area of Katsina State. These guinea fowls form part of a randomly mating population maintained at the National Animal Production Research Institute (NAPRI) Shika from which the foundation stock of indigenous guinea fowls for egg and broiler lines will be developed. Serum samples were collected from all 135 adult guinean fowls between the months of November 1994 and January 1995. Three to four millilitres (3-4 ml) of blood was collected from each bird by wing vein pruncture. The blood collected was stored at 4°C for 3 hours followed by centrifugation at 2,000 rpm for 10 minutes to produce the sera. The resulting sera were frozen until assayed. Sera analysis was carried out at microbiology laboratory of the Veterinary Teaching Hospital Ahmadu bello University, Zaria. The sera samples were analysed using the agar gel precipitation test on individual sera as described by (4, 6). One percent agar was prepared in barbitione acetate buffer and incubated at 25°C in a humid chamber. The plates were observed for precipitation lines after 15 to 24 hours. The viral antigen was obtained from the bursa of fabricius of an infected bird. The bursa of fabricius was diluted 1:1 (w/v) with phosphate buffered Saline (PBS) and homogenised using a tissue homogeniser. The resulting homogenate was frozen and thawed thrice. Clarification was done by centrifu-

* National Animal Production Research Institute (NAPRI), Ahmadu Bello University, P.M.B. 1096, Shika-Zaria, Nigeria.
Received on 14.06.96 and accepted for publication on 12.12.96.

gation at 2000 rpm for 10 minutes, the supernatant was stored at -2°C until used as antigen. Positive control serum was obtained from guinea fowls which had received three successive doses of IBD vaccine subcutaneously over a period of 17 days. Blood was collected from the guinea fowls seven days following the last inoculation and the sera tested for precipitating antibody. The negative control sera were obtained from unimmunised guinea fowl which were earlier tested and found negative.

Results and discussion

Sixteen out of the 135 serum samples tested were positive for IBDV antibodies. All the positive control sera gave precipitation lines within 36 hours while the negative controls were negative. The detection of precipitation lines indicated the presence of antibodies against infectious bursal disease in pearl guinea fowls. The result of this study suggest that previously unvaccinated, free ranging guinea fowls have been exposed to IBD virus with a prevalence rate of 11.85%. Sera which are negative with agar gel precipitation assay

may be positive with more modern, sensitive and specific, assay techniques like ELISA possibly giving higher prevalence rates. However, the finding of this study agrees with the presence of IBD precipitating bodies of 9.00% (3) and 44.3% (2). Earlier reports (8, 11) using agar gel precipitation test did not record serological evidence of IBDV in wild and domestic birds in Nigeria. However, the area from which the sample for this study was drawn has a high concentration of guinea fowl population in Nigeria. The sample area is in a different ecological zone from that covered by 8 and 11. Although some of the guinea fowls used in this study showed evidence of the presence of IBD precipitating antibodies, the birds did not present clinical signs. Under the small holder production systems guinea fowls are reared together with other poultry species. This implies that they could serve as reservoirs of infection for the more susceptible species. Since there is no treatment presently and IBDV is known to be persistent and resistant to hostile environment, routine vaccination programmes should be carried out to protect rural poultry from IBD virus infection (1).

Literature

1. Abdul, P.A., Abdullahi, S.U. & Adesiyun, A.A. 1985. Infectious bursal disease virus antibody in chicken from Fulani nomads around Zaria. *Nigerian Veterinary Journal*, **14** : 61-62.
2. Adewuyi, O.A., Durojaiye, O.A. & Adene, D.F. 1989. The status of guinea fowls (*Numida meleagris*) in the epidemiology of infectious bursal disease (IBD) of poultry in Nigeria. *Journal of Vet. Med.*, **36** : 43-48.
3. Ambali, A.G., Gashau, M. & Nawathe, D.R. 1991. Serological evidence of infectious bursal disease virus infection in Grey Breasted helmet Guinea fowls (*Numida meleagris galeata Pallas*) in an arid Zone of Nigeria. *Nigerian J. Anim. Prod.* **18 (1&2)** : 88-90.
4. Beard, C.W. 1980. Serological procedures. In: Isolation and identification of avian pathogens. Ed. S.B. Hitchner, C.M. Domermuth, H.G. Purchase and J.E. Williams. American Association of Avian Pathologists. College station, Texas, pp. 129-135.
5. Cosgrove, A.S. 1962. An apparently new disease of chickens-Avian nephrosis. *Avian Disease*, **61** : 385-389.
6. Cullen, G.A. & Wyeth, P.J. 1975. Quantitation of antibodies to infectious bursal. *Vet. Record*, **97** : 315.
7. Luthgen, W. 1969. Gumboro disease. *Veterinary Medical Review*, **1** : 3-17.
8. Nawathe, D.R., Onukwo, O. & Smith, I.M. 1978. Serological evidence of infection with the virus of IBD in wild and domestic birds in Nigeria. *Vet. Rec.*, **102** : 444.
9. Ojo, M.O., Oduye, O.O., Noibi, L.M. & Idowu, A.L. 1973. Gumboro disease in Nigeria. *Trop. Animal Health Prod.* **5** : 52-56.
10. Okoye, J.O.A. 1984. Infectious bursal disease of chickens : A review. *Veterinary Bulletin*, **54** : 425-435.
11. Okoye, J.O.A. 1988. Absence of serological evidence of infectious bursal disease virus infection in geese, ducks and guinea fowls in Nsukka, Nigeria. *Zariya Veterinaria*, **3** : 40-41.
12. Onunkwo, O. 1975. An outbreak of infectious bursal disease of chicks in Nigeria. *Vet. rec.*, **97** : 433.
13. Perelman, B. & Heller, E.D. 1981. Preliminary serological survey of infectious bursal disease in turkey flocks in Israel. *Rafuah Veterinary*, **38** : 12-16.
14. Weisman, J. & Hitchner, S.B. 1978. Infectious bursal disease virus infection in turkeys and coturnix quail. *Avian Diseases*, **22** : 604-609.

Nwagu, B.I., Nigerian, B. Agric, M.Sc.. Research Fellow II, Head/Poultry Breeder, Guinea fowl Project NAPRI.

Alawa, G.B.I., Nigerian, DVM, M.Sc. Research Fellow II, Veterinarian/Nutritionist, NAPRI.

Abubakar, B.Y., Nigerian, B.Sc. M.Sc. Ph.D, Reader, Head of Dept/Poultry Breeder, Poultry Research Programme.

Oni, O.O., Nigerian, DVM, M.Sc. Ph.D, Senior Research Fellow, Veterinarian/Poultry Breeder, NAPRI.

Adeyinka, I.A., Nigerian, B.Sc. M.Sc, Research Fellow II Head, Breeding Unit/Poultry Breeder, NAPRI.

Nwagu, Flora O. Nigerian. HND, Senior Technical Officer, Animal Health Officer, NAPRI.

Iyeghe-Erakpotobor, G.T., Nigerian, B.Sc. M.Sc, Research Fellow II, Head, Rabbit Research Unit/Reproductive physiologist, NAPRI.

La structure de commercialisation du maïs au Togo révélée par l'analyse du prix

G.A. Abbey*

Keywords: Retail price - Spatial integration - Temporal arbitrage - Seasonal index - Moving average - Coefficient of variation.

Résumé

Malgré les insuffisances que l'on peut reprocher aux données statistiques dans les pays africains, notamment en Afrique sub-saharienne, l'investigation préliminaire des mouvements saisonniers des prix du maïs semble refléter le principe d'arbitrage temporel en rapport avec la fonction de stockage. Les conditions d'intégration spatiale révélée par le test de corrélation suggèrent une réelle fluidité des échanges entre les divers marchés. La structure de marché du maïs apparaît donc assez bien intégrée, mais fort des variations de prix entre les régions, du degré d'intégration des marchés du littoral d'une part et des villes de l'intérieur de l'autre, les caractéristiques de ladite structure sont celles d'un régime de marché modérément imparfait.

Summary

Despite the limitations of statistics collected in most developing countries, especially in sub-saharian Africa, a preliminary investigation of seasonal movements in corn prices seems to show that the product and certain markets exhibit consistent regularities with period of harvest and the relative storage capacities. The test of spatial integration revealed by correlation coefficients shows that there is a high degree of interaction among markets, more so among markets of the coast on the one hand, and among markets in the interior on the other hand. These characteristics of the corn marketing structure in Togo suggest that the product and information flows between markets are less than optimal.

Introduction

Depuis les années des indépendances, la Direction des Statistiques Générales (DSG) et, à partir de 1980, la Direction des Enquêtes et des Statistiques Agricoles (DESA) collectent des données mensuelles de prix pour les principaux produits agricoles sur les marchés ruraux et urbains dans les cinq régions économiques du Togo: Maritime, Plateaux, Centrale, Kara et Savanes. Jusque-là, il n'y a pas eu de finalité réelle à exploiter cette riche base de données, même pour le petit nombre de chercheurs qui y ont accès. Relativement peu de crédit est accordé à ces cotations de prix car souvent jugées basées sur des observations quelque peu capricieuses et fortuites. Si ce point de vue a trouvé par le passé une justification, des efforts réels sont effectués par les institutions concernées ainsi que les responsables des enquêtes pour réduire ces erreurs. Malgré d'autres déficiences que l'on attribue à ces séries, une étude préliminaire des mouvements saisonniers des prix peut être riche d'enseignement, surtout dans l'analyse de la structure de marché pour le produit considéré.

Dans un marché théoriquement parfait, les prix reflètent fidèlement toutes les informations disponibles partout dans le système à propos de l'offre et de la demande présentes et futures du produit commercialisé, y compris la localisation et la taille du stock, les prévisions culturelles, les conditions de transport et la disponibilité de crédit ainsi que les informations similaires sur les autres produits concurrents. S'il est vrai qu'il n'existe pas de marché parfait, certaines caracté-

ristiques du comportement du prix, qui seraient attendues dans un tel marché, fournissent des mesures de performance des marchés lorsqu'ils sont moins parfaits (8).

A la lumière de ces considérations, on peut émettre les hypothèses de travail suivantes: (a) l'accroissement saisonnier dans le prix du maïs sera approximativement égal au coût de stockage, plus la marge bénéficiaire pour le maintien des balances de transaction; (b) les prix sur les principaux marchés évoluent de concert sauf si le coût de transport entre les marchés change; (c) les écarts de prix entre deux marchés reflètent approximativement la différence dans le coût de transfert du produit offert sur ces marchés; et (d) les prix changeront seulement lorsque de nouvelles informations sont introduites dans le système.

La première hypothèse rend opérationnel le principe d'arbitrage temporel défini par Goetz (7) et Jones (8). Les conditions d'intégration spatiale sont définies par les trois autres hypothèses, lesquelles sont comparables à celles définies par Tomek et Robinson (14).

La présente étude se propose d'évaluer les données de prix de détail du maïs relevées sur plusieurs marchés afin d'identifier des fluctuations temporelles des prix liées aux hypothèses ci-dessus énumérées. Un test d'intégration est utilisé pour déterminer le degré avec lequel deux ou plusieurs marchés sont conjointement influencés par les phénomènes affectant l'offre et la demande, ce test étant un indicateur de performance des marchés.

* B.P. 1515 Lomé - Togo.

Reçu le 04.06.96 et accepté pour publication le 03.12.96.

Matériel et Méthodes

Milieu d'étude

Au Togo, on peut distinguer différents types de marchés: marchés formels et informels, marchés ruraux et urbains. La présente étude se penche davantage sur les marchés du secteur formel dans les principaux chefs-lieux qui composent la région méridionale du Togo et pour lesquels des données de prix sont disponibles de façon continue pour la période allant de 1980 à 1991. Cette zone d'étude s'étend de la côte maritime aux falaises d'*Aledjo*, ligne de démarcation naturelle entre les parties Nord et Sud du pays: cette dernière constitue la principale zone de culture du maïs du pays. Elle est constituée en grande partie de plaines cristallines et de roches sédimentaires récentes (argile, calcaire, phosphate et sable) (1). La zone d'étude comprend les régions Maritime, des Plateaux et Centrale. La particularité de la région Centrale dont le chef-lieu est Sokodé, est que le maïs y a connu un réel essor depuis la «*Révolution Verte*» des années 1970 due à l'introduction et à la vulgarisation de variétés à cycle court par les services du Ministère du Développement Rural. Ce vivrier bien que principalement consommé dans la zone maritime du pays, s'intègre de plus en plus dans l'alimentation des populations d'autres régions. Mais la considération principale de la région Centrale est d'examiner le degré d'intégration qu'elle présente avec les zones traditionnelles de production du maïs dans les flux inter-marchés du produit.

A l'exception de la région Centrale, la zone d'étude est caractérisée par deux saisons de pluie, la grande (avril-juillet) où l'on observe la culture du maïs de cycle long (120 jours) et la petite saison de pluie (septembre-octobre) où les populations cultivent une variété traditionnelle précoce de 60-70 jours.

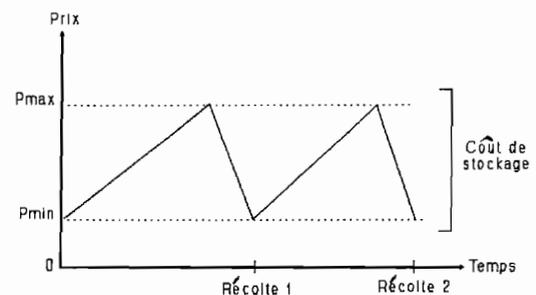
DESCRIPTION DES MARCHÉS

Lomé, avec une population de plus de 600.000 habitants, est la plus grande ville du pays et ses marchés de *Bè*, *le Togo* et *le Grand Marché* constituent les principaux marchés de détail. Ces marchés font l'objet de visites hebdomadaires de la part des enquêteurs de la DSG. Les autres marchés considérés dans l'étude sont ceux pour lesquels des relevés sont disponibles. Ils comprennent les centres urbains secondaires et les marchés régionaux (4), ces derniers étant les chefs-lieux de sous-préfecture sont considérés comme points de départ des productions rurales vers les centres de consommation. Les marchés régionaux sont approvisionnés par un réseau de distributeurs urbains et des zones rurales environnantes. La périodicité des marchés dans ces localités est journalière avec toutefois un jour de la semaine constituant le principal jour des transactions, qui draine des négociants de plusieurs régions. Les relevés y sont effectués une fois par mois de même que dans les centres secondaires de consommation. Il importe aussi de noter que sur ces places seules les femmes sont actives dans la vente de maïs. Ainsi, le commerce de maïs est contrôlé par le secteur privé, sans grand succès de l'Etat de s'impliquer dans sa distribution.

Toutefois, l'impact de ce dernier peut se faire sentir indirectement à travers les infrastructures routières et réseaux de télécommunications qui facilitent les transactions et ont un effet certain sur le niveau du prix du maïs et le degré d'intégration des divers marchés.

Méthodologie: analyse statistique

L'analyse des données de prix recueillies repose sur la méthode des moyennes mobiles (centrées) sur 12 mois. Le mérite de cette technique est sa capacité à éliminer certaines aberrations et à déceler la tendance générale dans la série. Toutefois, cette forme de lissage des données élimine aussi l'influence saisonnière qui peut accompagner cette tendance. Pour la mise en évidence du mouvement saisonnier on utilise la méthode des rapports à la tendance générale obtenue à partir des moyennes mobiles. Disposant des moyennes mobiles, on calcule les rapports saisonniers, c'est-à-dire les rapports entre les valeurs observées et moyenne mobile du mois correspondant. Ces rapports aboutissent à l'établissement de coefficients saisonniers qui, portés sur un graphique, donnent une image du mouvement saisonnier. La détermination du mouvement saisonnier est d'autant plus importante que l'activité agricole connaît des variations saisonnières. Le cycle biologique des produits exerce des fortes influences sur le processus de production et sont reflétées, via les quantités, sur le comportement des prix dans le temps (14). Cette nature saisonnière de l'offre est combinée aux événements culturels de la demande qui amplifient ou atténuent la variation saisonnière des prix. Dans l'hypothèse où le gouvernement ne régleme pas le prix du maïs entre les saisons, comme c'est le cas au Togo, la tendance générale à attendre des prix du maïs, un produit stockable, sera: un minimum annuel immédiatement après la période de récolte (P_{\min}) et une augmentation continue du prix, proportionnel au coût de stockage (P_{\max}), à mesure qu'on approche la prochaine récolte comme le montre le schéma ci-après:



Le test d'intégration proposé par l'étude repose sur les rapports de corrélation entre les divers marchés sélectionnés. Toutefois, cette formulation n'est pas dépourvue de toute ambiguïté, dans la mesure où l'on peut conclure à tort que des marchés sont bien intégrés alors qu'il n'existe pas d'échanges entre ces marchés. Des alternatives au modèle de corrélation pour tester l'intégration des marchés ont été proposées par Delgado (3), Petzel et Monke (12) et Ravillon (13). Ces méthodes dépendent toutefois de la qualité des données et surtout d'une série chronologique relative-

ment longue et continue; des données qui ne sont pas disponibles pour le Togo. Bien que les résultats du modèle de corrélation devront être analysés avec prudence, il n'en constitue pas moins un indicateur de performance des marchés comme le soulignent Goetz (7) et Loveridge (9). Un faible coefficient de corrélation est un indicateur de faible intégration qui peut résulter d'une infrastructure inadéquate, d'un manque de concurrence ou de la présence de contraintes institutionnelles, ou encore de peu de transactions par unité de temps (7).

Résultats et discussion

Description des mouvements de prix durant la période d'étude

Le Tableau 1 montre l'instabilité des prix exprimée par les coefficients de variation (CV). Pour la période d'analyse, on observe que les prix moyens sur les marchés régionaux suivent les prix du maïs dans les centres de consommation et sont en règle générale plus faibles que ceux des centres urbains limitrophes. Toutefois, les coefficients de variations dans les centres urbains ne sont pas aussi élevés que ceux des marchés régionaux : une indication que les négociants dans les centres de consommation achètent leur produit de plusieurs zones de production, activités qui leur permettent de réduire les variations temporelles du prix. Cette variation est plus atténuée pour les deux principaux centres urbains de la zone d'étude: Lomé et Sokodé. Afin de mieux apprécier l'importance des fluc-

tuations temporelles des prix, un indice de variation mensuelle est calculé, soit la variation de prix par unité de transaction durant le mois en relation avec la moyenne mensuelle des prix. L'instabilité de prix ainsi définie par le radius du coefficient de variation (colonne 8 du Tableau 1) représente la rangée des variations intramensuelles des prix. Comme le souligne Lutz (10), les fluctuations de prix sont fortes durant la période de récolte et relativement négligeables durant la période de stabilité. Les valeurs minimales du radius correspondent aux périodes stables et les maxima de CV mensuels aux périodes de récolte. Une fois encore on observe que ces variations de prix sont les plus fortes sur les marchés régionaux, où les radius de CV mensuels sont les plus larges.

Variations saisonnières

Il importe dans cette section d'analyser le système d'arbitrage temporel qui prévaut au niveau des prix pratiqués sur les marchés de maïs. En effet, essayons de comprendre comment les intermédiaires économiques réagissent aux incitations de prix sur les marchés, ce qui revient donc à examiner la performance du marché en rapport avec la fonction de stockage, exprimée par les indices saisonniers. Au Togo, où le gouvernement n'influence pas le marché du maïs, l'on devrait s'attendre à ce que le prix du maïs augmente entre les récoltes et reflète le coût de stockage (i.e. pertes, coût de maintenance, charges financières, etc.).

Tableau 1
Prix par transaction et variations exprimées par le coefficient de variation (1980-1991).

CENTRES	Moyenne	MIn	Max	Coefficient de Variation (en pour-cent)			Périodes d'observation	
	Francs /kg	Francs /kg	Francs /kg	sur période	Moyenne mensuelle	Ecart-type mensuel		Radius mensuel
(A) CENTRES DE CONSOMMATION								
Lomé	91	52	191	31	22	4.7	13-28	1/80-12/91
Aného	84	37	184	37	28	6.2	19-39	1/83-12/91
Vogan	87	33	199	36	28	5.1	20-41	1/80-12/91
Tabligbo	81	29	208	40	28	5.1	19-35	1/80-12/91
Tsévié	79	36	171	36	28	5.1	19-36	1/80-12/91
Atakpamé	72	33	160	40	28	4.9	20-36	1/80-12/91
Sokodé	82	44	183	29	21	4.3	15-29	1/80-12/91
(B) MARCHES REGIONAUX								
Afagnagan	72	28	140	41	31	5,2	23-38	1/83-12/91
Nosté-Tohoun	61	26	192	48	33	9,9	20-56	1/83-12-91
Elavagnon	61	32	154	42	32	8,2	22-48	1/83-12/91
Amlamé	66	32	192	44	31	9,9	17-47	1/83-12/91
Kpalimé	75	38	190	43	30	9,2	19-42	1/83-12/91
Badou	65	29	183	43	20	10,9	8-42	1/83-12/91
Sotouboua	62	27	159	39	28	4,8	22-37	1/83-12/91
Tchamba	63	31	154	38	29	6,8	21-43	1/83-12/91
Maritime	72	37	178	41	29	6,7	21-42	-
Plateaux	65	32	167	42	29	9,2	19-44	-
Centrale	63	30	157	38	28	5,4	21-38	-

L'analyse des séries de prix révèle des tendances saisonnières régulières dans les prix pour tous les marchés, certaines plus accentuées que d'autres. Elle établit la stabilité des prix reportés reflétant l'impact des forces économiques sur ces marchés. Les indices ou coefficients saisonniers calculés indiquent que avril et mai sont les mois aux fortes moyennes de prix pour les sept centres de consommation (cf. Tableau 2), avec une tendance des maxima à survenir plutôt dans la région Maritime, surtout dans la zone du Sud-Est

sins peut conduire à des importations de maïs qui trouvent très souvent leur destination vers les grands centres de consommation tel Lomé. Cette évidence confirme une fois de plus que les variations de prix sur les marchés de consommation sont en général plus modérées que celles des marchés régionaux.

L'impact des forces saisonnières ou leur domination sur d'autres facteurs d'influence des prix, peut se mesurer par le degré avec lequel les maxima des rapports saisonniers coïncident avec les maxima des

Tableau 2
Nombre de fois la série des prix du maïs indique des maxima saisonniers pour les mois désignés (1980-1991).

MARCHES	Mois												Totaux
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Lomé	0	0	1	2	4	2	1	0	0	0	0	0	10
Aného	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	8
Tabligbo	0	1	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	10
Tsévié	0	0	1	2	2	3	2	0	0	0	0	0	10
Vogan	0	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	10
Atakpamé	0	0	1	0	4	2	2	0	0	0	0	0	9
Sokodé	0	0	1	2	4	4	1	0	0	0	0	0	10
Total des Marchés urbains	0	2	8	14	17	18	8	0	0	0	0	0	67
Afagnagan	0	0	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0	8
Amlamé	0	0	0	1	2	3	3	0	0	0	0	0	9
Nosté-Tohoun	0	0	1	1	4	2	5	0	0	0	0	0	9
Elavagnon	0	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	9
Kpalimé	0	0	0	2	2	3	4	0	0	0	0	0	9
Badou	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	9
Sotouboua	0	0	1	0	0	5	3	1	0	0	0	0	10
Tchamba	0	0	1	3	3	0	1	0	0	0	0	0	9
Total des Marchés régionaux	0	0	4	11	13	21	20	1	0	0	0	0	72

Atlantique. La particularité de cette zone traditionnelle de production de maïs est qu'elle exhibe aussi une forte pression démographique, de sorte que les surplus de récolte sont plus vite épuisés que dans les autres régions. En règle générale, les maxima saisonniers pour le maïs coïncident approximativement avec les temps de pré-récolte, bien qu'ils soient aussi influencés par les facteurs d'offre d'autres produits agricoles concurrentiels. Ceci est particulièrement évident sur les marchés régionaux (Tableau 2).

L'amplitude des mouvements annuels des prix diffère, comme on peut s'y attendre, entre les régions. En effet, la Figure 1 montre que les prix du maïs connaissent leurs pics plus tôt dans la région Maritime que dans la région des Plateaux et beaucoup plus tard dans l'année pour la région Centrale. Le Tableau 3 permet d'évaluer l'amplitude des indices saisonniers pour chacun des marchés sélectionnés. Il révèle que celle de Lomé, le principal centre de consommation est assez modérée par rapport à certaines zones de production, cela étant probablement dû au fait que Lomé draine des surplus des diverses régions du pays aux variations pluviométriques différentes. On peut aussi assimiler le marché de maïs au Togo à une économie ouverte sur laquelle le facteur régional exercé par la relative fluidité des échanges avec les pays voi-

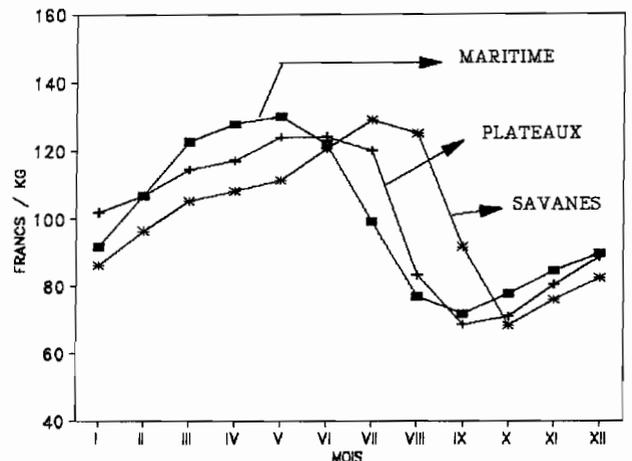


Figure 1.
Variations saisonnières du prix du maïs par région (1980-1991).

indices saisonniers (8). Ainsi dans le Tableau 3, il ressort par exemple que les ratios de prix les plus élevés à Vogan surviennent en mars ou avril dans 8 des 10 années pour lesquelles les moyennes mobiles ont été calculées. Pour Lomé et Sokodé, les deux principaux centres de consommation, les maxima des rapports saisonniers surviennent plus tard (mai et juin

Tableau 3
Mesure de l'amplitude des mouvements saisonniers sur les marchés sélectionnés (1980-1991).

MARCHES	Indices saisonniers		Rangée de l'indice saisonnier		Longueur de série (années)*	Nombre d'années où les maxima des rapports et indices saisonniers coïncident	
	Max (mois)	Min (mois)	Pour-cent	Francs cfa/kg		même mois	mois adjacent
URBAINS							
Lomé	Mai	Sept.	83	57	10	4	4
Aného	Avril	Sept.	130	69	8	3	2
Vogan	Mars	Août	97	64	10	4	4
Tabligbo	Avril	Sept.	103	70	10	3	2
Tsévié	Avril	Août	81	57	10	2	3
Atakpamé	Mai	Oct.	121	68	9	4	2
Sokodé	Juin	Oct.	63	48	10	4	4
REGIONAUX							
Afagnagan	Mai	Oct.	125	83	8	2	5
Nosté-Tohoun	Mai	Sept.	118	73	9	4	3
Elavagnon	Juin	Oct.	83	60	9	2	5
Kpalimé	Juin	Sept.	95	64	9	3	4
Amlamé	Juil.	Sept.	97	66	9	3	3
Badou	Juil.	Août	89	57	9	3	5
Sotouboua	Juin	Oct.	118	75	9	5	3
Tchamba	Juin	Oct.	101	63	9	3	1

* Série d'années pour lesquelles des moyennes mobiles et donc des rapports mensuels ont été calculés.

respectivement) avec des rangées d'indices en pour-cent et en valeur plus contractées. Ils suggèrent une tendance de la rangée des indices saisonniers à diminuer à mesure que le produit passe des zones de production aux centres de consommation. Cela impliquerait que l'influence des facteurs saisonniers sur les prix est relativement plus faible dans les marchés urbains que les marchés ruraux. Ces mouvements saisonniers dans les prix résultent donc d'un coût de stockage du produit d'une période à l'autre.

Les différences observées dans les fluctuations des prix entre les marchés régionaux et urbains peuvent résulter de diverses causes. Un marché qui reçoit des flux de produits de plusieurs zones avec des dates de récolte diverses peut nécessiter moins d'opération de stockage comme le soulignent Jones (8) et Lutz (10), respectivement dans leur analyse des marchés vivriers nigérian et béninois. Les villes togolaises n'échappent pas à cette évidence où l'opération de stockage s'effectue primordialement au niveau du producteur.

Une autre explication des fluctuations modérées des prix dans les centres de consommation dérive de la notion de prix et d'élasticité de revenu dans les zones urbaines et rurales (8). En effet, une rangée de revenus plus étalés dans les villes et la disponibilité d'une gamme variée de produits alimentaires peut avoir un effet stabilisateur sur les prix des produits agricoles. Toutefois, une analyse systématique de cette proposition sort du contexte de la présente étude.

La nature saisonnière des changements de prix observés est consistante avec le type d'arbitrage temporel auquel on peut s'attendre dans les marchés modérément imparfaits. En effet, les revendeuses de maïs établissent des stocks seulement pour être capables de

satisfaire leurs clients durant toute l'année et non seulement pour la période pré-récolte. Leur principale ligne d'activité étant d'acheter et de vendre et non de spéculer (10), leur habileté à vendre toute l'année est donc cruciale pour leur succès dans ladite filière.

En maintenant des stocks nécessaires pour servir leur commerce, les revendeuses font de l'arbitrage dans le temps et réduisent de ce fait l'amplitude des changements saisonniers du prix du maïs au coût de stockage environ.

Relations entre les marchés

Dans l'analyse du comportement du prix du maïs sur les divers marchés, il importe aussi de savoir si les marchés sélectionnés constituent un système intégré dans l'approvisionnement des villes en maïs. Les résultats du test d'intégration défini par les rapports de corrélation entre les marchés sont consignés dans le Tableau 4. Parmi les marchés de la région Maritime, tous à l'exception de Lomé ont des coefficients de corrélation de 90 pour-cent ou plus. Dans la mesure où ce coefficient indique le degré de connexion entre les marchés, y compris le flux de l'information, on peut dire que le système de commercialisation du maïs dans la région Maritime est assez bien intégré et traduit la relation étroite qui existe entre les villes du littoral. Un phénomène similaire s'observe pour les marchés de l'intérieur. Quelques résultats de cette analyse de corrélation sont représentés dans les Figures 2A et 2B. Ces cartes indiquent des lignes de corrélation entre paires de marchés correspondant à un coefficient de corrélation supérieur ou égal à 0,80 et 0,90, respectivement. Les faibles niveaux de corrélation observés (environ 36 pour-cent des relations) dans le

Tableau 4 semblent suggérer que les forces influençant les prix sont transmises plus lentement entre les marchés d'une manière générale. Les causes réelles de cette lenteur dans le flux de l'information sont difficiles à cerner et ne relèvent pas de la présente étude. Cependant, les différences dans l'amplitude des coefficients parmi les régions et l'organisation du marché de maïs que suggèrent les cartes de corrélation, sont cohérentes avec notre compréhension du système de commercialisation du maïs au Togo. La région Maritime apparaît assez cohérente comme système marketing structuré autour des circuits traditionnels développés et entretenus par les revendeuses (Figure 2B). Un réseau similaire est observable à l'intérieur du pays avec seul lien entre les deux circuits de commercialisation la Nationale N° 1 (principal axe routier qui traverse le pays du sud au nord et qui lie les deux principaux centres de consommation – Lomé et Sokodé, avec un coefficient de corrélation $r = 0,91$).

Tableau 4
Coefficients de Corrélation de Prix
entre Paires de Marchés (1983-1991).

Coefficient de corrélation (en pour-cent)	Nombre de paires distinctes	Fréquence relative (en pour-cent)
90+	30	28.6
80-89	12	11.4
70-79	5	4.8
60-69	10	9.5
50-59	13	12.4
0-49	37	35.2
Moins de zéro	0	0
Total	105	100
Nombre de marchés	15	15

Conclusion

L'analyse du comportement des prix de détail observés sur les divers marchés de maïs dans la moitié Sud du

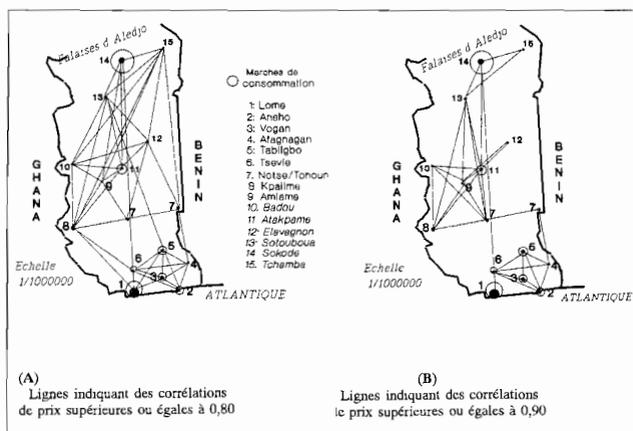


Figure 2 : Cartes de corrélation des prix.

Togo, a permis de faire des inférences raisonnables sur la performance de la structure de commercialisation du produit considéré, même si des réserves sont faites pour les erreurs commises dans le report des prix. Les mouvements saisonniers sont cohérents avec les caractéristiques du produit étudié et les augmentations saisonnières des prix constituent des estimations approximatives du coût de stockage. Quant à la correspondance des changements de prix entre les marchés, elle reflète le degré de transmission du flux de l'information et du produit : les zones de fortes interactions, illustrées par les coefficients de corrélation élevés, confortent la notion que les négociants opèrent dans un marché modérément imparfait et se limitent à des itinéraires connus.

A la lumière des indices saisonniers et des rapports de corrélation inter-marchés, on peut conclure que le système de commercialisation du maïs au Togo est assez bien intégré, somme toute caractérisé par deux zones distinctes de fortes interactions, l'une sur le littoral et l'autre à l'intérieur. Mais une telle segmentation dans le circuit calquée logiquement sur les délimitations traditionnelles développées et entretenues par les revendeuses doit être perçue comme une indication que le flux du produit et de l'information entre les marchés est loin d'être optimal.

Références bibliographiques

- Attignon K., 1986. Géographie du Togo. Nouvelles Editions Africaines, Lomé, 49 p.
- Borey P. & Thiobiano T., 1981. Initiation à la Statistique Descriptive. Ministère Français de la Coopération et du Développement, 280-327.
- Delgado C.L., 1986. A Variance Components Approach to Food Grain Market Integration in Northern Nigeria. *American Journal of Agricultural Economics*; **68** (4): 970-979.
- Direction des Enquêtes et Statistiques Agricoles. Production des principales cultures vivrières, campagnes agricoles 1980-1991.
- Direction Générale de la Statistique, Ministère du Plan et du Développement. 1980-1991. Relevés de Prix à la Consommation.
- Garrod P.V. & Roberts R.K., 1986. Prices as Proxies for Prices. *American Journal of Agricultural Economics*; **68** (4): 626-633.
- Goetz S., 1986. A review of basic price Analysis Techniques with Emphasis on Interpretation and Date Limitations in Third World Food System Applications. Unpublished Master's thesis, Department of Agricultural Economics, Michigan State University, pp. 70-72.
- Jones O.W., 1972. Marketing Staple Food Crops in Tropical Africa. Cornell University Press, Ithaca, New York, 121-158.
- Loveridge S., 1991. Marketing infrastructure in Rwanda : imports and infrastructure. *Food Policy*; **16** (2): 95-104.
- Lutz C., 1994. The Functioning of the Maize Market in Benin : A spatial and temporal arbitrage on the market of a staple food crop. Department of Regional Economics, University of Amsterdam, Amsterdam, 255 p.
- Minvielle J.P. *et al.*, 1987. Analyse économique de la production du maïs dans la région des plateaux. ORSTOM, Lomé.
- Monke E. & Petzel T., 1984. Market Integration: An application to international Trade in Cotton. *American Journal of Agricultural Economics*; **66** (4): 481-487.
- Ravallion M., 1986. Testing Market Integration. *American Journal of Agricultural Economics*; **68** (1) : 102-109.
- Tomek W.G. & Robinson K.L., 1981. *Agricultural Product Prices*. Second edition, Cornell University Press, Ithaca, New York, 151 p.

* G.A. Abbey: Togolais, Ph.D. en Economie Agricole, Maître-Assistant, Délégué d'Agro-économie, Ecole Supérieure d'Agronomie, Université du Bénin, B.P. 1515 Lomé (Togo).

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Pratiques interculturelles en médecine et santé humaines

Phytomédicaments d'origine africaine : de la recherche à la production pour un développement durable

M. Sawadogo et G. Thill

Actes du symposium Prélude, Ouidah, Bénin, 27-31 mars 1995

Format 15,5 x 23,4 cm; 246 p. Publié par Presses Universitaires de Namur, Rempart de la Vierge 8, B-5000 Namur, Belgique et ACCT (Agence de Coopération Culturelle et Technique; 13, Quai A. Citroën, F 75015 Paris, France; 1995.

A commander à : P.U.N., Rempart de la Vierge, 8 - B-5000 Namur (Belgique), tél. 32 81/72 48 84, fax: 32 81/72 49 12) - Compte bancaire: 250-0086498-59 - tva: BE 412.438.159.

Prix unitaire: 900 BEF (+ frais d'envoi: Belgique = 80 BEF - Etranger = 150 BEF).

Cinq parties:

- Enjeu et défi pour l'an 2000. Valorisation des pratiques endogènes et métissages en santé humaine (6 exposés; pp. 19 à 46).
- Environnement, biodiversité, valorisation des capacités médicales endogènes (7 exposés; pp. 49 à 115).
- Efficacité, innocuité, production de phytomédicaments (8 exposés; pp. 119 à 188).
- Interface recherche-formation-entreprise (3 exposés; pp. 191-224).
- Ouvertures (Rapport final et perspectives; pp. 227 à 235).

J.H.

**Wildlife husbandry and diseases – Elevage et pathologie des animaux sauvages
– Cría y patología de los animales salvajes**

Coordonné par: M.E. Fowler

Format 160 x 240 cm, 368 p.; O.I.E., Revue scientifique et technique, Vol. 15 (1), mars 1996. Prix: 270 FRF ou 54 US\$.

Cet ouvrage fait le point sur les différents problèmes pathologiques rencontrés dans l'élevage des animaux sauvages et apporte quelques réponses aux questions que peuvent se poser les spécialistes de la prévention, les autorités responsables, le législateur, les épidémiologistes, les personnes chargées du transport des animaux sauvages, les gardiens, les conservateurs, les vétérinaires et les directeurs de parcs zoologiques. Tous les articles comportent des résumés en français, en anglais et en espagnol.

An overview of wildlife husbandry and diseases in captivity; Fowler M.E.	15-22
Infectious and parasitic diseases of captive reptiles and amphibians, with special emphasis on husbandry practises which prevent or promote diseases; Ippen R. & Zwart P.	43-54
Husbandry practices employed by private aviculturists, bird markets and zoo collections, which may be conducive to fostering infectious diseases; Wolff P.L.	55-71
Husbandry practices as related to infectious and parasitic diseases of farmed ratites; Tully T.N. & Shane S.M.	73-89
Infectious and parasitic diseases of captive carnivores, with special emphasis on the black-footed ferret (<i>Mustela nigripes</i>); Williams E.S. & Thorne E.T.	91-114
Pathologie infectieuse des Canidés et Félidés des parcs zoologiques; Artois M., Clarq F., Rémond M. & Blancou J.	115-140
Husbandry and diseases of captive wild swine and peccaries; Fowler M.E.	141-154
Husbandry and diseses of camelids; Fowler M.E.	155-169
Tuberculosis in free-ranging, semi free-ranging and captive cervids; Hunter D.L.	171-181
Quarantine protocols and preventive medicine procedures for reptiles, birds and mammals in zoos; Miller R.E.	183-189
Management protocols for animals in captive propagation and reintroduction programmes; Mikota S.K. & Aguilar R.F.	191-208
Management practices to minimise infectious and parasitic diseases of farmed and ranched cervids and bison; Haigh J.C.	209-226
Dealing with infectious and parasitic diseases in safari parks, roadside menageries, exotic animal auctions and rehabilitation centres; Porter S.L.	227-236

Special challenges of maintaining wild animals in captivity: a Southern African perspective; Colly L.P., Bengis R. & Brückner G.K.	237-249
Special challenges of maintaining wild animals in captivity in North America; Cambré R.C. & Buick W.W.	251-266
Special challenges of maintaining wild animals in captivity in South America; Cubas Z.S.	267-287
Special challenges of maintaining wild animals in captivity in Australia and New Zealand: prevention of infectious and parasitic diseases; Schultz D.J., Hough I.J. & Boardman W.	289-308
Special challenges of maintaining wildlife in captivity in Europe and Asia; Kirkwood J.K.	309-321
Validity of using serological tests for diagnosis of diseases in wild animals; Gardner I.A., Hietala S. & Boyce W.M.	323-335
Development and challenges of wildlife husbandry: concluding remarks; Fowler M.E.	337-342

J.H.

El Capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) Estado actual de su producción

E. González Jiménez

Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 122; Din A4, 114 p., 6 fig., 25 cuadros, 10 fotog. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, Roma; 1995.

Uniquement en espagnol – In Spanish only – Alleen in Spaans.

Cette étude constitue une synthèse des connaissances sur le capibara, qui est le plus gros rongeur du monde avec un poids de 50 kg environ. Après cinq chapitres sur l'animal, son comportement et son écologie, son alimentation, sa reproduction et sa génétique, et ses maladies, l'auteur décrit les systèmes de production. Il s'agit soit d'exploitation de la savane humide par la chasse avec 4 exemples (Vénézuéla & Brésil), soit d'essais de production comme animal domestique de rente. L'ouvrage se termine par un chapitre sur l'utilisation des produits et par un autre de conclusions et recommandations. On notera cependant l'annexe technique de trois pages «Lineamientos para optimizar la Cría en Cautiverio» et la très abondante bibliographie avec 144 références. On peut considérer cette publication comme un document de base sur l'*Hydrochoerus hydrochaeris*.

J. Jardouin

Avril 1996

Sécher des produits alimentaires

Rozis, J.F., 1995, publié par GRET, 211-213 rue de la Fayette, F-75010 Paris

Prix: 175 FF. Paiement en FF., par chèque de virement postal au compte n° 1265059 V020 clé RIP 36 à Paris

Outil de référence pour le technicien, cet ouvrage présente dans un ordre chronologique les étapes de réflexion nécessaires au développement d'un projet de séchage en Afrique. Il offre d'autre part au lecteur des informations essentielles sur les mécanismes physiques, chimiques et biologiques qui interviennent pendant le séchage.

Divisé en trois parties, l'ouvrage traite successivement du contexte physique, humain, économique et de ses implications dans le projet, des aspects phénoménaux, techniques et organisationnel du séchage et enfin des mesures et du contrôle du procédé. Quelques exemples de dimensionnement sont proposés.

F. Bera

Technologie non-alimentaire

Décembre 1996

Writings on African Archives

John McIlwaine (1996), Hans Zell, London, 279 pp. Price: £ 45

The subject of the book shall by force only interest a very limited number of scholars. Even though it might be interesting in itself, it is highly questionable whether a review as this one should really be published. Indeed, a list of publications on archives is not the most thrilling of subjects, and, with permission, does not add much to our knowledge of... yes, exactly. Although the titles and references do sometimes receive comments, the added value is very limited. If, and I repeat if, there are people interested in this kind of matter, it would be better to have it made available through floppy disk or internet or whatever, but surely not through a hard cover edition that costs too much, occupies too much space, is too weighy. To end on a positive note, however, one should add that the book can of course always be used to put on a coffee table and look impressive.

P. Van Damme

Oktober 8, 1998

AGRI-OVERSEAS vzw. is een vereniging die opgericht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die overzee voor plattelandontwikkeling ijveren.

Zij publiceert een wetenschappelijk en informatief tijdschrift «**TROPICULTURA**» dat gewijd is aan de plattelandproblematiek in ontwikkelingslanden en door het Algemeen Bestuur voor Ontwikkelingssamenwerking (A.B.O.S) driemaandelijks uitgegeven wordt.

Organisatie : Agri-Overseas is uit Belgische instellingen samengesteld : de vier faculteiten in Landbouwwetenschappen (Gembloux, Gent, Leuven en Louvain-la-Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent en Liège), het Departement Diergeneeskunde van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Afdeling Landbouwwetenschappen van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires Notre-Dame de Namur, de Fondation universitaire Luxembourgeoise (Arlon), het Algemeen Bestuur voor Ontwikkelingssamenwerking en individuele leden.

Raad van Beheer : actueel samengesteld uit Professor Dr J.Vercruyse, Voorzitter, Dr. Ir. G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder, Dr E. Thys, Secretaris, Ere-professor Dr. P.Kageruka, Schatbewaarder, Ere-professor Dr Ir J.Hardouin, Lid en Ere-professor C.Reizer, Lid.

Redactiecomité : actueel samengesteld uit Dr. Ir. G.Mergeai, Hoofdredacteur, en Gedelegeerde Redacteurs Professor J. Deckers, Ecologie, Land en Waterbeheer, Professor C. Renard, Agrostologie en Fytotechnie, Professor Dr Ir. P. Van Damme, sectie Land- en Bosbouw, Professor Dr J. Vercruyse, Diergezondheid, Professor Dr. A. Verhulst, Dierenproductie en Fauna, Professor Dr. Ir. C. Reizer, Visvangst en Visteelt. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, sociologie ... zullen door het Secretariaat behandeld worden.

Secretariaat : Agri-Overseas/ Tropicultura c/o ABOS, Bur. 511, Brederodestraat, 6 – 1000 Brussel, België. Tel. : 02/519.04.76.

Bedeling : gratis op schriftelijk verzoek

INSTRUCTIES AAN DE AUTEURS

Algemene voorwaarden

Manuscripten (één origineel en vier kopiën) worden gezonden aan Agri-Overseas aan het bovenvermeld adres. Ze mogen in één van de volgende vier talen geschreven worden: Frans, Engels, Nederlands of Spaans. Sluit een aanbiedingsbrief in met opgave van het correspondentie-adres. Elk artikel zal worden voorgelegd aan twee deskundigen en kan aan de auteurs worden teruggestuurd voor bijwerking. Eén exemplaar blijft eigendom van Agri-Overseas. De eerste auteur van elk gepubliceerd artikel zal 20 afdrukken van het artikel ontvangen.

Praktische richtlijnen

Manuscripten mogen niet meer bedragen dan 10 getypte bladzijden op wit DIN A4 (21 x 29,7 cm) met dubbele regelstand en 5 cm linkse marge of op diskette.

Opstelling

Titel: bondig doch informatief.

Auteurs: onder de titel en voorafgegaan door hun initialen (voluit voor de Dames). Institutionele adressen worden gegeven onderaan de eerste bladzijde.

Keywords: maximum 7 in het Engels.

Samenvatting: in de taal van het artikel (maximaal 200 woorden) en in het Engels.

Inleiding.

Materiaal en methodes (of waarnemingen).

Resultaten.

Discussie.

Dankbetuiging: indien nodig.

Literatuurlijst: gerangschikt volgens alfabetische volgorde van auteurs-namen en genummerd van 1 tot x. In de text wordt naar deze (tussen haakjes) verwezen.

De referenties vermelden:

– Voor tijdschriften: auteursnamen met initialen, jaar van publikatie, volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, naam van het tijdschrift, nummer van de jaargang (onderlijnd), eerste en laatste bladzijde van het artikel.

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

– Voor boeken: auteursnamen met initialen, jaar van publikatie, volledige titel van het boek, naam van de uitgever, plaats van publikatie, eerste en laatste bladzijde van het geciteerde hoofdstuk.

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 en S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders Plenum, New York

Tabellen en figuren dienen zorgvuldig ontworpen op afzonderlijke bladzijden genummerd met Arabische cijfers aan ommezijde. Figuren zullen professioneel worden weergegeven. Zend kontrastrijke, niet gemonteerde foto's op glanzend papier en genummerd aan ommezijde. Titels en onderschriften worden weergegeven op een afzonderlijke bladzijde.

Aanbevelingen : – Vermijd het gebruik van voetnoten

– Vermijd het gebruik van koppeltekens in de tekst

– Vermijd het gebruik van onnodige hoofdletters

– Duid de nationaliteit, het diploma en de functie aan van elke auteur

– Geef de Engelse vertaling van de titel

– Slecht opgemaakte manuscripten kunnen worden afgewezen of zullen de publikatie ervan vertragen.

CONTENTS

EDITORIAL

- Successfull projects, fail projects (*in French*)
C. Reizer 97

ORIGINAL ARTICLES

- Water Productivity of Irrigated Rice under Transplanting , Wet Seeding and Dry Seeding Methods of Cultivation
(*in English*)
N. S. Murali & R. Thabonithy 100

- The Tobaski Ram Pricing of Dakar - Factors Explaining Sale Prices (*in French*)
C. Ly 105

- Biological Control by Three Strains of *Arthrobotrys oligospora* : Characterization and Effects on *Meloidogyne mayaguensis* Parasitizing Tomato in Senegal (*in French*)
M. Gueye, R. Duponnois, P. Ibra Samb & T. Mateille 109

- Effect of Four Methods of Soil Tillage on Soil Physical Characteristics and Water Content. (*in French*)
Kh. Boutahar & P-H. Dimanche 116

- Impact of Field Location on Labor Productivity in Cassava Production in Sub-Sahara Africa (*in French*)
M. Tshionza & E. Tollens 123

- Socio-Economic Analysis of Farming Risks in Food Crop Production in Edo North, Nigeria (*in English*)
J.B. Utomakili & Mr. P. Inwalome 127

- Incidence of Four Gastro-Intestinal Parasite Worms in a Group of Cricetomas, *Cricetomys gambianus* (Rodent : Cricetidae), caught it Lukaya- Democratic Republic of Congo. (*in French*)
L. Bobe & M. Mabela 132

- The Role of Stomatal Traits and Epicuticular Wax in Resistance to *Mycosphaerella fijiensis* in Banana and Plantain (*Musa* spp.) (*in French*)
Kathelyne Craenen, J. Coosemans & R. Ortiz 136

- The Grazing Habitat of Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.), Leasurement of the Degree of Stress on the Vegetation and Indicator of its Alimentary Regime in Lauzelle Woods (*in French*)
L.M. Kaposo 141

TECHNICAL NOTES

- Nutritional and Reproductive Features and Productive Potential of Tepezcuintle *Agouti paca* (*in Spanish*)
R. C. Montes-Pérez 147

- Presence of Antibodies to Infectious Bursal Disease Virus in Semi-intensively Reared Pearl Guinea Fowls in Nigeria (*in English*)
B.I. Nwagu, C.B.I. Alawa, B.Y. Abubakar, O.O. Oni, I.A. Adeyinka, O. Nwagu Flora, & G.T. Iyeghe-Erakpotobor 151

- The Structure of Corn Marketing in Togo Revealed by Price Analysis (*in French*)
G. A. Abbey 153

- BIBLIOGRAPHY 159

