

TROPICULTURA

2003 Vol. 21 N° 4

Trimestriel (octobre – novembre – décembre)

Driemaandelijks (oktober – november – december)

Se publica por ano (octubre – noviembre – diciembre)



Elevage laitier urbain à Ouagadougou (Burkina Faso). Crédit: Eric Thys, 2000.

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever:

J. Vercruysse

Square du Bastion 1A Bolwerksquare
1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens de la

Direction générale de la Coopération au Développement DGCD
www.dgdc.be

Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
et Coopération au Développement
www.diplobel.fgov.be

et la Région Bruxelles Capitale

Met de steunen van

Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS
www.dgdc.be

Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
en Ontwikkelingssamenwerking
www.diplobel.fgov.be

en van het Brussels Gewest

DGCD

DGOS

BUREAU DE DEPOT - AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Petite motorisation et exploitations maraîchères de taille limitée du Sahel tunisien Partie 2: Evaluation sur le terrain des performances et des coûts de préparation du sol Lichte mechanisatie en kleinschalige groenteteeltbedrijven in de Tunesische Sahelregio Deel 2: Evaluatie op het terrein van de performantie en de voorbereidingskosten van bodem Pequeña monitorización y explotaciones hortícolas de tamaño limitado en el Sahel tunecino Parte 2: Evaluación en el campo de los rendimientos y costos de preparación	
S. Chehaibi, J.G. Pieters & R.A. Verschoore	161
Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet de Tunisie Genetisch materiaal van de lokale kippenpopulatie in Tunesië Estado de los recursos genéticos de la población local de pollo en Túnez	
A. Bessadok, Imen Khochlef & M. El Gazzah	167
Correlation and Path Coefficients of Seed and Juvenile Characters with Respect to Latex Yield in <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. Etude des coefficients de corrélations et de variances de graines et de caractères juvéniles en vue d'évaluer le rendement en latex d' <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. Studie van de correlatiecoëfficiënten en de varians van zaden en van de juveniele eigenschappen met de doelstelling het latexrendement van <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. te evalueren Estudio de los coeficientes de correlación y las varianzas de los granos y caracteres juveniles con motivo de evaluar el rendimiento en látex de <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	
K.O. Omokhafa & J.E. Aliko	173
Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes Utilisation des caractères racinaires et des tiges pour évaluer les aptitudes des légumineuses sauvages amélioratrices du sol dans une zone tropicale humide Gebruik van de wortel- en van stengeleigenschappen van wilde leguminosen om hun geschiktheid voor bodemverbetering in te schatten in een vochtige tropische zone Utilización de caracteres radiculares y del tallo para evaluar las aptitudes de las leguminosas silvestres mejoradoras del suelo en una zona tropical húmeda	
M.A.N. Anikwe & J. Atuma	179
Hematological Values of out Bred Domestic Rabbits in Eastern Nigeria Valeurs hématologiques de lapins croisés domestiques au Nigeria oriental Hematologische waarden van gekruiste tamme konijnen in Oost Nigeria Valores hematológicas de conejos cruzados domésticos en el Nigeria oriental	
G.A. Musongong, B.B. Fakae & S.N. Chiejina	186
Technique de production intensive du poisson chat africain, <i>Clarias gariepinus</i> Intensieve productietechniek van de Afrikaanse katvis, <i>Clarias gariepinus</i> Técnica de producción intensiva del pez-gato africano, <i>Clarias gariepinus</i>	
Ch. Ducarme & J.-C. Micha	189
Effect of Plant Spacing in the Nursery on the Production of Planting Materials for Field Establishment of Vetiver Grass Etude de l'influence des écartements en pépinière sur la production du matériel de plantation du Vétiver Studie van de invloed van de afstand tussen planten in een kweektuin op het plantagemateriaal van de vetiverwortel Estudio de la influencia de las distancias en vivero en la producción de material de plantación del vetiver	
S.C. Jimba & A.A. Adedeji	199
Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso Economische impact van het gebruik van verbeterde variëteiten van niébé op de inkomsten van de landbouwbedrijven van het Centraal plateau van Burkina Faso Impacto económico de las variedades mejoradas de caupí sobre los ingresos de las explotaciones agrícolas de la meseta del Burkina Faso	
S. Ouédraogo	204
Coming to Grips with Farmers' variety Selection- the Case of New Improved Rice Varieties under Irrigation in South East Tanzania Comprendre la sélection de variétés par des fermiers: le cas de nouvelles variétés améliorées de riz sous irrigation dans le sud-est de la Tanzanie Naar een betere inschatting van 'variëteitsselectie door de boeren'- gevalstudie van nieuwe verbeterde rijsvariëteiten onder irrigatie in Zuid Oost Tanzania A una mejor estimación de 'la selección de variedades por los campesinos'- el caso de variedades mejoradas nuevas de arroz para irrigación en el Sureste de Tanzania	
E.M. Kafiriti, S. Dondyne, S. Msomba, J. Deckers & D. Raes	211
Crise cotonnière en Centrafrique et choix des agriculteurs en fonction de leur localisation par rapport à la ville Crisis in de katoenteelt in de Centraalafrikaanse Republiek en keuze van de landbouwers in functie van hun vestiging ten opzichte van de stad Crisis algodonera en República Centroafricana y elección de los agricultores dependiendo de su ubicación con relación a la ciudad	
E. Mbétid- Bessane	218
INDEX/INDICE	221

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Petite motorisation et exploitations maraîchères de taille limitée du Sahel tunisien. Partie 2: Evaluation sur le terrain des performances et des coûts de préparation du sol

S. Chehaibi², J.G. Pieters^{1,*} & R.A. Verschoore¹

Keywords: Labour input- Field efficiency- Low power machinery

Résumé

Les possibilités d'introduction de la petite motorisation dans le secteur maraîcher du Sahel tunisien ont été étudiées par l'évaluation de ses performances (temps spécifiques de travail effectif et rendements de chantier) à partir de suivis de chantiers impliquant différents engins de traction pour la réalisation de plusieurs opérations culturales conduites au sein de ces exploitations. En outre, les coûts par hectare de préparation de sols sablo-argileux et argilo-sablonneux, ont été déterminés à partir d'essais de quatre niveaux de puissance sur des parcelles de petite taille. Les résultats ont montré que, pour les motoculteurs, les temps spécifiques de chantier pour l'opération de binage des cultures en lignes variaient de 11,3 h/ha à 18,7 h/ha. Ces temps étaient de 5,5 h/ha et de 6,7 h/ha dans le cas de cultures palissées. Au niveau de l'opération fauche, le temps spécifique de chantier du motoculteur était de 17,3 et 14,2 h/ha respectivement en première et deuxième coupe. L'arrachage de pommes de terre au motoculteur a permis un temps spécifique de chantier de 11,5 h/ha. En reprise de labour au motoculteur, ces temps étaient de 14,3 et 10,4 h/ha en premier et deuxième recroisement. Quant à l'adoption des petits tracteurs pour des travaux superficiels de sol, les temps spécifiques de chantier réalisés étaient compris entre 2,7 et 3,5 h/ha. La détermination des coûts de préparation de sol, a mis en évidence que les petits engins étaient indiqués par les coûts les plus faibles. Les mêmes engins ont permis également, les meilleurs rendements de chantier pour les opérations réalisées. En général, ces rendements étaient supérieurs à 70%.

Summary

Low Power Mechanisation and Small-scale Vegetable Production in the Tunisian Sahel Region. Part 2: On the field Evaluation of Performances and of Soil Preparation Costs

In this study, it was investigated to what extent low power mechanisation could be introduced in vegetable production in the Tunisian Sahel region by evaluating its performance (labour input and field efficiency) by means of field experiments in which different traction equipment was used for carrying out several cultivation operations. Furthermore, costs per unit area for soil preparation in both sandy clay and clayish sand were calculated for four different power classes and for small fields. The results showed that two wheel tractors had a real labour input for scuffling between plant rows ranging from 11.3 h/ha to 18.7 h/ha. These inputs ranged from 5.5 h/ha to 6.7 h/ha for tied crops. For mowing, the two wheel tractor had labour inputs of 17.3 and 14.2 h/ha for the first and the second cut, respectively, while for potato digging, the first and the second passage of secondary tillage these values were 11.5, 14.3 and 10.4 h/ha, respectively. Superficial soil preparation by means of a four wheel tractor gave rise to values between 2.7 and 3.5 h/ha. With respect to the cost estimation for soil preparation, the lowest costs were obtained by means of the low power mechanisation. Similar conclusions were drawn for the field efficiencies for the operations investigated. In general, these efficiencies were above 70%.

¹ Department of Agricultural Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, tél. +32 9 264 61 88, fax +32 9 264 62 35, *e-mail: Jan.Pieters@rug.ac.be (Auteur pour la correspondance).

² Ecole Supérieure d'Horticulture, 4042 Chott-Mariem (Tunisie).
Reçu le 28.11.02. et accepté pour publication le 03.02.03.

Introduction

La superficie totale des exploitations de moins de 5 ha a connu à l'échelle de la Tunisie, une augmentation de 48% sur une période d'une trentaine d'années. Elle est passée de 318.000 ha en 1962, ce qui correspondait à 6% de la superficie agricole totale, à 471.000 ha en 1995, soit 9% de la superficie agricole totale (2).

Les cultures maraîchères qui représentent l'un des principaux axes du secteur agricole ont connu aussi une augmentation continue au niveau des superficies. Elles sont passées de 86.900 ha en 1992 à 118.700 ha en 1999, ce qui représente un accroissement de 36,6% sur une période de 8 ans (1). Cependant, la majorité des superficies maraîchères sont situées au nord et au centre du pays. Elles correspondaient respectivement à environ 47% et 44% des superficies agricoles dans ces zones (1). La taille de ces exploitations est en général réduite. On enregistre 28,7% d'exploitations inférieures à 5 ha, et 21,8% d'exploitations dont la taille est comprise entre 5 et 10 ha, soit au total 50,5% d'exploitations de taille inférieure à 10 ha (1).

Cependant, dans le secteur maraîcher de la région du Sahel tunisien située au centre du pays, les opérations culturales mécanisées font appel à la motorisation classique de taille et de puissance importante (50 à 60 kW). Cette motorisation est confrontée à de nombreux problèmes d'ordre économique dans le cas des parcelles de taille réduite, à savoir:

- pertes de temps excessives dans les manœuvres, conduisant le plus souvent à des rendements de chantier faibles;
- volume horaire d'utilisation annuelle faible entraînant la non-rentabilité des équipements surtout chez les propriétaires de matériel (5);
- mauvaise adaptation de la taille des engins aux surfaces travaillées, ce qui réduit les rendements des matériels et cause par conséquent des coûts élevés (6);

Mais, bien que l'aspect économique ne soit pas le seul facteur intervenant dans le choix du type de motorisation et qu'il faille tenir compte des contraintes techniques voire humaines (usure, performance, temps et conditions de travail, etc.), il est important de ne pas négliger les frais inhérents à l'usage de cette motorisation (7).

C'est ainsi que la connaissance de ces frais ainsi que les rendements des engins pourraient représenter des facteurs essentiels pour l'étude d'introduction de la petite motorisation dans les petites exploitations maraîchères du Sahel tunisien.

L'objectif du présent travail est double. D'abord, les performances des petits engins motorisés (temps spécifiques de travail effectif et de chantier, rendements de chantier) seront évaluées à partir de suivis de chantiers réalisés dans des exploitations de petite taille. Puis, une comparaison des coûts de préparation de sol pour plusieurs niveaux de puissance sera conduite.

Matériel et méthodes

1. Suivis de chantiers motorisés de maraîchage

Les suivis de chantiers ont été effectués au cours de la campagne agricole 2002. Une série de ces suivis a été conduite sur des parcelles appartenant au Centre Technique d'Agriculture Biologique (CTAB) et à la station de l'Institut National de Recherches en Génie Rural, Eau et Forêt (INRGREF) de Chott-Mariem, région de Sousse. L'autre série a été réalisée aux stations de l'Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT) de Sahlin et de Tébourba (région de Monastir). Tous ces organismes ont été choisis pour deux raisons essentielles: facilité d'accès (domaine de l'état) et disponibilité du matériel.

Les parcelles utilisées lors des suivis sont caractérisées par une faible pente (moins de 1,5%) sur sols sablo-argileux (SA) et argilo-sablonneux (AS) pour la région de Sousse, sablonneux et sablo-argileux pour la région de Monastir.

Les spécifications relatives aux matériels utilisés dans les suivis ainsi que les opérations culturales réalisées sont relatées dans le tableau 1.

Les essais étaient conduits par les exploitants mêmes avec leurs propres engins. Par conséquent, certaines opérations n'ont eu lieu qu'une seule fois pendant la période des suivis.

L'analyse de chantiers a été basée sur les facteurs suivants (5):

- Temps spécifique de travail effectif (h/ha): temps de fonctionnement de la machine mise en œuvre, à l'exclusion des virages en fourrières et des arrêts de toute nature et exprimé par unité de surface travaillée. Ce temps ne dépend que de la largeur et de la vitesse de travail;
- Temps spécifique de chantier (h/ha): temps comprenant le temps de travail effectif et les temps non directement productifs (virages, arrêts, etc.), mais aussi à l'exclusion des temps d'approvisionnement en produits, des déplacements d'un chantier à l'autre ou de la ferme aux champs, etc. De nouveau, ce temps est spécifié par unité de surface travaillée;
- Rendement de chantier (%): rapport du temps spécifique de travail effectif au temps spécifique de chantier. Cette grandeur caractérise l'efficacité du travail mécanique dans les circonstances normales. Elle dépend pour beaucoup de la forme de la parcelle.

2. Détermination des coûts de préparation du sol a) Présentation des essais

Les essais de travail du sol ont été conduits au cours de la campagne agricole 2002 sur deux terrains de 60 m x 50 m, situés dans le domaine de l'Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Elevage de Chott-Mariem, région de Sousse et caractérisés par une faible pente (moins de 1,5%). Les sols étaient de texture sablo-argileuse et argilo-sablonneuse.

Tableau 1
Descriptions et résultats des suivis

Opération culturale	Engin utilisé (*)	Parcelles travaillées		Vitesse de travail (km/h)	Temps spécifique (h/ha)		Rendement de chantier (%)
		Superficie (m ²)	Longueur (m)		Travail effectif	Chantier	
Binage, pomme de terre	A	360	72	1,3	13,8	14,9	93
Binage, fraise	A	920	71	1,6	10,1	11,3	90
Buttage, pomme de terre	A	360	72	2,4	4,9	9,1	54
Binage, oignon	B	910	20	0,9	13,6	18,7	73
Binage, melon	B	380	63	1,0	12,2	14,4	85
Binage, melon palissé	B	380	63	2,8	4,4	5,5	80
Fauche, luzerne	B	970	20	0,8	11,0	17,3	64
Fauche, luzerne	B	650	15	1,0	9,0	14,2	64
Enfouissement fumier, tomate	B	370	62	2,5	5,0	6,7	75
Billonnage	C	180	30	1,8	5,6	6,6	86
1 ^{er} recroisement	C	90	63	2,6	13,3	14,3	93
2 ^{ème} recroisement	C	90	63	3,0	9,3	10,4	89
Arrachage, pomme de terre	C	440	55	0,6	9,7	11,5	85
Façon superficielle	D	670	65	3,9	2,2	3,1	71
Façon superficielle	D	830	65	4,2	2,2	3,3	68
1 ^{er} recroisement	D	910	65	4,2	2,0	2,8	74
1 ^{er} recroisement	E	220	55	5,2	1,9	2,7	70
1 ^{er} recroisement	E	400	63	5,3	1,8	2,8	63
1 ^{er} recroisement	E	920	54	4,8	2,1	3,5	61
2 ^{ème} recroisement	E	460	54	5,5	1,7	3,3	53

* Engins utilisés: A, motoculteur Ferrari-72S; B, motoculteur B.C.S-MC740; C, motoculteur Kubota K75; D, mini-tracteur Kubota L235; E, mini-tracteur Kubota L245

L'expérimentation était conduite selon un dispositif en blocs aléatoires complets. Le travail du sol était un labour à la charrue à socs et versoirs, suivi de deux passages de cultivateur rotatif. Quatre engins étaient utilisés pour la traction des outils:

- Engin 1: tracteur standard de puissance 59 kW utilisé pour le travail du sol à une profondeur moyenne de labour de 21 cm pour le sol SA, et 17 cm pour le sol AS.
- Engin 2: tracteur de puissance 33 kW utilisé pour le travail du sol à une profondeur moyenne de labour de 16 cm pour le sol SA, et 15 cm pour le sol AS.
- Engin 3: petit tracteur de puissance 22 kW utilisé pour le travail du sol à une profondeur moyenne de labour de 13 cm pour le sol SA, et 15 cm pour le sol AS.
- Engin 4: motoculteur de puissance 6 kW utilisé pour le travail du sol à une profondeur moyenne de labour de 13 cm pour le sol SA, et 13,5 cm pour le sol AS.

b) Détermination des coûts de préparation du sol

Le coût moyen d'utilisation du matériel agricole correspond à la somme des charges financières afférant aux travaux réalisés par des machines sur un hectare ou bien pendant une heure. Les paramètres de calcul sont en général issus des normes d'utilisation basées sur des résultats d'observation et d'enquêtes réali-

sées auprès d'agriculteurs et d'entrepreneurs agricoles (8). Il s'agit notamment de:

- l'amortissement de la machine;
- l'intérêt du capital;
- les taxes et l'assurance;
- les frais d'entretien et de réparation;
- la consommation en carburant et en lubrifiant;
- le coût de la main-d'œuvre.

Le coût moyen de préparation du sol, exprimé en EUR/ha, est calculé pour les opérations entreprises: labour, premier et deuxième recroisements. Il correspond au produit du coût horaire de l'engin (EUR/h) et du temps spécifique de chantier (h/ha) pour l'opération considérée. Le coût moyen total de préparation du sol est la somme des coûts de labour, du premier et du deuxième recroisements (6).

Résultats et discussion

1. Résultats des suivis de chantiers motorisés de maraîchage

Le tableau 1 résume les opérations conduites lors des suivis ainsi que le matériel correspondant, les mesures réalisées (longueur et superficies des parcelles) et les paramètres calculés (vitesse de travail, temps spécifiques de travail effectif et de chantier, rendement de chantier).

L'examen de ces résultats a permis de conclure que l'application des motoculteurs pour des travaux superficiels d'entretien des cultures ou des travaux sur sol déjà préparé, a permis d'obtenir des temps spécifiques de chantier assez courts pour certaines opérations.

Pour le billonnage, pratiqué sur sol nu et déjà ameubli, un temps spécifique de chantier de 6,6 h /ha a été obtenu. Dans ce cas, le motoculteur n'était pas soumis à des charges importantes qui pourraient réduire sa vitesse par glissement, ni à des décélérations de la part du conducteur pour ne pas endommager les plantes. L'opération a été réalisée à une vitesse d'avancement moyenne de 1,8 km/h.

Lors du travail de binage ou d'enfouissement de fumier par binage, les temps spécifiques de chantier étaient respectivement de 5,5 et 6,7 h/ha. Les deux opérations étaient conduites sur des cultures en lignes palissées (melon, tomate). L'avancement des appareils était presque sans arrêts, et les vitesses moyennes de travail correspondantes (2,8 et 2,5 km/h) confirmaient ces résultats.

En revanche, la conduite des travaux légers de binage sur cultures en lignes de pomme de terre, d'oignon, de melon non encore palissé et de fraisier, a donné lieu à des temps spécifiques de chantier respectifs de 14,9; 18,7; 14,4 et 11,3 h/ha. La différence au niveau des temps spécifiques de chantier était due essentiellement à l'écartement entre les lignes qui favorisait ou non l'avancement normal des appareils et à l'état de la culture (retombante ou non). En effet, le binage d'une culture de melon non palissé nécessite une attention continue de la part du conducteur, un avancement lent (1,01 km/h) et parfois des arrêts de travail pour corriger la direction de la bineuse. Par contre, le binage de cette culture lorsqu'elle est palissée est pratiquement sans arrêt et à vitesse de travail élevée (2,81 km/h). Donc, l'exigence d'une attention continue du conducteur suite aux conditions de travail, influençait directement l'avancement des appareils et par suite le rendement du chantier considéré.

En ce qui concerne le buttage, il a été pratiqué sur une culture de pommes de terre pour la première fois. Les roues du motoculteur enjambaient la culture et étaient guidées par les billons. Le différentiel se trouvait en position bloquée. Le temps spécifique de chantier ainsi obtenu était de 9,1 h/ha, et la vitesse moyenne d'avancement était de 2,4 km/h. Il est à signaler que des arrêts limités de travail ont été enregistrés lors de cette opération pour corriger la direction de l'engin ayant tendance à dévier sous l'effet de l'inégalité des efforts sur les corps du butteur et le blocage du différentiel.

Au niveau de la reprise du sol au motoculteur, les temps spécifiques de chantier obtenus en premier et deuxième recroisements étaient respectivement 14,3 et 10,4 h/ha. Contrairement au deuxième recroisement, la première reprise du labour impliquait des charges importantes sur le motoculteur et occasionnait donc plus de temps pour réaliser le travail, ce qui justifie l'écart des temps spécifiques de chantier. Cet

écart est aussi confirmé par les différences au niveau des vitesses de travail qui étaient de 2,6 et 3 km/h. C'est ainsi que sur un sol ayant déjà subi une façon superficielle, l'avancement était rapide.

Par ailleurs, l'adoption du mini-tracteur en travail superficiel du sol, a permis des temps spécifiques de chantier assez remarquables que ce soit avec un outil à dents ou avec un outil animé. Les temps spécifiques de chantier obtenus, variaient de 2,7 à 3,5 h/ha. Donc, en plus de la taille réduite des équipements, l'évolution des engins sur terrains plats et nus pour des opérations n'exigeant du conducteur ni précision, ni grande attention, a contribué aussi à l'obtention de tels résultats. C'est ainsi que les vitesses réelles de travail enregistrées étaient relativement élevées, notamment entre 3,9 et 5,5 km/h.

En ce qui concerne les opérations de récolte au motoculteur, l'arrachage de pommes de terre a été indiqué par un temps spécifique de chantier de 11,5 h/ha à une vitesse moyenne d'avancement de 0,6 km/h. Ce type d'opération est relativement exigeant en effort de traction, ce qui s'est répercuté directement sur la vitesse de travail en premier lieu et par suite sur le temps spécifique de travail effectif de l'appareil. Par contre, la récolte de fourrage (luzerne) sur parcelle irriguée à la raie, a été marquée par des temps spécifiques de chantier de 17,3 h/ha en première coupe, et 14,2 h/ha en deuxième coupe. Les niveaux de densité de la récolte lors de l'intervention de l'appareil étaient à l'origine des différences des temps. En effet, lors de la première intervention, la récolte était assez dense. Plusieurs interventions de l'opérateur ont été notées pour dégager le fourrage accumulé à l'avant de la machine. Par contre, en deuxième coupe, la récolte était moins dense et les interventions du conducteur étaient par conséquent limitées. Mais, la présence d'ados sur le terrain étaient aussi à l'origine de la réduction de la vitesse d'avancement et par suite à l'augmentation des temps spécifiques de chantier de l'appareil.

En ce qui concerne les rendements de chantier, l'examen des résultats obtenus permet de constater que l'application du petit matériel motorisé en général dans ce genre d'exploitations, se traduit par une efficacité assez importante, donc d'un temps spécifique de travail effectif faible. Ceci résulte essentiellement de pertes de temps assez faibles dans les fourrières. En effet, à la fin d'un aller, la reprise de travail se fait rapidement sans beaucoup de manœuvres ni d'espaces non travaillés pour pouvoir virer. C'est donc la taille du matériel et son encombrement longitudinal surtout, qui sont à l'origine.

Cependant, il convient de signaler que les différences remarquées au niveau des résultats pour la même variable évaluée (temps spécifique de travail effectif, rendement, etc.) relative à un type de matériel donné (mini-tracteur ou motoculteur), pourraient être dues à l'habileté du conducteur, à l'état du matériel, aux conditions du terrain, mais aussi à l'état dans lequel se trouvaient les plantations surtout pour les cultures en lignes (palissées ou non).

2. Rendements et coûts de préparation du sol

Au niveau du rendement de chantier (Tableau 2), les petits engins étaient caractérisés par les meilleures valeurs pour les trois opérations réalisées dans les deux types de sol.

de signaler que ces calculs sont tous basés sur une seule expérimentation par type d'engin. En outre, chaque type d'engin était manipulé par un autre opérateur. Par exemple, on a dû constater que l'opérateur du tracteur de moyenne puissance n'en avait pas l'ha-

Tableau 2
Rendements de chantier pour différentes puissances de traction considérées

Type d'engin	Rendement de chantier des opérations réalisées (%)					
	Sol sablo-argileux			Sol arglo-sablonneux		
	labour	1 ^{er} recrois	2 ^{ème} recrois	labour	1 ^{er} recrois	2 ^{ème} recrois
Tracteur standard	61	61	62	51	55	63
Tracteur moyenne puissance	49	31	28	41	27	36
Petit tracteur	71	73	65	64	75	68
Motoculteur	74	83	77	74	85	67

En effet, le motoculteur permettait des rendements de 74% pour le labour et de 67 à 85% pour le recroisement. Le petit tracteur a réalisé des rendements de 64 à 71% au labour et de 65 à 75% en reprise de labour. Quant aux autres engins, ils étaient indiqués par des rendements pour le labour variant de 41 à 61%, et par des rendements pour les opérations de reprise de labour allant de 27 à 63%.

L'examen des résultats du coût de préparation du sol (Figure 1) a montré que dans les conditions des essais, le petit tracteur et le motoculteur ont donné les coûts par unité de superficie de préparation les plus faibles dans les deux types de sol.

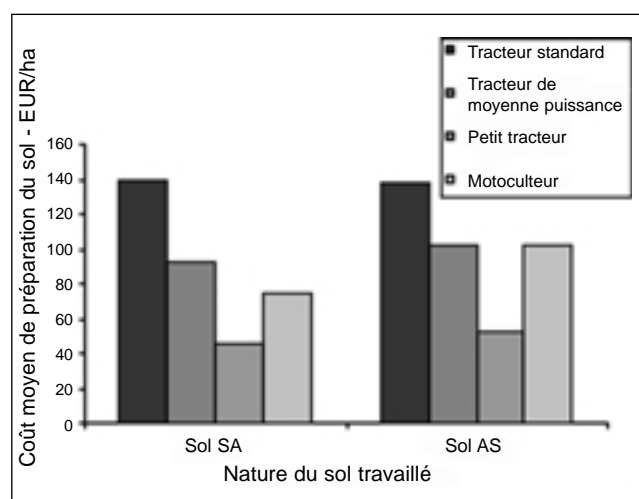


Figure 1: Coûts moyens de préparation en EUR/ha des sols SA et AS

En effet, ces coûts étaient de 45 et 54 EUR/ha pour le petit tracteur, et de 76 et 103 EUR/ha pour le motoculteur. Au niveau des autres engins, les coûts s'élevaient à 95 et 104 EUR/ha et à 145 et 140 EUR/ha, respectivement pour le tracteur de moyenne puissance et le tracteur standard. Il convient quand-même

bitude d'où résultent les faibles rendements et le coût élevé pour cet engin.

Conclusions

Au terme de ce travail ayant pour but l'étude des possibilités d'introduction de la petite motorisation dans le secteur maraîcher de la région du Sahel tunisien, il apparaît que le petit matériel motorisé offre des perspectives pour la mécanisation efficace et rentable pour les exploitations de taille réduite. En effet, les temps spécifiques de chantier obtenus semblaient assez encourageants, et les rendements de chantier atteints démontraient l'efficacité de l'adoption de tels équipements sur les petites exploitations.

D'autre part, une comparaison de quatre niveaux de puissance en travail du sol a montré que les meilleurs rendements de chantier des différentes opérations étaient engendrés par les engins de petite puissance. Cependant, il ressort que parmi les petites puissances, le petit tracteur se distinguait du motoculteur par des coûts plus bas puisque son avancement était plus rapide (conducteur assis) et sa réserve de puissance semblait suffisante.

De ceci, nous pouvons conclure que pour une petite exploitation de la région du Sahel tunisien, l'application d'un matériel de traction bien adapté pourrait réduire davantage les pertes de temps au travail, alléger les charges de mécanisation surtout que l'utilisation de cette dernière est assez fréquente en production intensive et contribuer à l'amélioration de la rentabilité des cultures pratiquées.

Il est à noter que l'amélioration des conditions d'utilisation du petit matériel (adaptation des largeurs des outils aux cultures en lignes, choix du moment d'intervention pour la préparation du sol, expérience du conducteur, etc.) pourrait sans doute contribuer à l'amélioration de ses performances et à l'accroissement de sa rentabilité.

Références bibliographiques

1. Anonyme, 1999, Annuaire des statistiques agricoles, Ministère de l'Agriculture tunisien.
2. Anonyme, 1996, Enquête sur les structures des exploitations agricoles. Rapport du Ministère de l'Agriculture tunisien.
3. FAO, 1998, La mécanisation en Afrique de l'Ouest, 3 p.
4. FAO, 1996, La traction animale en Mauritanie: situation et perspective, 34 p.
5. Hoogmoed W., 1994, Le travail du sol: expérimentation et mesure des effets. *In*: Le travail du sol pour une agriculture durable, ed. W. Hoogmoed et M. Klajj, 94-103. Niamey, Niger: FAO.
6. Miserque O., Tissot S. & Bruart J., 1998, Indicateur des performances et des coûts d'utilisation des machines agricoles. Département de Génie Rural, CRA Gembloux, 166 p.
7. Tissot S., 1990, Coût d'utilisation prévisionnel du matériel agricole. Note technique, Station de Génie Rural de Gembloux, 62 p.
8. Tissot S., Miserque O. & Oestges, 1997, Performances et coûts d'utilisation de différents chantiers de préparation du sol. Département de Génie Rural, CRA Gembloux, 35-39.

S. Chehaibi, Tunisien, 3^{ème} cycle en Machinisme agricole, Maître-Assistant de l'Enseignement Supérieur agricole, Ecole Supérieure d'Horticulture, 4042 Chott-Mariem, Tunisie.

J.G. Pieters, Belge, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Professeur (RUG), Department of Agricultural Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgique, tél. +32 9 264 61 88, fax +32 9 264 62 35, e-mail: Jan.Pieters@rug.ac.be (Auteur pour la correspondance).

R.A. Verschoore, Belge, Docteur en Sciences Appliquées, Professeur (RUG), Directeur du Département, Department of Agricultural Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgique.

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 faute 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 "Adresse not traceable on this address" and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent in Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering tijdig 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.

Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie

A. Bessadok^{1*}, Imen Khochlef² & M. El Gazzah²

Keywords: Farmer- Laying- Genetic resources- Polymorphism

Résumé

Dans ce travail, nous avons essayé de donner un aperçu historique sur l'origine du poulet depuis l'époque carthaginoise jusqu'à la nôtre et d'étudier la structure, les performances et la diversité génétique de la population locale du poulet en Tunisie.

Les phénotypes des poulets observés dans les régions de l'Ariana et de Bizerte au nord-est de la Tunisie se caractérisent par leur grande richesse. Les performances zootechniques des troupeaux locaux examinés dans le cadre de ce travail ont révélé que la production annuelle d'œufs par poule locale est de 127 unités et que les coqs locaux atteignent un poids de 1,620 kg à l'âge de 18 semaines, alors que, à ce même âge, les poules locales atteignent un poids de 1,206 kg. La population locale du poulet en Tunisie arrive à garder, malgré l'érosion génétique qu'elle a subie, une variabilité suffisamment importante lui permettant non seulement de garantir un niveau minimum de production d'œufs et de viande d'une qualité très recherchée par les consommateurs, mais aussi de sauvegarder une réserve de gènes différents (coloration, forme, rusticité et autres) d'une valeur très précieuse.

Nous estimons qu'il est encore possible d'entreprendre un programme de conservation des ressources génétiques de la population locale de poulet en Tunisie dans un contexte de développement durable du secteur avicole traditionnel.

Summary

Genetic Resources of the Local Chickens in Tunisia

The opportunity to develop rural livestock and poultry genetic resources in Tunisia has been discussed by giving historical rural poultry origins and structures through trials and sample surveys on their performances and polymorphism.

The poultry phenotypes observed in the north-east rural area of Tunisia (i.e. Ariana and Bizerte) are various and their performances were low and vary a lot. Local rural hen can produce an average of 127 eggs per year and its weight reaches 1.206 kg at age 18 weeks. While the cocks have a body weight of 1.620 kg at the same age.

Despite the genetic erosion which they have endured over the centuries, the local chicken populations in Tunisia succeeded in preserving a sufficiently significant variability; this allows them to guaranty not only a minimum egg production level and a first choice quality meet, but also to preserve a unique gene reserves of various types and characteristics (i.e. colour, form, rusticity, etc.).

The wealth of the genetic resources of the poultry rural population in Tunisia, well identified in this work, makes us believe that a gene conservation program is highly recommended to promote Tunisian rural poultry.

Introduction

Les produits avicoles constituent une ressource de protéines facilement renouvelables acceptée dans le monde entier. C'est la nourriture mondiale par excellence qui ne fait l'objet d'aucun interdit culturel ou religieux à travers les siècles.

Devant la demande croissante de ces produits, la sélection et l'amélioration génétiques des poulets se sont orientées dans un seul sens, celui de l'amélioration des performances de production d'œufs et de viande. Ceci est à l'origine de la création du secteur avicole industriel qui a évolué au dépend du secteur fermier ou traditionnel (13).

L'aviculture traditionnelle, avec son mode extensif et sa conduite rudimentaire, est répandue dans toutes les régions rurales. C'est une évidence chez toutes les familles rurales qui sans aucun investissement notable, arrivent à satisfaire leurs besoins en produits avicoles et dégagent parfois des bénéfices respectueux (15). Ce mode d'élevage est essentiellement pratiqué par les femmes rurales qui s'occupent de leurs poules comme une tâche principale parmi leurs tâches quotidiennes de ménage. Il constitue un revenu non négligeable pour celles qui ont su le gérer convenablement en lui consacrant un moindre savoir-faire qu'elles ont acquis de génération en génération (11).

¹C.F.P.A.E.B. 2020 Sidi Thabet Tunisie, tél./Fax: ++ 216 71 55 24 34, GSM: ++ 216 98 66 54 35, E-Mail: abdelkrim.bessadok@fst.rnu.tn

²Laboratoire de génétique de la Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie, Tél ++ 216 71 87 26 00 / ++ 216 71 87 22 00.

Reçu le 10.01.03. et accepté pour publication le 02.06.03.

En Tunisie, l'approvisionnement du pays en produits avicoles était assuré jusqu'au début des années 1960 uniquement par l'aviculture traditionnelle (4). Son importance s'est vue par la suite diminuer d'année en année, cédant la place au secteur industriel qui s'est développé considérablement et rapidement. Cette expansion était à la base d'une destruction assez sévère de ressources génétiques des poulets locaux. Ces derniers, en absence de programme de sauvegarde ni de collection, ont dû affronter la concurrence des souches industrielles importées des Etats-Unis d'Amérique et de l'Europe. En effet, ces souches hautement performantes ont envahi tous les marchés et se sont infiltrées dans les élevages ruraux pour participer à une érosion génétique d'un ensemble de caractères qui n'était même pas recensé.

Malgré la part non négligeable dans la fourniture des produits avicoles, environ 10% de viande de volaille et 20% d'œufs de consommation (9), peu d'informations sont disponibles sur l'aviculture traditionnelle. Le mode d'élevage extensif et l'importance de l'autoconsommation rendent ce secteur difficile à cerner. En effet, aucune action n'a été entreprise pour promouvoir le secteur traditionnel de poulet local.

L'engouement pour la consommation des produits avicoles fermiers risque de faire augmenter les effectifs de la population locale d'une manière considérable échappant à tout genre de prévisions ou de statistiques. Ces derniers, (Tableau 1) étaient estimés à 4 millions de sujets auto-renouvelables produisant 6.000 tonnes de viande et 216 millions d'œufs par an (4, 5).

Les marchands sumériens ont importé les volailles de la vallée de l'Indus, leur territoire d'origine, vers le golfe Persique et le golfe d'Oman. Par la suite, les Phéniciens ont dispersé la poule dans le bassin méditerranéen et les Carthaginois prirent le relais pour commercialiser les volailles en Italie, en Espagne, au Portugal, puis au-delà des colonnes d'Hercule (Gibraltar) jusqu'en Grande-Bretagne (Pays de Galles et Angleterre) (9).

Depuis la civilisation carthaginoise, le poulet s'élevait en Tunisie comme source d'alimentation humaine facilement renouvelable et constituait une tradition très lointaine dans les mœurs alimentaires soit dans la vie quotidienne, soit dans les fêtes familiales et religieuses (2).

Matériel et méthodes

1. Matériel animal

L'étude a concerné, d'une part, l'enquête sur le polymorphisme et le mode d'exploitation des poulets locaux chez des familles rurales des délégations de Kalaât l'Andalous et de Ghar-El Melh, respectivement des gouvernorats de l'Ariana et de Bizerte, et d'autre part, l'élevage en claustration complète et le suivi individuel d'un lot de poulets locaux aux poulaillers du Centre de Formation Professionnelle Agricole dans le Secteur Avicole de Sidi Thabet du gouvernorat de l'Ariana, situé à 24 km de Tunis (Figure 1).

Tableau 1

Importance du secteur traditionnel dans l'évolution des effectifs et des produits du secteur avicole en Tunisie au cours des 7^{ième}, 8^{ième} et 9^{ième} plans

			7 ^{ième} Plan 1987-1991	8 ^{ième} Plan 1992-1996	9 ^{ième} Plan 1997-2001*
Effectifs (en 1000 unités)	Secteur traditionnel	Pondeuses	3926	3527	3410
		Poulets de chair	–	1900	1690
	Secteur industriel	Pondeuses	3870	4350	5181
		Poulets de chair	30686	35573	48000
Produits avicoles (œufs en million d'unités et viande en mille tonnes)	Secteur traditionnel	œufs	216	216	216
		Viandes	6	6	6
	Secteur industriel	œufs	999	1065	1245
		Viandes	63	88	101

* Statistiques de l'année 1998

L'objectif de ce travail est de donner un aperçu historique sur l'origine du poulet depuis l'époque carthaginoise jusqu'à la nôtre et d'étudier la structure, les performances et la diversité génétique de la population locale du poulet en Tunisie.

Origines du poulet en Tunisie

La migration de l'espèce *Gallus gallus* de l'Asie, son territoire d'origine, vers les pays du bassin méditerranéen, s'est déroulé au VI^{ième} siècle avant J.C. (10).

2. Enquête en milieu rural

Cette étude a comporté une analyse des phénotypes des poulets rencontrés chez 30 familles rurales élevant 1559 poulets locaux dans les délégations de Kalaât l'Andalous et de Ghar-El Melh. Pour chaque éleveur visité, nous avons noté la localisation de son élevage, des données concernant la personne qui s'en occupe, sa motivation et les caractéristiques du mode d'exploitation des poulets locaux. Nous avons aussi décrit les phénotypes des poulets élevés chez les familles enquêtées.

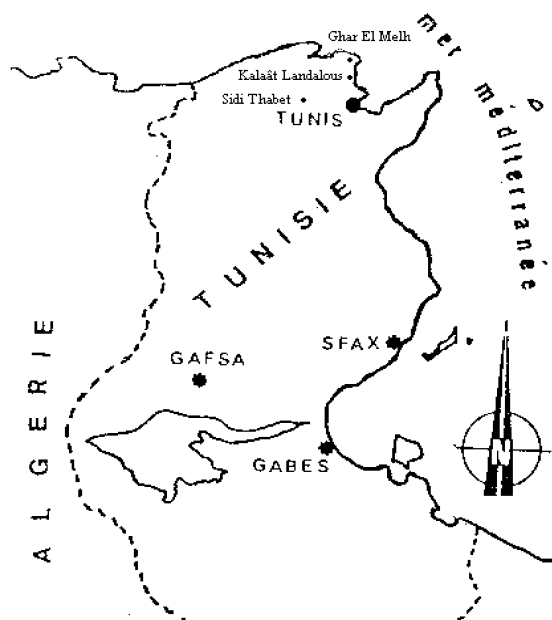


Figure 1: Carte montrant les délégations de Sidi Thabet, de Kalaât Landalous et de Ghar El Melh dans le nord-est de la Tunisie.

3. Poulets locaux expérimentaux

Nous avons commencé notre travail par la collecte de 300 œufs à couvrir dans une population locale de poulets de la région d'Utique dans le gouvernorat de Bizerte au nord de la Tunisie. Nous les avons fait, par la suite, incuber artificiellement pour faire éclore un lot de 141 poussins mâles et femelles. La détermination du sexe de nos poussins locaux n'a pas été possible au jour de leur éclosion. Ces derniers ne présentaient aucun signe de différenciation sexuelle du fait qu'ils n'étaient pas dotés de gènes autosexables. Ce n'est qu'à un âge avancé, à partir de la quatrième semaine, lorsque le dimorphisme sexuel est devenu plus prononcé, que nous avons procédé à leur identification phénotypique et sexuelle. Après quoi, il s'est avéré que sur les 141 poussins éclos, 48 seraient des coqs, alors que le reste, soit 93 poussins, seraient des poules.

A la fin de la période de démarrage, nous avons transféré, dans un poulailler de ponte en cages, les poules locales ainsi qu'un échantillon de poules commerciales sélectionnées pour la ponte, initialement démarrées dans le même poulailler. Nous avons calculé pour chaque lot, depuis l'âge de 20 à 40 semaines, le taux hebdomadaire de ponte selon l'équation suivante:

$$THP_i = \sum_{j=1}^7 \frac{PJ_j}{EPP_j} \times 100$$

Tels que: THP_i: Taux hebdomadaire de ponte de la semaine i ($i=1, \dots, 73$)

PJ_j: Ponte journalière de la journée j ($j=1, \dots, 7$) de la semaine i

EPP_j: Effectif des poules présentes au jour j de la semaine i

Résultats et discussions

1. Mode d'exploitation des poulets locaux

Les abris utilisés, quoique traditionnel, arrivent à suffire aux besoins des poulets en matière de densité et d'environnement (1). Ces abris, ainsi que les parcours qui leur sont annexes, offrent aux poulets une liberté d'occupation d'un territoire vaste leur permettant d'évoluer en absence de captivité stressante. Les poulets ainsi élevés, possèdent l'avantage d'exprimer naturellement leurs comportements sans influences ni pression d'un milieu artificiel. Ces parcours exposent en revanche les poulets aux attaques des prédateurs (renards et chiens errants...), qui dans certains cas représentent des fléaux s'opposant à l'élevage traditionnel dans sa forme la plus libre.

Le poulet est un animal qui arrive à régler systématiquement ses besoins alimentaires en fonction de la nourriture disponible. En effet, il cherche sa nourriture dans son milieu en s'alimentant principalement par des vers de terre, des mollusques, des insectes, des cailloux, des herbes et de divers déchets enfouis dans le sol. Les éleveurs distribuent en plus, des céréales, (grains ou déchets), des graines de légumineuses, du pain sec ou mouillé et de reliquat de cuisine. Cependant, aucune alimentation vitaminique ou minérale complémentaire n'est administrée. L'apport en eau, se fait par de l'eau des puits occasionnellement javellisée ou de l'eau potable.

Les soins sanitaires et hygiéniques ne sont pris au sérieux que lors des passages épidémiques des maladies virales comme celles de Newcastle, de bronchite infectieuse, de Gumboro et de Marek. La vaccination est très rare et ne se fait que sous forme de campagne occasionnelle. Les maladies parasitaires et autres, telle que la coccidiose, ne sont pas pour autant traitées (1). La médication à base d'ail, d'huile d'olive et de quelques médicaments de la pharmacie humaine, guérissent très rarement les infections bénignes. Ces élevages sont très mal protégés contre les attaques de tout genre d'agents pathogènes. Les éleveurs semblent compter énormément sur la rusticité de leurs poules.

2. Polymorphisme des poulets locaux

La poule commune, qui formait la quasi-totalité du cheptel tunisien, ne présente plus de caractère d'homogénéité en raison de l'introduction de différentes souches industrielles dans le pays (Tableau 2).

En effet, ces dernières envahissaient progressivement les élevages fermiers et se mélangeaient par croisements non contrôlés avec les souches locales. Ceci est aussi le cas des élevages fermiers de la majorité des pays de l'Asie du Moyen-Orient et de l'Afrique qui ont subi le même sort (12, 13, 16).

Les phénotypes des poulets observés au cours de notre enquête ainsi que ceux issus de notre élevage se caractérisent par leur grande diversité. Ils offrent une variété de couleurs dont le hasard des croise-

Tableau 2

Souches industrielles importées en Tunisie

1. <i>Reproducteurs chair</i>	Effectif souche/effectif national total chair ou ponte
1.1. Souches lourdes (donnant des poulets blancs)	
HYBRO	30,6%
ARBOR ACRES	8,5 %
LOHMAN	3,1 %
COBB	1,4 %
SHAVER STARBRO	12,3 %
1.2. Souches lourdes (donnant du poulet fermier)	
SASSO	0,4%
1.3. Souches naines (donnant des poulets blancs)	
VEDETTE	40,8 %
1.4. Souches naines (donnant des poulets roux)	
SHAVER REDBRO	2,9%
2. <i>Reproducteurs ponte</i>	
2.1. Souches produisant des œufs blancs	
BABCOCK B300	32 %
SHAVER 2.000	49 %
2.2. Souches produisant des œufs roux	
HISSEX ROUSSE	19 %

Source GIPA (2000)

ments entremêle les différentes teintes des plumage. Les plumes de ces volailles étaient soit unicolores soit multicolores réalisant des schémas très irréguliers ou pouvant aussi former des dessins parfaitement réguliers (plumage barré). La diversification des volailles a porté également sur plusieurs autres caractères tels que la taille (normale ou naine), la nature de la crête (simple, double, rosacée, en pois et en noix) et la structure du plumage (lisse et frisé) (Tableau 3).

3. Engraissement et croissance pondérale

Le mode d'exploitation de cette population locale est plutôt orienté vers la production d'œufs. L'engraisement n'est pas pratiqué par les éleveurs traditionnels du fait de l'exigence énorme des animaux d'engraisement en alimentation équilibrée et à forte teneur énergétique et protéique.

Les poulets à haut potentiel d'engraisement ne sont pas représentés dans les populations locales. Ces derniers sont très rapidement consommés avant leur reproduction. D'ailleurs, les poules lourdes sont de très mauvaises productrices d'œufs et les coqs lourds sont de très mauvais géniteurs justifiant ainsi la décision de leur réforme précoce.

Le troupeau de poulets locaux élevés au CFPASA de Sidi Thabet dans des conditions améliorées et nourris par une alimentation correcte, a enregistré à l'âge de 56 jours, des poids de 550 g pour les poules et 580 g pour les coqs (Tableau 4).

Tableau 3

Exemple de gènes à effets visibles recensés dans les régions du nord de la Tunisie

Effet sur	Expression	Gènes*
La vitesse d'emplumement	rapide	K ⁺
	lent	K
	extrêmement lent	Kn
La longueur des plumes	huppe	Cr
	barbe et favoris	Mb
La structure des plumes	frisé	F
	soyeux	h
La répartition des plumes	cou nu	Na
	tarses emplumés	Pti
La forme de la crête	rosacée	R
	rosacée hérissée	R et He ⁺
	rosacée lisse	R et he ^l
	en pois	P
	en noix	R et P
	double	D ^v
La couleur des pattes et de la peau	pigment jaune de l'épiderme	w
	pigment noir du derme	id ⁺
	pattes noires	MI et E
	fibro-mélanose (nègre)	Fm et id ⁺
Le squelette	polydactylie	Po
	normal	Dw ⁺
	nain à pattes courtes	dw
	nain	dw ^B
La couleur du plumage	tout noir	E
	noir étendu	E ^R
	type perdrix	eb
	type sauvage	e ⁺
	noir restreint	e ^{wh}
	type sauvage	co ⁺
	restriction du noir	Co
	noircit certaines zones de plumage	MI
	argenté	S
	doré	s ⁺
	albinisme imparfait	s ^{al}
	blanc récessif	c
	inhibe le noir	l
	inhibe le doré	ig
	barrure liée au sexe	B
	plumage caillouté	mo ^{pi}
dilution du noir en gris clair et du rouge en jaune	lav	
La coloration de l'œuf	inhibe la coloration de la coquille	isp

* Nomenclature des gènes d'après BITGOOD, SOMES ., 1990 *in* (4).

Ces résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Nwosu (14) qui a obtenu avec des poulets locaux élevés en milieu fermier un poids moyen de 355 g à 10 semaines d'âge. Nous estimons que l'alimentation équilibrée, consommée par les poulets locaux élevés au CFPASA de Sidi Thabet, leur a permis d'avoir des performances meilleures que celles réalisées par les

Tableau 4

Croissance pondérale des poulets locaux sexes séparés et différenciés par couleur d'implémentation depuis leur 32^{ième} au 126^{ième} jour d'âge

Sexe	Couleur	Age en jours													
		32	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126
Males	Acajou (e ^b s ⁺)	191	281	358	505	583	658	785	868	965	1055	1133	1170	1325	1403
	Gris Barré (Se ^{wh} co ⁺)	205	306	383	553	638	748	890	965	1103	1123	1240	1330	1509	1570
	Rouge (e ⁺ s ⁺)	222	328	420	580	610	770	890	729	1130	1220	1330	1410	1560	1620
	Noir (E)	202	313	433	567	633	717	900	983	867	1117	1200	1300	1400	1617
Femelles	Acajou (e ^b s ⁺)	166	243	302	449	501	579	679	766	820	879	958	1003	1051	1096
	Gris Barré (Se ^{wh} co ⁺)	165	254	319	472	516	569	700	835	820	854	921	969	1054	1100
	Rouge (e ⁺ s ⁺)	201	296	378	517	550	644	750	833	889	872	933	1094	1150	1206
	Noir (E)	195	289	339	500	550	617	728	811	844	911	967	975	1063	1119

poulets élevés en milieu rural. Ceci est en accord avec la valeur élevée du coefficient d'héritabilité de ce caractère (aptitude à l'engraissement) qui est de l'ordre de 50% (18). Nous signalons aussi que l'aptitude à l'engraissement de la population locale reste tout de même très faible par rapport à celle des

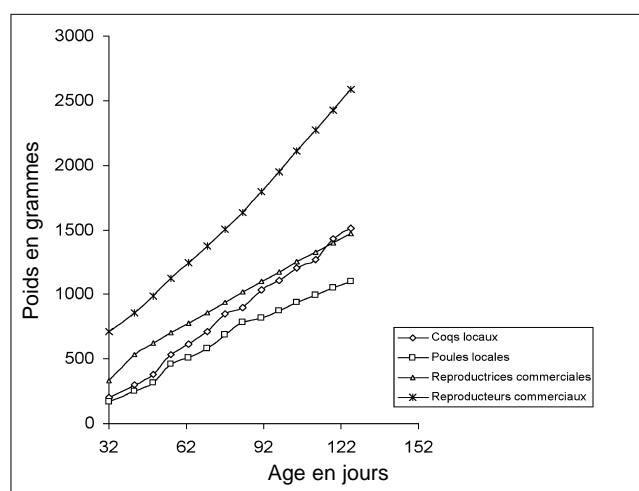


Figure 2: Croissance pondérales des poulets locaux par comparaison à celles des reproducteurs commerciaux de souche shaver.

souches sélectionnées qui réalisent un poids moyen de 2.500 g à un âge de 8 semaines (3) (Figure 2).

4. Production d'œufs

Les performances de ponte sont, en l'occurrence, plus satisfaisantes que celles de l'engraissement. Les poules locales élevées au CFPASA de Sidi Thabet n'ont pas dépassé, durant 45 semaines de production, un taux hebdomadaire de ponte de 40%. Sur cette base, nous avons estimée leur production totale annuelle à 127 œufs par poule locale et par cycle de 52 semaines de ponte (Figure 3).

Le suivi de la production d'œufs que nous avons effectué chez les familles enquêtées dans les régions de Ghar-El-Melh et de Kalaât-Landalous a montré que la production moyenne, que nous qualifions «production de saison», par poule et par semaine était de 3,03 œufs (Tableau 5), soit un taux hebdomadaire de 43,36%.

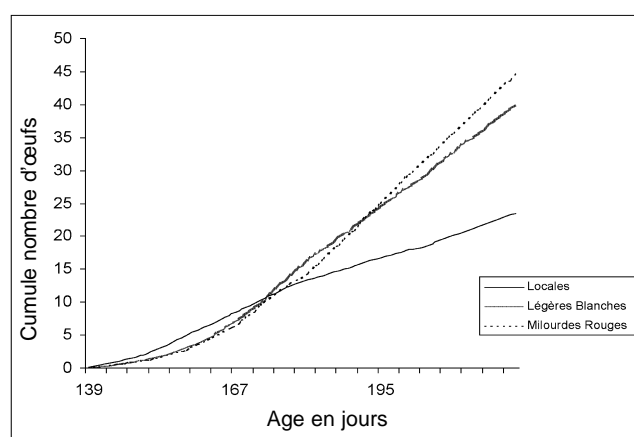


Figure 3: Evolution du cumul du nombre d'œufs par poule d'un troupeau de poules locales comparée à celles des lots de poules des souches légères et mi-lourdes élevées dans les mêmes conditions.

Tableau 5

Variation du pourcentage de ponte en fonction du nombre de poules locales des familles rurales enquêtées dans les régions du Ghar-El-Melh et Kalaât-Landalous du nord-est de la Tunisie (moyenne de la période allant du mois de février au mois de juin)

Nombre de poules	9	10	10	11	14	15	15
Oeufs par semaine	26	32	32	35	43	46	41
Pourcentage moyen de ponte	41%	45%	45%	45%	43%	43%	39%

Cette production s'étale sur une période de 22 semaines du fin de l'hiver au début de l'été (février-juin).

La production des œufs diminue pendant les périodes estivales et automnales et ne commence à reprendre parfaitement qu'à la fin de l'hiver. Sur cette période de 30 semaines la production, que nous qualifions «production contre saison», est estimée à un taux hebdomadaire de 30%.

La production annuelle moyenne de ces troupeaux peut atteindre alors 130 œufs par poule locale. Alors que les travaux de Benabdeljelil (7) à la région de Khenifra du Maroc ont montré qu'une poule locale produit 78 œufs par an. Cette variabilité pourrait être expliqué par des différences dans le mode et la

conduite de l'élevage et aussi par la variabilité génétique des populations de poulets ruraux issus des différents croisements comme expliqué dans les travaux de Singh (17).

Les méthodes statistiques, appliquées depuis 1976 dans les estimations des effectifs des poules locales en Tunisie, semblent «fixer» le nombre d'œufs pondus à environ 55 œufs par poule locale et par an soit 4 millions de poules locales produisant depuis très longtemps 216 millions d'œufs (4).

Conclusion

Le polymorphisme des poulets locaux recensés par ce travail témoigne de l'originalité des ressources génétiques de la population locale qui laisse supposer que la Tunisie n'était pas uniquement sur le chemin de la migration de l'espèce *Gallus* de l'Asie son territoire d'origine vers l'Europe, mais était aussi sa destination.

Les performances de ponte des troupeaux locaux examinées dans le cadre de ce travail ont révélé que la production annuelle d'œufs par poule locale a passé de 55 unités en 1976 à 127 unités en l'an 2000. Ces nouvelles performances de ponte permettront de rectifier les estimations de la contribution de la population locale des poules pondeuses dans les produits avicoles.

Quant à l'aptitude à l'engraissement des poulets locaux étudiés, elle reste très faible. A l'âge de 126 jours, les coqs atteignent un poids de 1,620 kg, alors que les poules atteignent un poids de 1,206 kg.

Nous estimons qu'il est encore possible d'entreprendre un programme de conservation des ressources génétiques de la population locale de poulet en Tunisie dans un contexte de développement durable du secteur avicole traditionnel et ce par :

- 1) La standardisation de l'élevage fermier du poulet local sous une forme d'appellation d'origine contrôlée tout en gardant son mode d'élevage extensif avec amélioration de la qualité hygiénique et organoleptique de ces productions.
- 2) Le recensement des caractères génétiques spécifiques des races de terroir de la population locale de poulet.
- 3) Le maintien des collections de poulets à caractères morphologiques différenciés dans un centre spécialisé et chez des collectionneurs. Ces collections constitueront une banque de gènes servant à proposer des alternatives et des compléments aux méthodes de gestion et d'amélioration génétique des poulets.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent aux familles enquêtées des délégations de Kalaât l'Andalous et Ghar-El Melh pour leur hospitalité et l'esprit coopératif qu'il nous ont accordé durant notre travail. Nos remerciements s'adressent aussi à tout le personnel du CFPASA de Sidi Thabet pour leur disponibilité de conduire dans leurs locaux notre partie expérimentale.

Références bibliographiques

1. Anonyme, 1993, Etude de la situation de l'élevage avicole fermier dans les gouvernorats de Jendouba et de Médenine au nord et sud de la Tunisie. Rapport de visite du mois de juin 1993. CPRA de Sidi Thabet 1993.
2. Anonyme, 1998, Tunisia crossroads of civilizations. Agence Nationale du Patrimoine. Institut National d'Archéologie et d'Arts (Editeur). Facing Cocks p. 248.
3. Anonyme, 1999, Guide d'élevage des reproducteurs Starbro. Shaver (Editeur)
4. Anonyme, 1999, Importance du secteur avicole en Tunisie. Edition GIPA 1999.
5. Anonyme, 2001, Le neuvième plan (1997-2001). Ministère de l'Agriculture (Editeur).
6. Bassirou B., 1997, Enhancing Rural Capacities through Livestock Development. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle de biologie animale. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.
7. Benabdeljelil K. & Arfaoui T., 2001, Characterization of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flocks of Morocco. Animal Genetic Resources Information. N° 31 pp 87-95. Rome, Italy FAO (2001).
8. Bouzgaya H., 2000, Etude nationale de la diversité biologique de la Tunisie (Monographie). Animaux domestique, Ministère de l'Environnement et de l'aménagement du territoire- PNUE. Tome II. Pp. 174-175.
9. Coquerelle G., 2000, Les poules diversité génétique visible. Edition INRA 2000.
10. Darwin C., 1868, The variations of animals and plants under domestication, vol. 1, chapitre 7: Fowls. Rééd. 1998, The Johns Hopkins University press, London, pp. 236-289.
11. Mary Ann P., 1993, Small livestock husbandry development: large-scale vs small scale. Proceeding of the refresher course on appropriate technology option for small livestock husbandry. IPC Barneveld College (Editor) Bangkok 1993. Pp. 22-24.
12. Moreki J.C., 1997, Small-scale poultry production systems in Serowe-Palapye Sub district (Botswana). Master of Applied Science in Agriculture de l'Université de Melbourne, en Australie.
13. Mukherjee T.K., 1992, Usefulness of indigenous breeds and imported stocks for poultry production in hot climates. Proceedings world's poultry congress. Amsterdam, The Netherlands. Pp. 31-37.
14. Nwosu C.C., 1992, Genetics of local chickens and its implication for poultry breeding. Proceedings world's poultry congress. Amsterdam, The Netherlands. Pp. 38-42.
15. Reddy C.V., 1997, Support for rural poultry. Poultry International, March 1997. Pp. 38-44.
16. Sarakby T., 1995, Some ideas to enhance poultry production in Yemen. Poultry middle east & North Africa n° 123 July-August 1995. Pp. 10-13.
17. Singh V.K., Mani M., Verma S.B., Mandal K.G. & Singh D.P., 2001, Genetic effect on egg production in pure and crossed chickens. Indian Journal of Veterinary Research **10**, 1, pp 28-33. Bareilly, India.
18. Steverink J., 1993, Appropriate option for the genetic improvement of laying hens. Proceeding of the refresher course on appropriate technology option for small livestock husbandry. IPC Barneveld College. Bangkok 1993. Pp. 76-86

A. Bessadok, Tunisien, C.E.P.A.E.B., 2020 Sidi Thabet, Tunisie.

Imen Khochlef, Tunisienne, Laboratoire de génétique de la Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie.

M. El Gazzah, Tunisien, Laboratoire de génétique de la Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie.

Correlation and Path Coefficients of Seed and Juvenile Characters with Respect to Latex Yield in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.

K.O. Omokhafa¹ & J.E. Alika²

Keywords: *Hevea*- Latex yield- Seed and juvenile characters

Summary

Ten *Hevea* clones were evaluated for direct and indirect effects of sixteen seed and juvenile characters on latex yield. Each clone was evaluated for five juvenile characters, eleven seed characters and latex yield. Genotypic variance and correlation were obtained through analysis of variance and covariance respectively. Phenotypic correlation was calculated as simple correlation of clonal means. The phenotypic correlation of each seed and juvenile character with latex yield was partitioned into direct and indirect effects through path analysis. The most reliable character for indirect selection for latex yield was ratio of seed length/width, which had relatively high direct effect and significant phenotypic and genotypic correlation with latex yield. This relationship had the stabilizing influence of ratios of seed/shell weight and seed weight/volume. The pattern of use of effect coefficients for simultaneous improvement of latex yield and associated characters is provided.

Résumé

Etude des coefficients de corrélations et de variances de graines et de caractères juvéniles en vue d'évaluer le rendement en latex d' *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.

Cet essai étudie les effets directs et indirects de 16 paramètres relatifs aux graines et au stade juvénile, sur le rendement en latex chez 10 clones d'*Hevea*. Chaque clone a été évalué pour 5 caractères juvéniles et 11 caractères de la graine. L'évaluation de la variance et de la corrélation génotypique a été obtenue respectivement par l'analyse de la variance et de la covariance. La corrélation phénotypique des caractères juvéniles et de la graine en rapport avec le rendement en latex a été évaluée par comparaison des effets directs et indirects et cela par calcul de la variance. Le critère indirect, le plus fiable, permettant une évaluation du rendement en latex a été le rapport longueur/largeur de la graine. Ce rapport avait une corrélation significative entre le phénotype, le génotype et le rendement en latex. Il a été constaté en plus que ce rapport était corrélé au rapport poids graine/coque et au rapport poids/volume de la graine. Le mode d'utilisation de ce modèle d'effets de coefficients, pour une amélioration simultanée du rendement en latex et des caractères associés est fourni.

Introduction

Hevea brasiliensis is tropical tree crop that is valued for its latex. The latex is referred to as natural rubber. Despite the competition with synthetic rubber, natural rubber is valued for the production of heat resistant plastic products such as tyre, tube and bearings (8, 16). *Hevea* has been exploited for latex since the nineteenth century, while the *Hevea* seed assumed economic importance in the 1970s. The *Hevea* seed is source of oil, which is a raw material for the production of alkyd resin (1). The resin is used for the manufacture of surface coatings such as paints, varnish, inks etc. Plant breeders presently face the challenge of developing and recommending clones with combined attributes of seed and latex production. Also important is immature vigour for early exploitation. The relationship among these three desired features of *Hevea brasiliensis* will influence the breeding procedure in the development of high latex yielding, vigorous and

prolific seed producing clones. Hence the objective of this study, which is the application of correlation and path analyses to determine the relationship between latex yield and each of juvenile vigour and seed character in *Hevea brasiliensis*.

Material and methods

Ten *Hevea* clones were evaluated at the out-station experiment of the Rubber Research Institute of Nigeria (RRIN), located at Igbotako, Ondo State, Nigeria for latex yield, eleven seed characters and five juvenile characters. The ten clones were five RRIN developed clones (NIG 800 to NIG 804), and five exotic clones (RRIM 600, RRIM 614 and PB 217 from Malaysia, RRIC 45 and IAN 710 developed in Sri Lanka and Brazil respectively). The experimental design for each character was the randomized com-

¹ Rubber Research Institute of Nigeria, P.M.B. 1049, Benin City, Nigeria. e-mail: kenomokhafa2001@yahoo.com (Corresponding author).

² Department of crop Science, University of Benin, Benin City, Nigeria.

Received on 18.03.03. and accepted for publication on 27.05.03.

plete block with three replicates per clone and ten trees per clone per replicate. Plant spacing was 3.4 m x 6.7 m. The clones were planted in 1983 and evaluated for four juvenile characters in 1985. Data on each stand were taken as follows:

- Stem height: measured with the aid of a telescoping measuring pole and recorded in metre.
- Stem diameter: measured by vernier callipers and recorded in centimetre.
- Bark thickness: a strip of the bark was excised and the thickness measured with the aid of vernier callipers and recorded in centimetre.
- Leaf whorls: a count of the number of leaf whorls was taken.

The fifth juvenile character (vigour index) was obtained as \log_{10} of the product of stem height and diameter.

Latex exploitation in the plantation commenced in 1993 at half spiral, alternate daily ($1/2S$, $0/2$) tapping frequency as recommended by Opeke (12). Yield stimulants were not used. Tapping was carried out with the conventional tapping knife between 6.00 hours and 8.00 hours of each tapping day. Latex yield data collection was carried out for five years (1993 to 1997). Clonal mean latex yield was recorded as gramme per tree per tapping (g/t) was described by Aniamaka and Olapade (2), and RRIN (14).

In 1993 and 1994, the ten clones were evaluated for eleven seed characters. Data were taken on six seed characters with a sample of thirty seeds per replicate. Measurements were taken as follows:

- Seed length and width: taken separately with vernier callipers and recorded in centimetre.
- Seed weight: measured as bulk weight of the thirty seeds per replicate and recorded in gramme.
- Seed volume: measured on each seed as the volume of water (ml) displaced in measuring cylinder.

- Kernel and shell weight (g): measured by shelling the thirty seeds in each replicate. The kernels were separated from the shells and each group was weighed separately.

Five additional seed characters were obtained as ratios of seed length/width, seed/kernel weight, seed/shell weight, kernel/shell weight and seed weight/volume.

The clonal means of each of latex yield, the eleven seed characters and the five juvenile characters were calculated and utilized for inter-character phenotypic correlation coefficients. The Lotus 1.2.3. Release 5 computer programme was applied to determine the inter-character phenotypic correlations. The coefficients of phenotypic correlation provided the data matrix for determination of direct and indirect effects of each of the sixteen seed and juvenile character on latex yield. The same Lotus 1.2.3. Release 5 computer programme was applied to determine the path coefficients.

Estimates of genotypic variance (V_{gx} or V_{gy}) and covariance (V_{gxy}) were obtained through expected mean squares of analyses of variance and covariance respectively (6, 15). Genotypic correlation (Γ_{gxy}) was obtained as:

$$\Gamma_{gxy} = \frac{V_{gxy}}{\sqrt{(V_{gx})(V_{gy})}}$$

There was F-test of clonal variation for each of latex yield, seed and juvenile character.

Results

Clonal variation was significant for nine seed characters, three juvenile characters and latex yield (Table 1).

Table 1
Clonal means (+) of significant *Hevea* seed (A – K) and juvenile (L – N) characters for path analysis of latex yield (Q)

Clone	Seed length (A*)	Seed width (B*)	Seed weight (C*)	Seed volume (D)	Kernel weight (E*)	Shell weight (F*)	Ratio of A/B (G**)	Ratio of C/E (H*)	Ratio of C/D (K**)	Stem height (L*)	Stem diameter (M*)	Vigour index (N*)	Latex yield (Q**)
NIG 802	2.57 (1)	2.23 (2)	1.93 (6)	3.98 (1)	0.34 (8)	1.29 (3)	1.16 (3)	10.77 (1)	0.49 (9)	1.62 (9)	1.91 (8)	0.45 (9)	27.49 (6)
NIG 800	2.52 (2)	2.26 (1)	2.09 (1)	3.88 (2)	0.41 (6)	1.46 (1)	1.12 (6)	8.44 (3)	0.54 (7)	2.27 (4)	2.23 (7)	0.70 (7)	29.41 (4)
NIG 801	2.47 (3)	2.11 (9)	1.95 (5)	3.27 (7)	0.48 (5)	1.25 (5)	1.18 (1)	9.61 (2)	0.59 (1)	1.83 (8)	1.79 (9)	0.51 (8)	21.26 (9)
RRIC 45	2.45 (4)	2.14 (6)	1.89 (7)	3.46 (5)	0.57 (3)	1.15 (6)	1.15 (4)	5.51 (6)	0.55 (4)	2.57 (2)	2.49 (3)	0.80 (3)	29.56 (5)
NIG 803	2.45 (5)	2.21 (3)	2.09 (2)	3.86 (3)	0.56 (4)	1.34 (2)	1.11 (7)	3.94 (10)	0.55 (5)	2.36 (6)	2.40 (4)	0.74 (5)	40.59 (2)
RRIM 614	2.44 (6)	2.14 (7)	1.38 (9)	2.97 (9)	0.22 (10)	0.91 (9)	1.15 (5)	6.82 (4)	0.50 (8)	2.55 (3)	2.71 (2)	0.83 (2)	25.27 (7)
IAN 710	2.42 (7)	2.06 (10)	1.26 (10)	2.84 (10)	0.37 (7)	0.82 (10)	1.18 (2)	4.42 (9)	0.44 (10)	2.37 (5)	2.45 (6)	0.76 (4)	20.87 (10)
PB 217	2.36 (8)	2.16 (5)	1.99 (4)	3.40 (6)	0.59 (2)	1.11 (8)	1.10 (9)	5.10 (8)	0.58 (2)	2.79 (1)	3.10 (1)	0.94 (1)	30.88 (3)
RRIM 600	2.35 (9)	2.14 (8)	2.01 (3)	3.54 (4)	0.75 (1)	1.15 (7)	1.11 (8)	5.39 (7)	0.55 (6)	1.56 (10)	1.78 (10)	0.44 (10)	24.29 (8)
NIG 804	2.3 (10)	2.21 (4)	1.81 (8)	3.20 (8)	0.31 (9)	1.26 (4)	1.04 (10)	6.58 (5)	0.56 (3)	2.26 (7)	2.40 (5)	0.71 (6)	48.42 (1)
Overall mean	2.43	2.17	1.84	3.44	0.46	4.23	1.13	6.66	0.53	2.22	2.32	0.69	29.80
lsd.	0.03	0.03	0.13	0.13	0.23	0.10	0.01	1.90	0.03	0.34	0.34	0.14	3.79

*, **: Significant at P= 0.01 and P= 0.05 respectively (F-test)

lsd: Least significant difference

(+): Figures in parenthesis represent rank

The best latex yielding clones were NIG 803 and NIG 804 at latex yield of 40.59 g/t and 48.42 g/t respectively (Table 1). These realized latex yields were significantly higher than latex yield of any of the exotic clones (Table 1). The clone RRIM 600 had clonal mean seed and kernel weight of 2.01 g/seed and 0.75 g/seed respectively. These values were significantly higher than overall means in each case. Clonal mean seed weight for PB 217 (1.99 g/seed), NIG 800 (2.09 g/seed) and NIG 803 (2.09 g/seed) were significantly higher than the overall mean (Table 1). For the juvenile characters, clonal means of stem height, stem diameter and vigour index for PB 217 at 2.79 m, 3.10 cm and \log_{10} 0.94 were significantly higher than their respective overall means. The clonal mean stem height of RRIC 45 (2.57 m) was significantly higher than the overall mean while stem diameter and vigour index for RRIM 614 at 2.71 cm and \log_{10} 0.83 (respectively) were significantly higher than their respective overall means. For combination of characters, NIG 803 and PB 217 ranked between first and fourth for four important characters viz seed and kernel weights, juvenile stem diameter and latex yield (Table 1). The genotypic correlation of bark thickness, and each of ratios of seed/shell weight and kernel/shell weight with most of the other characters were very low and hence negligible (Table 2).

In some instances, the direct effect was though in the same direction with correlation, there was a drastic reduction in magnitude from direct effect to correlation with latex yield. This was the case of seed weight with direct effect of 1.56 and correlation at $\Gamma_g = \Gamma_p = 0.33$ (Tables 2 and 3). This reduction was mainly due to negative indirect effects of seed volume and ratios of kernel/shell weight, seed weight/volume at -1.09, -0.72 and -1.34 respectively (Table 3). The positive indirect effect of shell weight at 0.91 is also important (Table 3). Fortunately, the direct effect of shell weight on latex yield was 1.03 with correlation of $\Gamma_g = 0.49$ and $\Gamma_p = 0.45$ (Tables 2 and 3). There were negative indirect effects of seed volume, ratios of kernel/shell weight, seed weight/volume and stem height at -1.12, -0.74, -1.04 and -0.52 respectively and positive indirect effects via seed weight, ratio of seed/shell weight and vigour index at respective indirect effects of 1.39, 1.21 and 0.62 in the relationship between shell weight and latex yield. The direct effect of stem height and correlation with latex yield were 1.65 and 0.26 respectively (Table 3).

The reduction from 1.65 to 0.26 was due to the influence of vigour index at indirect effect of -1.75 (Table 3). Vigour index had insignificant phenotypic and genotypic correlation with latex yield (Table 2).

Table 2
Phenotypic (upper diagonal) and genotypic (lower diagonal) correlation coefficients of *Hevea* latex yield (Q), seed (A – K) and juvenile (L – P) characters

	Seed length (A)	Seed width (B)	Seed weight (C)	Seed volume (D)	Kernel weight (E)	Shell weight (F)	Ratio of A/B (G)	Ratio of C/E (H)	Ratio of C/F (I)	Ratio of E/F (J)	Ratio of C/D (K)	Stem height (L)	Stem diameter (M)	Vigour index (N)	Bark Thickn. (O)	Leaf whorls (P)	Latex yield (Q)
A	=	0.29	0.14	0.52	-0.27	0.33	0.65*	0.63*	-0.11	-0.13	-0.27	-0.25	-0.35	-0.29	0.05	0.15	-0.38
B	0.33	=	0.63*	0.79**	-0.13	0.82**	-0.53	0.34	-0.65*	-0.65*	0.26	-0.11	-0.07	-0.11	0.29	0.70*	0.60
C	0.22	0.67*	=	0.83**	0.58	0.88**	-0.37	0.20	-0.65*	-0.63*	0.75*	-0.27	-0.29	-0.30	0.24	0.63*	0.33
D	0.01	0.83**	0.87**	=	0.31	0.84**	-0.15	0.32	-0.51	-0.51	0.29	-0.36	-0.35	-0.37	0.20	0.59	0.23
E	-0.31	-0.15	0.61	0.18	=	0.18	-0.11	-0.41	-0.03	-0.01	0.51	-0.17	-0.17	-0.18	-0.05	0.04	-0.10
F	0.36	0.91**	1.00**	0.90**	0.28	=	-0.36	0.42	-0.68*	-0.65*	0.58	-0.31	-0.38	-0.35	0.19	0.83**	0.45
G	0.67*	-0.53	-0.38	-0.15	-0.14	-0.38	=	0.29	0.41	0.40	-0.45	-0.18	-0.28	-0.21	-0.23	-0.43	-0.85**
H	0.79**	0.45	0.28	0.40	-0.37	0.46	0.38	=	-0.42	-0.44	0.04	-0.54	-0.54	-0.57	-0.22	0.12	-0.23
I	N	N	-0.87**	N	N	N	N	N	=	1.00**	-0.70*	0.14	0.14	0.17	-0.34	-0.47	-0.43
J	N	N	N	N	-0.11	N	N	N	0.42	=	-0.67*	0.13	0.11	0.15	-0.35	-0.43	-0.40
K	-0.58	0.30	0.75*	0.37	0.52	0.76*	-0.50	0.11	N	N	=	0.01	-0.05	-0.03	0.32	0.44	0.34
L	-0.33	-0.17	-0.33	-0.44	-0.04	-0.38	-0.23	-0.66*	N	N	0.01	=	0.94**	1.00**	0.65*	-0.16	0.26
M	-0.48	-0.13	-0.34	-0.43	-0.24	-0.51	-0.36	-0.65*	N	N	-0.04	0.96**	=	0.97**	0.65*	-0.28	0.27
N	-0.39	-0.16	-0.37	-0.46	-0.26	-0.44	0.01	-0.64*	N	N	-0.05	1.00**	0.97**	=	0.63*	-0.19	0.26
O	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.13	-0.33	N	N	N	N	=	0.20	0.49
P	0.20	0.82**	0.92**	0.86**	0.04	0.79**	-0.61	0.32	N	N	0.66*	-0.80**	-0.97**	-0.85**	N	=	0.58
Q	-0.41	0.65*	0.33	0.21	-0.16	0.49	-0.97**	-0.34	N3	-0.16	0.41	0.36	0.36	0.39	N	0.85**	=

* , **: Significant at P= 0.05 and P= 0.01 respectively (t – test)

N: Negligible

The ratio of seed length/width was negatively correlated with latex yield at $\Gamma_g = -0.97$, $\Gamma_p = -0.85$ and direct effect of -0.98 (Tables 2 and 3). The correspondence between the significant correlation and direct effect had stabilizing indirect effects of - 0.74 and 0.80 via ratios of seed/shell weight and seed weight/volume respectively (Table 3). There was a significant positive genotypic correlation of 0.65 between seed width and latex yield (Table 2). This was accompanied by phenotypic correlation of 0.60 (Table 2).

The direct effect of bark thickness on latex yield was 0.62 with correlation of 0.49. Despite the support of ratio of seed/shell weight and stem height at respective indirect effects of 0.60 and 1.09, the relatively high indirect effects of ratio seed weight/volume at -0.57 and vigour index at -1.11 (Table 3), caused a decline from direct effect to correlation. The fifth instance of a reduction in magnitude from direct effect to correlation was in the relationship between ratio of seed/kernel weight at direct effect of -0.54 and correlation of

Table 3

Direct (diagonal) and indirect (off – diagonal) effects of components of each phenotypic correlation coefficient between *Hevea latex yield (Q)* and the sixteen seed (A – K) and juvenile (L – P) characters

	Seed length (A)	Seed width (B)	Seed weight (C)	Seed volume (D)	Kernel weight (E)	Shell weight (F)	Ratio of A/B (G)	Ratio of C/E (H)	Ratio of C/F (I)	Ratio of E/F (J)	Ratio of C/D (K)	Stem height (L)	Stem diameter (M)	Vigour index (N)	Bark Thicken. (O)	Leaf whorls (P)	Latex yield (Q)
A	<u>0.0875</u>	0.1541	0.2204	-0.6942	0.0866	0.3415	-0.6455	-0.3381	0.1948	-0.1487	0.4818	-0.4156	0.1102	0.5101	0.0316	-0.0485	-0.38
B	0.0222	<u>-0.5424</u>	0.9919	-1.0447	0.0465	0.8512	0.5263	-0.1844	1.1512	-0.7437	-0.4640	-0.1829	0.0220	0.1935	0.1833	-0.2262	0.60
C	0.0107	-0.3348	<u>1.5645</u>	-1.0947	-0.2111	0.9134	0.3674	-0.1091	1.1612	-0.7208	-1.3384	-0.4488	0.0913	0.5277	0.1517	-0.2003	0.33
D	0.0398	-0.4198	1.2921	<u>-1.3460</u>	-0.1109	0.8719	0.1490	-0.1745	0.9133	-0.5835	-0.4997	-0.5984	0.1102	0.6509	0.1264	-0.1906	0.23
E	-0.0207	0.0691	0.9290	-0.4139	<u>-0.3478</u>	0.1868	0.1092	0.2236	0.0531	-0.0114	-0.9201	-0.2826	0.0535	0.3166	-0.0316	-0.0129	-0.10
F	0.0252	-0.4357	1.3856	-1.1214	-0.0644	<u>1.0280</u>	0.3575	-0.2290	1.2143	-0.7437	-1.0350	-0.5153	0.1196	0.6157	0.1201	-0.2714	0.45
G	0.0497	0.2816	-0.5826	0.2003	0.0394	-0.3737	<u>-0.9831</u>	-0.1581	-0.7362	0.4577	0.8030	-0.2992	0.0881	0.3694	-0.1454	0.1389	-0.85
H	0.0474	-0.1807	0.3149	-0.4272	0.1467	0.4360	-0.2880	<u>-0.5353</u>	0.7339	-0.5034	-0.0714	-0.8976	0.1700	1.0027	-0.1391	-0.0388	-0.23
I	-0.0084	0.3454	-1.0334	0.6809	0.0107	-0.7058	-0.4072	0.2290	<u>-1.7611</u>	1.1552	1.2382	0.2327	-0.0441	-0.2990	-0.2149	0.1519	-0.43
J	-0.0099	0.3454	-0.9919	0.6809	0.0036	-0.6747	-0.4072	0.2289	-1.7611	<u>1.1552</u>	1.1956	0.2161	-0.0346	-0.2639	-0.2212	0.1389	-0.40
K	-0.0207	-0.1382	1.1919	-0.3738	-0.1825	0.6020	0.4469	-0.0218	1.2398	-0.7666	<u>-1.7955</u>	0.0166	0.0157	0.528	0.2023	-0.1389	0.33
L	-0.0192	0.0585	-0.4251	0.4806	0.0608	-0.3218	0.1788	0.2945	-0.2480	0.1487	-0.0178	<u>1.6523</u>	-0.2959	-1.7491	0.4109	0.0517	0.26
M	-0.0268	0.0372	-0.4566	0.4673	0.0608	-0.3944	0.2781	0.2945	-0.2480	0.1257	0.0892	1.5726	<u>-0.3258</u>	-1.7063	0.4109	0.0905	0.27
N	-0.0222	0.0585	-0.4724	0.4940	0.0644	-0.3633	0.2086	0.3108	-0.3011	0.1716	0.0535	1.6723	-0.3054	<u>-1.7691</u>	0.3982	0.0614	0.26
O	0.0038	-0.1541	0.3779	-0.2670	0.0179	0.1972	0.2284	0.1200	0.6022	-0.4005	-0.5710	1.0905	-0.2046	-1.1082	<u>0.6221</u>	-0.0646	0.49
P	0.0115	-0.3720	0.9762	-0.7877	-0.0143	0.8729	0.4270	-0.0654	0.8424	-0.4920	-0.7673	-0.2660	0.0881	0.3342	0.1264	<u>-0.3341</u>	0.58
Residual effect																	0.02

-0.23 (Table 3). This was mainly due to the positive indirect effects of ratio of seed/shell weight at 0.73 and vigour index at 1.00 but negative indirect effect of -0.90 via stem height. Lastly, the direct effect of ratio of seed/shell weight on latex yield was -1.76 with correlation of -0.43 (Table 3). The direct effect of -1.76 was influenced by positive indirect effects of 0.68, 1.16 and 1.23 via seed volume and ratios of seed/shell weight, seed weight/volume respectively. On the other hand, seed weight and shell weight were in favour of the negative relationship between ratio of seed/shell weight and latex yield through indirect effects of -1.03 and -0.71 respectively.

There was a reversal of the direction of correlation compared to direct effect on latex yield in some characters. Prominent among these is the relationship between leaf whorls and latex yield. There was significant genotypic correlation between leaf whorls and latex yield at $\Gamma_g = 0.85$, relatively high phenotypic correlation at $\Gamma_p = 0.58$ and negative direct effect at -0.33 (Tables 2 and 3). The positive indirect effect of seed weight, shell weight and ratio of seed/shell weight at 0.97, 0.87 and 0.84 (respectively) influenced the direct effect of -0.33 to produce correlation coefficient of 0.58. Seed volume and ratio of seed weight/volume were in favour of the negative direct effect with respective indirect effects of -0.79 and -0.77 (Table 3). In addition, genotypic and phenotypic correlations, and direct effect of seed width on latex yield were 0.65, 0.60 and -0.54 respectively (Tables 2 and 3). The negative direct effect was influenced by seed weight, shell weight and ratio of seed/shell weight at indirect effects of 0.99, 0.85 and 1.15 respectively (Table 3). Negative indirect effects of seed volume at -1.04 and ratio of kernel/shell weight

at -0.74 are also important in the relationship between seed width and latex yield. The direct effect of seed volume on latex yield was -1.35 with correlation of 0.23. The change in the direction was due to the influence of seed weight, shell weight, ratio of seed/shell weight and vigour index at indirect effects of 1.29, 0.87, 0.91 and 0.65 respectively (Table 3). The direct effect of ratio of kernel/shell weight at 1.16 was influenced by indirect effects of seed weight at -0.99, shell weight at -0.67, ratio of seed/shell weight at -1.76 to produce a correlation of -0.40 with latex yield (Table 3). The relatively high indirect effects seed volume at 0.68 and of ratio of seed weight/volume at 1.20 on the relationship between ratio of kernel/shell weight and latex yield are also important (Table 3).

The change in the direction of the relatively high direct effects to correlation was also recorded in the relationship between latex yield and each of ratio of seed weight/volume and vigour index. The direct effect of ratio of seed weight/volume on latex yield was -1.80 with correlation of 0.33 (Table 3). The major characters that influenced this relationship were seed weight, shell weight and ratio of seed/shell weight at indirect effects of 1.19, 0.60 and 1.24 respectively (Table 3). The ratio of kernel/shell weight provided some support at indirect effect of -0.77 to the negative direct effect. The direct effect of vigour index on latex yield was -1.77 with correlation of 0.26. Notwithstanding the support of seed weight at indirect effect of -0.47, the negative direct effect was reduced by positive direct effects of seed volume and stem height at 0.49 and 1.67 respectively (Table 3).

Three characters viz seed length, kernel weight and stem diameter had relatively low and insignificant phenotypic and genotypic correlation and direct effects on

latex yield. These were less than ± 0.45 in each case (Tables 2 and 3). The residual effect of the path analysis of latex yield using the sixteen characters was 2% (Table 3).

Discussion

The significant clonal variation for nine seed characters and latex yield will permit selection among the clones for latex yield and any of the nine seed characters. This is important for the three economic characters which are latex yield, seed weight and kernel weight. Seeds are purchased from farmers on weight basis while the kernel is a rich source of the rubber seed oil (7, 9). The superior performance of two clones developed in Nigeria (NIG 803 and NIG 804) for the three economic characters is noteworthy. Applying a correction term of 69.3 to the gram per tree per tapping (10), latex yield of 2800 - 3300 kg/ha/yr is obtainable for NIG 803 and NIG 804. This is higher than latex yields of the exotic *Hevea* clones in this study. The significant clonal variation for the seed and juvenile characters will lead to clonal selection for these characters. In addition, PB 217 and NIG 803 which stand out for high values of latex yield, seed and juvenile characters are recommended for use as a parents-in-crosses to develop progenies with combined attributes of high latex yield, seed and juvenile characters.

The practical utility of phenotypic correlation, as a result of measurements often taken on the phenotype, was emphasized by Ariyo *et al.* (3). Since inter-character genetic correlations determine the success of selection due to correlated response, genetic correlations serve to estimate the reliability of phenotypic correlations (5). The significant genotypic correlation between latex yield and each of seed width, ratio of seed length/width and leaf whorls is very important. This is more so as the direction of the phenotypic and genotypic correlation with latex yield was the same for each of the three characters. Path analysis of phenotypic correlation further enhances the application of correlations for genetic improvement of *Hevea brasiliensis* (11, 13).

The relationship between the number of leaf whorls (two years after planting) and latex yield can be applied to reduce the number of genotypes to be tested in field trials through selection for high number of leaf whorls. Selection in the upward direction for leaf whorls is expected to produce clones with high mean latex yield. This will be enhanced by simultaneous selection for high values of seed weight, shell weight and ratio of seed/shell weight. The significant genotypic correlation, which was higher than the phenotypic correlation suggests the relative importance of effect of genes. As none of the other juvenile characters had appreciable indirect effect on this relationship, indirect selection for latex yield based on leaf whorls may not require simultaneous selection for any of the other juvenile characters.

Selection for high mean seed width is also expected to lead to high mean latex yield due to the significant and positive genotypic correlation between the two characters. As in the relationship between leaf whorls and latex yield, the relative importance of gene effects compared to the bulk phenotypic effect was manifested. Simultaneous selection for high values of seed weight, shell weight and ratio of seed/shell weight will enhance the positive relationship between seed width and latex yield.

Among the seed characters, the ratio of seed length/width provided the most reliable relationship with latex yield with the significant genotypic and phenotypic correlation and relatively high direct effect on latex yield. This relationship, which was entirely negative, means that selection for lower values of ratio of seed length/width will lead to increase in mean latex yield. In order to utilize this relationship, simultaneous selection for the stabilizing factors, i.e. ratios of seed/shell weight and seed weight/volume, is recommended. In this regard, latex yield will be the dependent trait while the primary independent character will be ratio seed length/width with ratios of seed/shell weight and seed weight/volume as secondary independent characters. The direct effect of the primary independent character and indirect effects of the secondary independent characters will serve as weighting factors. An equation for the use of the direct and indirect effects is provided as follows:

$$-0.85 Q = -0.98 (G^*) - 0.74 (I) + 0.80 K$$

$$\therefore -Q = -1.15 (G^*) - 0.87 (I) + 0.94 K$$

The negative sign on Q (latex yield) is retained to show the negative correlation. G^* (ratio of seed length/width) is the primary character. This implies that on a standard normal scale, a selection of 1.15 units in the lower trend for ratio of seed length/width should be accompanied by 0.87 units on the downward trend for ratio of seed/shell weight (I) and 0.94 units on the higher trend for ratio of seed weight/volume (K). This will result in an increase in mean latex yield. Since effect coefficients are not reversible, the model of the use of direct and indirect effects of any primary character of interest will be developed separately.

The relatively high indirect effects despite low correlation with latex yield, which were obtained for some seed and juvenile characters, can be utilized in breeding programmes. This will involve the simultaneous selection for the secondary characters in such relationship. This is more relevant when the direct effect and correlation of the primary character with latex yield are in the same direction. In this case, such secondary characters that have the same sign as the correlation and direct effect are more useful. For instance, the positive correlation between seed weight and latex yield can be utilized by selecting for high values of seed weight and shell weight while applying independent culling method, at a fixed value, on the characters having negative indirect effects (seed volume, ratios of kernel/shell weight and seed weight/volume). Fortunately, the characters with negative indirect effects appear to be independent of latex yield

due to their insignificant correlation with latex yield. This procedure can also be applied to use the relatively high and positive direct effects of stem height and shell weight on latex yield in spite of their low correlation with latex yield.

The utilisation of the negative direct effect of ratio of seed/shell weight on latex yield will involve simultaneous selection for low levels of ratio of seed/shell weight, seed weight and shell weight while maintaining a constant level of characters with positive indirect effects. This will tend to maximize latex yield. In practical terms, the relationship between ratio of seed/shell weight and latex yield may not be applied since the reverse of high values of seed/shell weight and seed weight are desired. The same principle for the use of the relationship between seed/shell weight can be applied in the relationship between ratio of seed/kernel weight and latex yield.

The change in the direction/sign from direct effect to correlation presents a difficult relationship. This is more so when the correlation is not significant. Such correlations when applied without path analysis will produce results that are different from expected. In this regard, the relationship between latex yield and each of seed volume, ratios of kernel/shell weight and

seed weight/volume, and vigour index appear to be inconsistent in this study.

Selection for any of the characters having insignificant direct effect and correlation with latex yield can be carried out without any appreciable effect on latex yield. This will be applicable to seed length, kernel weight and stem diameter. The residual effect of 2% suggests a high level of reliability of the results in path analysis. The low residual effect can be attributed to the large number of causal (independent) factors and the significant clonal variation for the dependent character (latex yield) and most of the causal factors. Bakshi and Hemaprabra (4) suggested the likelihood of low un-accountable effect under these two conditions.

Acknowledgement

The authors are grateful to the Director, Rubber Research Institute of Nigeria (RRIN) for providing the facilities for this study. The assistance of Mr. B.I. Onyeanakwe (Chief Agricultural Superintendent), Mr. A. Aizoba of RRIN Computer Unit and field staff of Plant Breeding Division, RRIN is also acknowledged. The kind provision of references by CAB International, UK is appreciated.

Literature

1. Aigbodion A.I., 1991, Preliminary studies on the preparation of rubber seed oil alkyls. *Indian J. Nat. Rubber Res.* 4, 114-117.
2. Aniamaka E.E. & Olapade E.O., 1990, Comparison of different methods of yield estimation in *Hevea brasiliensis*. *Indian J. Nat. Rubber Res.* 3, 98-101.
3. Ariyo O.J., Akenova M.E. & Fatokun C.A., 1987, Plant character correlations and path analysis of pod yield in Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Euphytica*, 36, 677-686.
4. Bakshi R. & Hemaprabra G., 1991, Character interrelationships in cultivar x species progenies in sugarcane. *Indian J. Genet.* 51, 89-95.
5. Falconer D.S., 1981, An introduction to quantitative genetics. 2nd edition, Longman, London.
6. Gomez K.A. & Gomez A.A., 1984, Statistical procedures for agricultural Research. 2nd edition, John Wiley & Sons, New York.
7. Haridasan V., 1997, Utilisation of rubber seeds in India. *Rubber Board Bulletin*, 4, 1-2.
8. Joseph T. & Tharian G.K., 1994, Commercial exploitation of ancillary rubber products. *Econ. & Pol. (Weekly)*, Feb. 19, 413-415.
9. Nadarajah M., Abeyasinghe A., Daratne, W.C. & Tharmalingan R., 1973, The potentials of rubber seed collection and its utilisation in Sri Lanka. *Rubber Res. Inst. Sri. Lanka Bull.* 8, 9-21.
10. Omokhafa K.O. & Ugwa I.K., 1997, Breeding and selection for high latex yield in *Hevea brasiliensis*. *Conf. Sci. Assoc. Nigeria, Abraka, Nigeria*.
11. Omokhafa K.O., 2001, Preliminary investigation into tree dryness in *Hevea brasiliensis* by path analysis of tree dryness and latex parameters. *Tropicultura*, 19,1, 1-4.
12. Opeke L.K., 1987, Tropical tree crops. Spectrum Books Ltd., Ibadan, Nigeria.
13. Premakumari D., Pannikar A.O.N., Marattukalam J.G. & Sethuraj M.R., 1996, Yield and anatomical characters in *Hevea*: A path coefficient analysis and characterisation of clones. *Indian J. Nat. Rubber Res.* 9, 12-16.
14. RRIN, 1991, Mid-year report, Plant Breeding Division, Rubber Research Institute of Nigeria, Benin City, Nigeria.
15. Singh R.K. & Chaudhary B.D., 1977, Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers, New Delhi, India.
16. Zenghua C., 1984, Rubber (*Hevea*), Pp. 547-571. *In: Sharp W.R., Evans D.A., Ammirato, V. & Yamada, Y. (eds.). Handbook of plant cell culture (Part II)*. Macmillan, London, (1984).

K.O. Omokhafa, Nigerian, B. Agric., M. Phil., Ph.D. (Plant Breeding and Genetics). Plant Breeding Division, Rubber Research Institute of Nigeria. Research on the genetic improvement and biotechnology of *Hevea brasiliensis*.

J.E. Alike, Nigerian, B.Sc., M.Sc., Ph.D., Professor (Plant Breeding and Genetics). Department of Crop Science, University of Benin, Benin City, Nigeria. Research on genetic improvement of *Hevea brasiliensis* and *Zea mays*.

Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes

M.A.N. Anikwe^{1*} & J. Atuma¹

Keywords: Soil improving legumes- Biomass production- Nodulation- Chemical characteristics

Summary

We studied the biomass accumulation, root length, nodulation, and chemical composition of roots and shoot of ten indigenous soil improving legumes in a humid tropical ecosystem with the view to selecting species for soil improvement programmes. Two cultivars of *Vigna unguiculata*, and one each of *Glycine max*, *Arachis hypogaea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Pueraria phaseoloides*, *Lablab purpureus*, *Mucuna pruriens* and *Vigna subterranea* as treatments were planted in 20 kg pots containing soil from an Oxic paleustalf in Nigeria. The pots were arranged in randomized complete block layout with three replications in a greenhouse at IITA Ibadan, Nigeria. Results from the work show that *M. pruriens* and *C. cajan* produced the highest quantity of biomass. Root elongation was highest in *M. pruriens* whereas *A. hypogaea* produced the most root nodules with native rhizobia. The highest quantity of nodule dry weight was produced by *A. hypogaea* and *P. phaseoloides* whereas most of the legumes except *G. max* and *P. phaseoloides* had high and statistically comparable N content of between 2.36 and 3.34 mg.kg⁻¹ N. The results show that the legumes have different root and shoot characteristics, which should be taken into consideration when selecting species for soil improvement programmes.

Résumé

Utilisation des caractères racinaires et des tiges pour évaluer les aptitudes des légumineuses sauvages amélioratrices du sol dans une zone tropicale humide

Cette étude a été réalisée dans un écosystème tropical au Nigeria sur 10 légumineuses, (deux cultivars de *Vigna unguiculata*, et un cultivar de *Glycine max*, *Arachis hypogaea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Pueraria phaseoloides*, *Lablab purpureus*, *Mucuna pruriens* et *Vigna subterranea*), amélioratrices du sol en vue de sélectionner les espèces performantes dans le but de les utiliser dans des programmes de sélection. Les caractères étudiés étaient l'accumulation de la biomasse, la longueur des racines, la nodulation ainsi que la composition chimique des racines et des tiges. L'expérimentation a été effectuée dans une serre de l'IITA, Ibadan, Nigeria. Des pots, remplis de 20 kg de terre d'un sol «Oxic Paleustalf», randomisés en blocs aléatoires complets avec trois répétitions, ont été semés avec ces différentes espèces. Les résultats obtenus montrent que *M. pruriens* et *C. cajan* ont produit la plus grande quantité de biomasse alors que la plus grande elongation racinaire a été obtenue chez *M. pruriens*. Une grande quantité de nodules racinaires, avec les souches de *Rhizobium local*, a été produite par *A. hypogaea* alors que la plus grande quantité de nodules secs a été produite par *A. hypogaea* et par *P. phaseoloides*. La quantité d'azote produite (2,36 et 3,34 mg.kg⁻¹N) était statistiquement élevé et comparable sauf pour les espèces *G. max* et *P. phaseoloides*. Ces résultats montrent que des légumineuses présentent des caractéristiques racinaires et des tiges différentes et que ces caractères peuvent être utilisés dans des programmes d'amélioration des sols.

Introduction

Pasture and crop legumes have been used extensively in agriculture over the century mainly for maintaining soil fertility (9, 11). As agriculture continues to develop, there are new roles emerging for legumes in the new farming systems. Such roles include, the continued expansion of pulse crops into infertile more stressful soils, and the exploration for new genera and

species of pasture, forage and soil improving legumes with deep rooting habits for control of soil moisture to combat salinity (5) and retrieve lost nutrients from beyond the soil solum.

The successful use of legumes in these new roles in agriculture will be dependent upon appropriate attention to the formation of effective symbioses with root

¹Department of Agronomy and Ecological Management, Faculty of Agriculture, Enugu State. University of Science & Technology, P.M.B. 01660 Enugu, Nigeria.

*Corresponding author's e-mail address: anikwema@yahoo.co.uk

Received on 09.01.03. and accepted for publication on 22.07.03.

nodule bacteria (8). Apart from forming effective symbioses with root nodule bacteria, legumes selected for use as soil improving legumes should possess some other qualities that will make them adaptable and dependable in the farming system. Some of the qualities include adaptability to local climate and soil type, quick establishment, and ability to colonize an area and to cope with pests and diseases in the local environment. Furthermore, a legume must be able to form its root nodules using the right type of bacteria. In some cases soil microbes of an area may somehow not be compatible with the plant (2). In addition, legumes must persist in the system. To be sure of persistence, the species chosen must be able to set enough seed under the conditions in which it will be used, and this seed must be able to survive in the soil so that a seed bank builds up. In this way, new seedlings will always sprout, even after adverse events have weakened or killed mature plants (2). Finally, legumes will help to counteract nitrogen deficiency in the soil. For example, African farms (especially on sub-Saharan-Africa) are currently locked in a downward spiral, in which the traditional bush fallow periods are shortened from 15 or 20 years to as little as two or three (1, 2). Well chosen legumes could supply the nitrogen boost needed for African soils, helping farmers to provide fodder for animals and lift crop yields.

Legumes can circumvent the problems mentioned above if the right species and varieties are selected. Tropical legumes are capable of a large range of uses. They can be integrated into mixed farming systems where they can enhance crop yield (2). Agronomic programmes that target the introduction of legumes into different agro-ecological systems focus initially on the selection of legumes that have the ability to tolerate edaphic constraints that include pest and disease resistance, water stress and tolerance to salinity, acidity and sodicity. Within such selection programme, the interaction of the legume with indigenous soil *Rhizobium* should also be considered. Identifying a range of legumes that could be used in rotation with crops, or intergrown with them to improve the productivity of soils is one of the goals of sustainable agriculture.

Rather than work on characterizing and selecting indigenous soil improving legumes for development and use in Africa, most efforts are currently focused on introducing exotic varieties that have been proven in other environments. The result is often mass failures because exotic legumes find it difficult to persist in tropical environments. Thus, current research should be geared towards characterizing and selecting soil-improving legume from a wide range of untapped genetic resources available in the humid tropics especially when this environment holds one of the largest reserves of different kinds of legumes in the world.

The objective of this work was to study the shoot and root characteristics of some indigenous soil improving legumes in a humid tropical ecosystem with the view to selecting species with root and shoot characteristics that will fit into the soil productivity improvement

programmes around the humid tropical zone of south-eastern Nigeria.

Specifically, the work will determine changes in root/top ratio with age, determine root length, biomass production, chemical composition of the root and shoot and nodule count and weight of 10 indigenous soil improving legumes.

Material and methods

The study was carried out in the green house of the Resource and Crop Management Division, Soil Fertility Unit of the International Institute for Tropical Agriculture Ibadan, Nigeria. Surface soil (0-15 cm depth) was collected from a plot that has been left fallow for more than two years. The soil was classified as Egbeda series (Oxic paleustalf) and has a sandy loam texture. The soil has the following chemical properties viz. pH-H₂O 6.4; organic carbon 1.46 mg.kg⁻¹; extractable phosphorus 13.2 µg.g⁻¹; exchangeable potassium, calcium and magnesium of 0.61, 5.57 and 1.54 mg.kg⁻¹ respectively.

The soil samples were air-dried and passed through a 2 mm sieve and thereafter transferred into 2 litre pots each containing 20 kg of soil. In all, 90 pots were used.

Since destructive sampling was to be employed (harvesting was to be done at 30, 60 and 90 DAP), three pots constituted one experimental unit. The experimental units were arranged in a randomized complete block layout with three replications, each containing 10 experimental units. The treatments comprised 10 soil-improving legumes planted to each three-in-one pot. The treatments were: Cowpea – *Vigna unguiculata* (Bauchi Local cultivar), Cowpea – *Vigna unguiculata* (IT86D-719), Soybean – *Glycine max* (TGX 1649-11F), Groundnut – *Arachis hypogaea* (Samnut 16), Crotonaria – *Crotonaria ochroleuca* G. Don, Pigeon pea – *Cajanus cajan*, Tropical Kudzu – *Pueraria phaseoloides*, Lablab bean – *Lablab purpureus* L., Mucuna – *Mucuna pruriens*, Bambara groundnut – *Vigna subterranea*.

Inorganic fertilizer (NPK 15-15-15) was applied and mixed with the soil at the rate of 100 N-100 P-100 K mg.kg⁻¹ of soil before planting. Six seeds per pot in each experimental unit were sown at 0.5 cm depth; this was later thinned down to four seeds per pot after seedling emergence. Weeds were removed by handpicking as soon as they emerged from the pots.

Agronomic measurements made include measurement of plant top dry weight, separation and measurement of fine roots (< 2 mm diameter) and coarse roots (> 2 mm diameter) to determine their dry weight and root length, chemical analysis of the tops and roots for N, P, K, Ca, Mg, C and S content. Except for the chemical analysis, which was done at 90 DAP, all other measurements were made at 30, 60 and 90 DAP.

Harvesting of the species was done at each sampling period. The plants in one pot of each experimental unit were cut at the base of the stem, washed free of soil, put in an envelope, and put in the screen house to dry for 3 days. Thereafter, the samples were transferred to the oven to dry at 65 °C to a constant weight after which they were weighed. After severing the plant tops, the pots containing the roots were saturated with water in a wash basin and the soil carefully and gradually washed off until the roots were recovered in a wooden (0.2 mm) sieve. The roots were further cleaned in the sieves to remove all debris. Care was taken to avoid loss of the roots. The nodules were counted, put in seed envelopes, labeled, oven-dried at 65 °C to a constant weight, and then weighed. After collecting the roots, they were preserved in labeled plastic containers in a solution containing 4% formalin as outlined by Meyer and Gottsche (6).

Root size partitioning was also done at the various times of harvest. The roots were removed from the plastic bags and put into glass trays. Tweezers were used to separate them into single units and plant leaves and other debris were removed. Forceps was used to sort out the roots into the two desired sizes (< 2 mm and > 2 mm diameter). These were air-dried, put into seed envelopes and oven dried at 65 °C, after which the dry weight of each of the sample was recorded. For root length measurement, the modified Tennant method (14) was used. A sub-sample was collected before oven-drying the samples. Grid square sizes measuring 0.5 x 0.5 cm were placed on a table and glass tray placed on top. A little quantity of water was put on the tray to suspend the roots. Then the roots were picked with forceps a little at time, into the tray and then spread on the tray. If the roots were too long, they were cut to smaller sizes of 5 cm or less.

With no root lying a top any other, counting was done using a tally counter and bright light for proper illumination. The various intersections on the grid square size were counted vertically first, then horizontally and then summed up. Fine roots and coarse roots were counted separately and multiplied with the appropriate conversion factor as described by Tennant (14). Sub-samples of dried shoot and roots were later ground, sieved with fine mesh and analyzed in the laboratory for nitrogen using the modified macro-Kjeldahl method (3). Available phosphorus was determined by the method of described by Olsen and Sommers (10). Organic carbon was determined using the Walkley-Black procedure (7) whereas Ca, K, Mg and S were determined using the procedures outlined by Dewis and Fretias (4). Statistical analysis of data collected using analysis of variance for a randomized complete block design was carried out according to procedures outlined by Steel and Torrie (13).

Results and discussion

Top biomass production of selected soil-improving legumes at different time scales

Results of the study indicated differences ($P < 0.05$) in above-ground biomass production of 10 soil improving legumes at 30, 60 and 90 DAP (Table 1).

At 30 DAP, *Lablab purpureus* and *Mucuna pruriens* produced the highest ($P < 0.05$) above-ground biomass with 26.8 and 25.3 mg.kg⁻¹ respectively. These were significantly higher ($P < 0.05$) than the above-ground biomass produced by legumes with the lowest aboveground biomass (*Pueraria phaseoloides* with 2.6 mg.kg⁻¹, *Cajanus cajan* with 4.5 mg.kg⁻¹ and *Vigna subterranea* with 4.7 mg.kg⁻¹) by between 81 and 90%. Similarly, *L. purpureus* and *M. pruriens* had

Table 1
Biomass Production of Selection Improving Legumes at 30, 60 and 90 DAP

	Plant top dry weight (mg.kg ⁻¹) DAP			Root dry weight <2 mm DAP			(mg.kg ⁻¹) <2 mm DAP			Top/root ratio DAP		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
<i>Vigna unguiculata</i> (Bauchi Local Variety)	19.1	52.3	50.8	2.4	3.54	5.22	0.78	1.67	2.55	5.88	10.03	6.53
<i>Vigna unguiculata</i> (IT86D-719)	13.2	82.2	114.8	1.43	6.88	12.9	0.68	5.46	8.82	6.23	6.66	5.29
<i>Glycine Max</i>	13.6	81.6	65.5	2.47	10.68	11.25	0.72	4.77	4.39	4.26	5.28	4.19
<i>Arachis hypogaea</i>	9.4	73.2	83.7	1.30	7.99	11.33	0.34	1.10	0.75	5.70	8.05	6.93
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	7.4	63.4	137.2	1.39	7.70	19.20	0.49	3.20	5.43	3.95	5.81	5.57
<i>Cajanus cajan</i>	4.5	50.0	120.8	0.7	7.41	24.5	0.28	2.32	7.85	2.99	5.13	3.72
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2.6	59.0	130.6	0.24	9.26	23.0	-	0.80	3.28	10.95	5.86	4.97
<i>Mucuna pruriens</i>	25.3	113.8	209.5	5.15	15.71	34.26	0.60	1.99	3.79	4.40	6.42	5.50
<i>Lablab purpureus</i>	26.8	84.5	103.5	3.83	5.83	11.27	0.88	1.22	2.43	2.41	11.98	7.55
<i>Vigna subterranea</i>	4.7	26.8	39.6	0.70	4.97	9.30	0.13	0.19	0.32	5.69	5.20	4.11
F-LSD ($P > 0.05$)	3.5	7.6	22.9	0.69	3.8	6.0	0.70	0.84	4.55	-	-	-

between 28 and 72% higher ($P < 0.05$) aboveground biomass than *Vigna unguiculata* (Bauchi Local) and *V. unguiculata* (IT86D-719), *Glycine max*, *Arachis hypogaea* and *Crotalaria ochroleuca*. These results indicate that *L. purpureus* and *M. pruriens* establish quickly to form aboveground biomass and can protect the soil as early as possible from raindrop impact energy, excessive impact of sunshine that causes N volatilization and help in soil moisture conservation. The lowest aboveground biomass production was observed in *Vigna subterranea* with 26.8 mg.kg⁻¹ and this had 76% significantly lower biomass at 60 DAP (Table 1). At 90 DAP, the highest ($P < 0.05$) aboveground biomass was recorded in pots that had *M. pruriens* (209.5 mg.kg⁻¹). This was higher ($P < 0.05$) relative to pots planted to *Vigna subterranea* (with the lowest aboveground biomass of 39 mg.kg⁻¹) by 81%. These results show that in a soil improvement programme in a humid tropical environment where quick legume establishment and high quantity of aboveground biomass production is the key *M. pruriens* and *L. purpureus* might be the immediate choice. However, in species like *C. cajan*, *A. hypogaea*, *C. ochroleuca* and *V. unguiculata* (IT cultivar) although their initial establishment were not fast, they produced moderately high biomass. According to Snapp *et al.* (12) legumes which combine some grain yield with high root and leaf biomass, thus a low N harvest offers a useful promise of meeting farmers food security concerns and improving soil fertility.

Root biomass of selected soil improving legumes at difference time scales

The results of the study show significant differences in the below ground biomass (root dry weight) of the different soil improving legumes studied (Table 1).

In this study, the roots were partitioned into roots <2 mm in diameter (fine roots) and roots >2 mm in

diameter (coarse roots). The results show that finer roots generally had higher below-ground biomass than coarse roots.

At 30 DAP, *M. pruriens* with fine root dry matter weight of 5.15 mg.kg⁻¹ had highest root dry matter weight. This was significantly higher than fine root dry matter from *L. purpureus* (3.83 mg.kg⁻¹), *G. max* (2.47 mg.kg⁻¹) and *V. unguiculata* (Bauchi local) (2.46 mg.kg⁻¹) by between 26 and 52%. The fine below-ground dry matter yield was lowest at 30 DAP in *V. subterranea* and *C. cajan* by 86% when compared to *M. pruriens* which had the highest below-ground dry matter weight. At 90 DAP the trend in decreasing fine root dry weight is *M. pruriens* > *C. cajan* > *P. phaseoloides* > *C. ochroleuca* > *V. unguiculata* (IT cultivar) > *A. hypogaea* > *G. max* > *L. purpureus* > *V. subterranea* > *V. unguiculata* (Bauchi local). Fine roots dry weight was higher than coarse roots dry weight by between 31 - 88% in all the soil improving legumes studied. In all, *V. subterranea* and *A. hypogaea* produced the lowest ($P < 0.05$) coarse root dry weight (0.82 and 0.75 mg.kg⁻¹) respectively. These were lower ($P < 0.05$) by between 85 - 95% than the legume with the highest coarse root weight [*Vigna unguiculata* (IT cultivar) and *Crotalaria ochroleuca*] at 90 DAP. Generally, species that produced higher root volume are more likely to explore the rhizosphere more intensively for nutrients, water, mycorrhizal associations etc. and are able to mat and bind soil particles together thus, reducing rill and interrill erosion on cultivated plots. The results clearly indicate that *M. pruriens*, *C. cajan* and *P. phaseoloides* produce fine roots profusely.

Root length, number of nodules and nodule dry weight of 10 soil improving legumes

Results show significant differences in root length of both fine roots (<2 mm in diameter) and coarse roots (>2 mm in diameter) (Table 2).

Table 2

Root length, number of nodules per pot and nodule dry weight of selected soil improving legumes at 30, 60 and 90 DAP

	Root length (m.kg ⁻¹)						Number of nodules/pot			Nodules dry weight (g.kg ⁻¹)		
	<2 mm			>2 mm			DAP			DAP		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
<i>Vigna unguiculata</i> (Bauchi Local Variety)	1.05	2.06	2.31	0.17	0.14	0.20	262	415	278	0.12	0.95	0.77
<i>Vigna unguiculata</i> (IT86D-719)	0.16	0.97	2.56	0.23	0.25	0.76	278	540	869	0.64	1.82	2.99
<i>Glycine max</i>	1.42	3.70	3.20	0.10	0.24	0.20	19	714	1407	0.18	3.09	3.56
<i>Arachis hypogaea</i>	0.58	2.70	2.61	0.14	0.13	0.18	602	1894	2309	0.28	0.36	1.01
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	0.57	2.36	6.10	0.29	0.12	0.47	410	212	1091	0.43	0.83	1.63
<i>Cajanus cajan</i>	0.30	2.64	5.12	0.19	0.20	0.75	88	517	1027	0.043	2.08	3.21
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0.23	3.49	5.66	-	0.22	0.61	14	627	1196	0.003	2.80	4.69
<i>Mucuna pruriens</i>	0.89	4.78	17.46	0.08	0.24	1.17	52	323	154	0.42	3.56	2.90
<i>Lablab purpureus</i>	1.16	2.10	2.57	0.17	0.16	0.14	295	216	251	0.34	1.86	1.80
<i>Vigna subterranea</i>	0.27	2.89	2.52	0.16	-	0.12	nd	820	698	nd	0.30	0.75
F-LSD ($P > 0.05$)	1.05	0.284	0.562	0.96	0.62	0.48	221	621	629	0.19	0.79	0.96

At 30 DAP, *G. max*, *L. purpureus* and *V. unguiculata* (Bauchi local) with 1.42, 1.16 and 1.05 m.kg⁻¹ had the highest root length. These were significantly higher ($P > 0.05$) than the root length measurement from the pots planted to *V. unguiculata* (IT cultivar), *P. phaseoloides*, and *V. subterranea* by between 80 - 89%. The results show that the legume species with the longest initial roots (at 30 DAP) were not the species with the longest roots at 60 DAP. Except for *G. max*, *A. hypogaea* and *V. subterranea* with root lengths lower at 90 DAP when compared to 60 DAP, all the other species had higher fine root lengths at 90 DAP when compared to root length at 60 DAP. *M. pruriens* with 17.5 m fine roots had 86% more fine root length than *V. unguiculata* (IT Cultivar) which produced the lowest fine root length. At 30, 60 and 90 DAP, fine roots were longer than the coarse roots. Higher root elongation in *M. pruriens*, *G. max*, *C. cajan* and *P. phaseoloides* means that they can explore a wider soil volume to collect nutrients and possibly recycle nutrients presumably lost beyond the soil solum.

Results show that *A. hypogaea* and *C. ochroleuca* produced the highest ($P < 0.05$) quantity of nodules per pot (602 and 410 respectively) at 30 DAP. These varieties produced between 95 and 98% more nodules per pot than *P. phaseoloides*, and *G. max* which produced the smallest quantity of nodules (14 and 19 nodules per pot respectively) at 30 DAP. At 60 DAP, *A. hypogaea* had significantly higher ($P > 0.05$) number of nodules per pot when compared to other varieties. However, although *G. max* and *P. phaseoloides* had the lowest ($P < 0.05$) nodule number at 30 DAP, they were among the species with the highest ($P < 0.05$) nodule number at 60 and 90 DAP. These results show that if ploughing-in of legumes as green manure is the aim of planting soil-improving legumes, selected species should be ploughed-in after 60 DAP. But when legumes are planted as relay crops, species like *A. hypogaea*, *C. ochroleuca* and *L. purpureus* which produce biomass and nodules early should be selected for the benefit of the concurrent and subsequent crops. At 90 DAP, *A. hypogaea*, *G. max*, *C. cajan*, *C. ochroleuca* and *P. phaseoloides* produced significantly higher ($P < 0.05$) number of nodules (more than 85%) relative to nodule number per pot in pots of the legumes with the least number of nodules per pot. On the other hand, variation in nodulation amongst the cultivars may reflect their different capacities for growth under the environmental and edaphic conditions studied (15).

The highest nodule dry weight per pot was found in *V. unguiculata* (IT cultivar). This had between 46 and 95% significantly higher ($P > 0.05$) nodule dry weight than *V. unguiculata* (Bauchi local), *G. max* and *P. phaseoloides* which had the lowest nodule dry weight per pot at 30 DAP. Although, *A. hypogaea* had the highest number of nodules, it did not coincide with the legume that had the highest nodule dry weight (*P. phaseoloides*). This may be because nodule weight appears to relate more to nodule size than number of nodules. The results show differences in nodules number and weight between different legume species

and at different stages of legume growth. According to O'Hara *et al.* (9), a key feature of the symbiotic relationship between root nodule bacteria and legumes is the very high degree of specificity shown for effective nodulation of a particular host legume by a strain/species of root nodule bacteria. In this case, selecting a genotype able to nodulate effectively with indigenous root nodule bacteria would be the simplest approach for successful introduction of the legumes. For species of legumes that had low number of nodules [*V. unguiculata* (Bauchi local) *M. pruriens* and *L. purpureus*], it might be that there were little or in some cases no background population of root nodule bacteria in the soil that were able to nodulate the particular host legume. More often noted O'Hara *et al.* (9) uninoculated legume form variably effective root nodules indicating the presence of a population of ineffective or variably effective root nodule bacteria. In this case, the solution is to select the legume crop that forms effective association with indigenous rhizobia adapted to the edapho-climatic conditions of the environment.

Chemical composition of above- and below-ground biomass of 10 soil improving legumes

There were significant differences ($P < 0.05$) in the chemical composition of the biomass of the different legumes studied (Table 3).

The N content of the above- and below-ground biomass of the different legumes differs slightly between 3 and 25%. Legume species like *V. unguiculata* (Bauchi local), *V. unguiculata* (IT cultivar), *C. cajan* and *P. phaseoloides* had higher above-ground N content than below-ground N content whereas the other species had more below-ground N content in their biomass. The results show that above-ground biomass of *V. unguiculata* (Bauchi local), *V. unguiculata* (IT cultivar), *C. ochroleuca*, *C. cajan* and *A. hypogaea* with 3.34, 3.16, 2.83, 2.93 and 2.76 N mg.kg⁻¹ respectively were not significantly different ($P < 0.05$). However, they were significantly higher ($P < 0.05$) than the N content of above-ground biomass of *G. max* and *M. pruriens* which had the lowest above-ground N content, by between 22 and 36%. With the exception of *G. max* and *V. unguiculata* (IT variety) with low ($P < 0.05$) 2.26 and 2.36 mg.kg⁻¹ N content of the below-ground biomass, all other legumes studied had between 3.0 and 2.61 mg.kg⁻¹ below-ground biomass N which were not significantly different. Although, *V. unguiculata* (Bauchi, local) had low above- and below-ground biomass (Table 1), it had higher ($P < 0.05$) N content in its above-ground biomass than species with higher biomass content. However, production of more biomass may lead to higher overall N contribution. For example, for selection purposes, the low biomass N from *M. pruriens* and *P. phaseoloides* may have been compensated for by high biomass production and nodulation ability.

Results also show that above-ground biomass P was significantly higher ($P < 0.05$) in *V. unguiculata* (Bauchi local) (0.32 mg.kg⁻¹) and *V. subterranea* (0.28 mg.kg⁻¹) by 34 - 47% relative to other legumes used. No signifi-

Table 3
Chemical composition of plant top and roots of selected soil improving legumes at 90 DAP

	N		P		C		Ca (mg.kg ⁻¹)		K		Mg		S	
	Top	Root	Top	Root	Top	Root	Top	Root	Top	Root	Top	Root	Top	Root
<i>Vigna unguiculata</i> (Bauchi Local var.)	3.34	3.21	0.32	0.09	39.8	42.6	3.07	1.90	2.76	0.06	0.73	0.38	0.47	0.39
<i>Vigna unguiculata</i> (IT86D – 719)	3.16	2.36	0.21	0.05	41.5	41.9	3.46	1.37	1.60	0.07	0.72	0.33	0.30	0.21
<i>Glycine max</i> (TG 1649 - 11F)	2.15	2.26	0.18	0.02	42.4	43.0	2.70	0.91	1.12	0.02	0.89	0.18	0.23	0.21
<i>Arachis hypogaea</i>	2.76	2.90	0.19	0.05	42.4	42.9	2.86	1.64	2.15	0.02	0.82	0.29	0.33	0.30
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	2.83	2.68	0.17	0.05	43.5	40.8	1.37	1.37	1.71	0.04	0.72	0.28	0.28	0.23
<i>Cajanus cajan</i>	2.93	2.67	0.20	0.05	44.7	44.4	1.59	1.34	1.56	0.03	0.48	0.24	0.33	0.24
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2.47	2.61	0.21	0.04	42.8	42.6	2.72	1.32	1.18	0.03	0.57	0.30	0.29	0.25
<i>Mucuna pruriens</i>	2.25	2.96	0.17	0.05	44.0	41.2	2.24	1.50	1.04	0.02	0.50	0.27	0.23	0.29
<i>Lablab purpureus</i>	2.64	2.89	0.17	0.05	42.5	41.5	1.87	1.93	2.05	0.06	0.47	0.31	0.30	0.32
<i>Vigna subterranea</i>	2.53	3.00	0.28	0.12	40.2	42.3	6.46	1.69	1.25	0.05	0.57	0.32	0.62	0.32
F-LSD (P> 0.05)	0.44	0.44	0.07	0.02	1.22	0.70	0.38	0.40	0.42	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08

cant differences were found between the above-ground biomass P of other legumes used. Although, the below-ground biomass P of the legumes were lower by up to 72% in some cases, the results follow the same trend as above-ground biomass.

The carbon contents of both the above- and below-ground biomass of all the legumes were similar. However, *C. cajan* and *M. pruriens* (with 44.7 and 44.10 mg.kg⁻¹ C respectively) had significantly higher above-ground biomass C and this was higher (P< 0.05) by 10% than the legumes with the least above-ground biomass carbon *V. unguiculata* (Bauchi, local) and *Vigna subterranea*. Calcium content of the above-ground biomass was higher than that of the below-ground biomass by between 1.2 to 3.0 fold. The high-

est Ca content of both the above- and below-ground was found in *V. unguiculata* (IT cultivar) which had Ca content of 3.46, 3.07 and 3.46 mg.kg⁻¹. For K and Mg, higher quantities of these elements were found in the above-ground biomass when compared to the below-ground biomass. Similar quantities of S were found both in the above- and below-ground biomass of the different legumes with *V. subterranea* and *V. unguiculata* having significantly higher S content relative to *G. max* and *M. pruriens* which had the lowest above-ground biomass S. Based on overall suitability of the legumes as soil improving legumes and considering only shoot and root characteristics (Table 4), results indicate that *M. pruriens* and *C. cajan* had the highest ratings (15 and 14 respectively) for overall suitability based on shoot and root characteristics.

Table 4
Ranking of 10 indigenous legumes according to their suitability as soil improving legumes using root and shoot characteristics

	Plant top dry wt.	Root dry wt.	Root length	Number of nodules	Nodule dry wt.	Nitrogen content	Total score
<i>Vigna unguiculata</i> (Bauchi Local)	*	*	*	*	*	***	8
<i>Vigna unguiculata</i> (IT86D – 719)	*	**	*	*	**	***	10
<i>Glycine max</i>	*	*	*	**	***	*	9
<i>Arachis hypogaea</i>	*	*	*	***	*	***	10
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	**	**	*	**	*	***	11
<i>Cajanus cajan</i>	***	***	*	**	**	***	14
<i>Pueraria phaseoloides</i>	**	**	*	**	***	**	11
<i>Mucuna pruriens</i>	***	***	***	**	**	**	15
<i>Lablab purpureus</i>	**	*	*	*	*	***	9
<i>Vigna subterranea</i>	*	*	*	*	*	***	8

NB The ranking was derived from the highest and lowest values of the different parameters in this work. The values were normalized into three representing high ***, medium ** and low *.

These were higher than the rating for *C. ochroleuca*, *P. phaseoloides*, *V. unguiculata* (IT cultivar) by 21% whereas *Vigna unguiculata* (Bauchi local) and *V. subterranea* had the lowest rating of 8 respectively. From the results of the work and the rating scale used, the overall suitability based on root and shoot characteristics, is thus *M. pruriens* > *C. cajan* > *C. ochroleuca* > *P. phaseoloides* > *A. hypogaea* ≥ *V. unguiculata* (IT cultivar) > *G. max* ≥ *L. purpureus* > *V. subterranea* ≥ *V. unguiculata* (Bauchi local).

Conclusion

The results of this study have shown that different species of legumes have different characteristics, which should be considered in selecting species for soil improvement. In this study, *C. cajan* and *M. pruriens* produced more above- and below-ground biomass than other legumes studied. Also, *A. hypogaea*, *C. cajan*, *G. max*, *P. phaseoloides* and *M. pruriens* produced moderate to high number of nodules whereas only *A. hypogaea* and *P. phaseoloides*

had high nodule dry weight per pot. The N content of the biomass of all the soil improving legumes were high save for *G. max* and *P. phaseoloides* which had lower N content. Finally, the results show that overall ranking of the attributes studied indicate that *M. pruriens* and *C. cajan* had better shoot and root characteristics as soil improving legumes for use in the tropical humid environment of the area studied.

Finally, the choice of any legume as soil improving legume and the combination of functions relevant in one situation will depend on the particular conditions of the site (climate, soil, slope), the farming activities, (crop, livestock) and the value of inputs to the farming system (land, labour, agrochemical, cash).

Acknowledgements

The authors gracefully thank Dr. B.T. Kang, Dr. G. Tian, and Mr. P. Igboaba, all of the Crop Management Division, International Institute for Tropical Agriculture Ibadan, Nigeria, for their tireless efforts to support this work.

Literature

1. Anikwe M.A.N., Mbah C.N. & Umeh G.N., 2000, On farm soil and water conservation technology in Abakaliki area, southeastern Nigeria. Nigerian Journal of Soil Science, 12, 12-21.
2. Beckmann R., 2002, Legumes offer a ray of hope in southern Africa. Partners in Research for Development. N° 15, May 2002. Australian Centre for International Agricultural Research.
3. Bremner J.M. & Mulvaney C.S., 1982, Nitrogen-total. In: Page A.L., Miller R.H. & Keeney D.R., eds, Methods of soil analysis, Part 2, chemical and microbiological properties. Madison, WI, American Society of Agronomy, 595-624.
4. Dewis J. & Fretias F., 1970, Physical and chemical methods of soil and water analysis. Soil Bulletin N° 10, FAO, Rome.
5. Howieson J.G., O'Hara G.W. & Carr S.J., 2000, Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: developments from an Australian perspective. Field crops Research, 65, 107-112.
6. Meyer F.H. & Gottsche D., 1971, Distribution of root tips and tender roots of beech. Integrated Experimental Ecology, 7, 48-52.
7. Nelson D.W. & Sommers L.E., 1982, Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page A.L. (eds), Methods of soil analysis, Part 2, chemical and microbiological properties 2nd ed. Agronomy series N° 9. ASA, SSSA, Madison, WI, USA.
8. O'Hara G.W., Yates R. & Howieson G.J., 2001, Selection of traits of root nodules bacteria to improve inoculant performance and increase legume productivity in stressful environments. In: Herridge D. (eds), Inoculants and nitrogen fixation of legumes in Vietnam, ACIAR Proceedings N° 109^e. Pp 75-80.
9. O'Hara G.W., 1998, The role of nitrogen fixation in crop production. Journal of Crop Production, 1, 115-138.
10. Olsen S.R. & Sommers L.E., 1982, in: Page A.L., Miller R.H. & Keeney D.R., Eds, Methods of soil analysis, Part 2, chemical and microbiological properties, 403-448.
11. Slattery J. & Pearce D., 2001, The impact of background rhizobial populations on inoculation response, in: Herridge (eds), Inoculants and nitrogen fixation of legumes in Vietnam. ACIAR Proceeding N° 109^e pp 37-45.
12. Snapp S.S., Mafonyoga P.L. & Waddington S., 1999, Organic matter technologies for integrated nutrient management in small holder cropping systems of Africa. Agriculture, Ecosystem and Environment, 71, 187-202.
13. Steel R.G. & Torrie J.H., 1980, Principles and procedures of statistics: A biometric approach 2nd edition, McGraw-Hill, New York.
14. Tenannt D., 1975, A test of a modified line interest method of estimating root length. Journal of Ecology, 63, 995-1001.
15. Thao Y.T., Singleton P.W. & Herridge D., 2001, Inoculation responses of soybean and liquid inoculants as alternative to peat-based inoculants. In: Herridge D (eds), Inoculants, and nitrogen fixation of legumes in Vietnam. ACIAR Proceedings N° 109^e. Pp 67-74.

M.A.N. Anikwe, Nigerian, Ph.D., Soil Science, Senior Lecturer/Researcher & Head, Department of Agronomy and Ecological Management, Enugu State University of Science and Technology, Enugu, Nigeria.

J. Atuma, Nigerian, B.Sc., Agronomist, Former Student, Department of Agronomy and Ecological Management, Enugu State University of Science and Technology, Enugu, Nigeria.

Hematological Values of out Bred Domestic Rabbits in Eastern Nigeria

G.A. Musongong^{1*}, B.B. Fakae¹ & S.N. Chiejina¹

Keywords: Hematological values- Out bred- Domestic rabbits- Eastern Nigeria

Summary

There is a dearth of relevant information in general about certain production parameters of domestic rabbits in general in eastern Nigeria. Thus some basic hematological parameters of young and adult out bred domestic rabbits, from villages in eastern Nigeria, were determined using standard methods in hematology. Individual values of Hb and PCV were very variable. The Hb values were 6.50 - 17.80 g% (mean 11.20 ± 1.59 g%) in young rabbits and 9.50 - 16.20 g% (mean 11.50 ± 1.61 g%) in adult rabbits. The mean PCV was $33.39 \pm 3.63\%$ (range 25 - 42%) in young rabbits and $30.37 \pm 4.45\%$ (range 22 - 38%) in adults. The difference between PCV values in young and adult rabbits was not significant. The total WBC counts were 3371 - 19400 c/ μ l (mean 8512.4 ± 3914.87 c/ μ l) in young rabbits and 4320 - 20200 c/ μ l (mean 7914 ± 3090 c/ μ l) in adults. The majority of white blood cells were lymphocytes in both young and adult rabbits. Eosinophils, basophils and monocytes were generally rare. The results show that the basic hematological values (PCV, Hb and WBC) of out bred domestic rabbits in Nigeria differ from those reported for other rabbits in general. This observation is important for scientific research and diagnostic work using this breed of rabbits.

Résumé

Valeurs hématologiques de lapins croisés domestiques du Nigeria oriental

Il y a peu d'informations relatives à certains paramètres de production et de santé des lapins domestiques au Nigeria oriental. Certains paramètres hématologiques de lapins (jeunes et adultes), achetés dans des villages du Nigeria oriental, ont été déterminés avec des méthodes standard d'hématologie. Les valeurs de Hb étaient de 6,50 à 17,80 g% (moyenne de $11,20 \pm 1,59$ g%) pour les jeunes lapins, et de 9,50 à 16,20 g% (moyenne de $11,50 \pm 1,61$ g%) chez les adultes. La valeur moyenne de l'hématocrite était de $33,39 \pm 3,63\%$ (25 - 42%) chez les jeunes lapins et de $30,37 \pm 4,45\%$ (22 - 38%) chez les adultes. La différence entre ces valeurs n'était pas significative. Le nombre total de leucocytes variait entre 3371 et 19400 c/ μ l (moyenne $8512 \pm 3914,87$ c/ μ l) chez les jeunes lapins contre 4320 et 20200 c/ μ l (moyenne 7914 ± 3090 c/ μ l) chez les adultes. Les éosinophiles, basophiles et monocytes étaient généralement rares. Ces résultats montrent que les valeurs hématologiques (hématocrite, Hb et leucocytes) des lapins croisés domestiques du Nigeria sont différentes de celles généralement signalées pour les lapins.

Introduction

Hematological values in general are commonly used in disease diagnosis and assessment of the impact of hemoparasite infections and hematophagous nematode infections in domestic animal health practice (9). Low PCV and Hb values are associated with anemia while the total and differential leukocyte counts may reflect the level of host reaction in its attempt to combat the infection. Hematological values have been determined for various breeds of domestic livestock, except domestic rabbits, in West Africa in general and Nigeria in particular (7, 8). Hematological values have been documented for pets (10) and some breeds of mice (5) in other places. In Nigeria rabbits are currently being used as a valuable source of animal protein in rural communities (4) and for scientific research in academic institutions. Their small sizes (Plate 1), with maximum weight less than 1.5 kg each, make

them convenient rations for one meal in a small family and invaluable laboratory animals for scientific research.



Plate 1: Out bred domestic rabbits in eastern Nigeria.

¹Department of Veterinary Parasitology and Entomology, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.

*Corresponding author at IRAD, Regional Research Centre, Wakwa, P.O. Box 65, Ngaoundéré, Cameroon.

Received on 27.07.99. and accepted for publication on 24.07.03.

However their production and productivity are seriously retarded by parasitic diseases for example liver coccidiosis (6) which may be reflected in some hematological values. Yet very little has been documented about rabbit health in Nigeria in general and in the eastern region in particular. Thus, there is virtually no available information about hematological values of outbred domestic rabbits in eastern Nigeria.

Material and methods

Seventy-two young out bred domestic rabbits aged between 8 and 12 weeks and 29 adult rabbits of the same strain, aged 8 - 20 months, were sampled from six separate villages in eastern Nigeria (Plate 1).

About 2 ml of blood were collected from the marginal ear vein of each rabbit through venipuncture with a sterile sharp needle into a 5 ml specimen bottle containing EDTA anticoagulant. The PCV, Hb, total and differential white cell counts were evaluated using recommended methods (2, 11). Mean values of the different parameters were compared between sexes within the same age group and between age groups of host using the student t-test. P values less than 0.05 were considered significant.

Results

Table 1 shows the summarized hematological values of out bred domestic rabbits in eastern Nigeria.

The Hb values were 6.50 - 17.80 g% (mean 11.20 \pm 1.59 g%) in young rabbits and 9.50 - 16.20 g% (mean 11.50 \pm 1.61 g%) in adults (Figure 1).

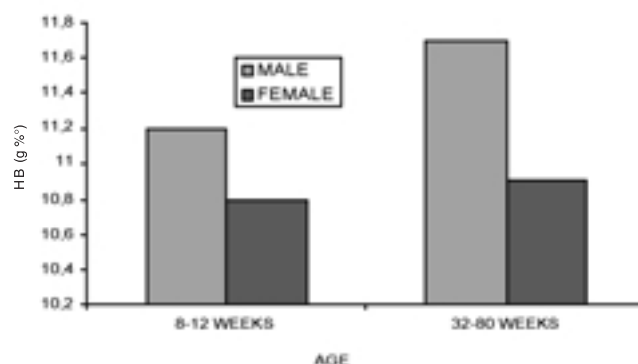


Figure 1: Hb values for young and adult rabbits.

The individual values were generally variable. There was no significant difference in the mean values of this parameter between young and adult rabbits. The majority of white cells were lymphocytes in young rabbits (mean 60.86 \pm 11.03%) and in adult rabbits (mean 67.39 \pm 10.97%).

Similarly there was no significant difference in the total WBC counts between the two age groups (Figure 3). Values ranged from 3371 - 19400 c/ μ l (mean 8012.4 \pm 3914.87 c/ μ l) in young rabbits and 4320 - 20200 c/ μ l (mean 7914 \pm 3090 c/ μ l) in adults. The PCV ranged from 25 - 42% (mean 33.39% \pm 3.63) in young rabbits and 22 - 38% (mean 30.37% \pm 4.45) in adult rabbits (Figure 2). The difference in mean PCV values between these age groups was not significant. Eosinophils, monocytes and basophils were generally rare.

Table 1

Mean (sd) hematological values of out bred domestic rabbits in Eastern Nigeria

Age (wks)	Sex	Hb*	PCV**	VWBC***	Differential count**				
					N	L	E	M+	B
8-12	M	11.23 (\pm 1.73)	33.62 (\pm 3.76)	9294.17 (\pm 3974)	39.92 (\pm 11.32)	59.76 (\pm 11.44)	0.24 (\pm 0.59)	0.05 (\pm 0.23)	0.03 (\pm 0.16)
8-12	F	11.16 (\pm 1.03)	32.5 (\pm 3.06)	6167.1 (\pm 2715)	35.46 (\pm 9.14)	64.08 (\pm 9.41)	0.46 (\pm 0.88)	0	0
32-80	M	11.68 (\pm 1.74)	31.17 (\pm 4.55)	8678.24 (\pm 3545)	34.29 (\pm 11.13)	64.79 (\pm 11.01)	0.93 (\pm 1.21)	0	0
32-80	F	10.80 (\pm 0.93)	29.00 (\pm 4.13)	6615 (\pm 1509)	22.50 (\pm 4.80)	76.50 (\pm 3.70)	1.00 (\pm 1.16)	0	0
All young		11.2 (\pm 1.59)	33.39 (\pm 3.63)	8512.4 (\pm 3915)	37.78 (\pm 10.9)	60.86 (\pm 11.03)	0.29 (\pm 0.67)	0.04 (\pm 0.20)	0.02 (\pm 0.14)
All adults		11.50 (\pm 1.61)	30.37 (\pm 4.45)	7914 (\pm 3091)	31.67 (\pm 11.14)	67.39 (\pm 10.97)	0.94 (\pm 1.16)	0	0

sd= standard deviation; N= neutrophils; M+= monocytes; M= males; L= lymphocytes; B= basophils; F= females; E= eosinophils; *= g%; **= %; ***= c/ μ l.

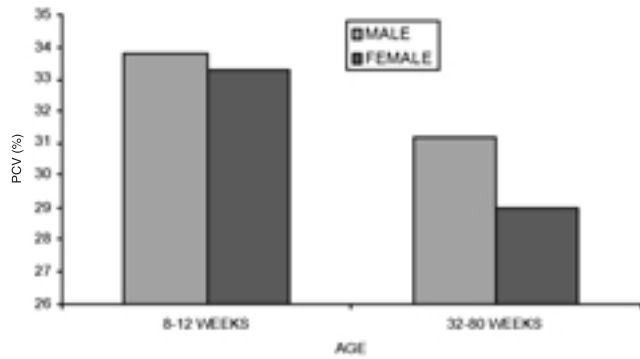


Figure 2: PVC values for young and adult rabbits.

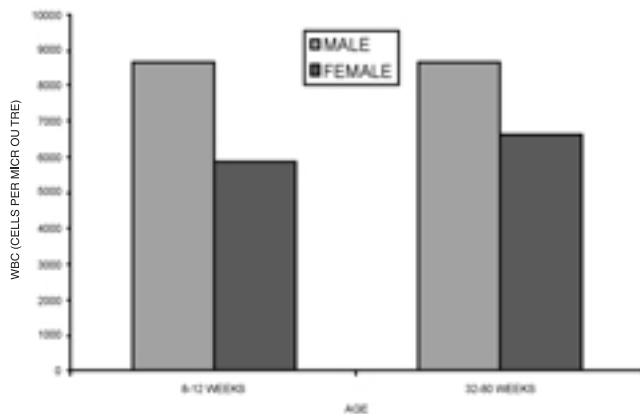


Figure 3: Wbc values for young and adult rabbits.

Discussion

The present results underscore the importance of determining hematological values of the various breeds of tropical domestic livestock. This is of practical importance in tropical animal health and production since they do not compare favorably with those of temperate breeds of rabbits (8). The hematological values of these rabbits differ from those usually quoted for

other rabbits (1, 3, 11). This suggests that hematological data from one breed of rabbits may not be generally useful as reference values for all other breeds especially in different ecological zones. Thus hematological data from rabbits should be used with caution. Variations in hematological values between tropical and temperate breeds of sheep and goats have also been reported (7). Furthermore within-breed variations in hematological values have been observed in animals in the same tropical zone (3). There is wide within-breed variation illustrated in out bred domestic rabbits in the present work. Despite the individual variability in hematological values of these rabbits there were no significant differences in the mean values of Hb, PCV and total white blood cell count of young and adult rabbits.

These observations are useful in disease diagnosis and therefore it is important to determine the factors responsible for any individual variations. Photoperiod may be associated with diurnal variation in values of hematological parameters in rabbits (11). Peak values occur in the early afternoon followed by a rapid decline. Since the pedigrees of domestic rabbits in eastern Nigeria are not well known the causes of variation are still unclear. Out bred domestic rabbits in eastern Nigeria are known to be usually infected with hepatic coccidiosis (6) and this could also influence fluctuation and individual variation in hematological values. However, the present study has provided some baseline data that may be useful in the assessment of the impact of some diseases of rabbits and as reference values in scientific research in eastern Nigeria.

Acknowledgments

The authors are grateful to the Department of Veterinary Parasitology and Entomology, University of Nigeria, Nsukka, for the facilities used for this work and to Mr. M. Ombionyo for the French translation of the summary. The cooperation of Dr. L.A. Ebangi in statistical work is highly acknowledged.

Literature

- Coffin L.D., 1975, Manual of Veterinary Clinical Pathology, 3rd Edition. Comstock Publishing Associates, New York, USA.
- Dacie J.V. & Lewis S.M., 1975, Practical Hematology. 5th Edition. Churchill Livingstone. London. 629 pp.
- Edward E.E., Jude J.M. & Squire F.A., 1955, Blood counts in domestic animals in Gold Coast. Nature, 176, 549-550.
- Fielding D., 1991, The Tropical Agriculturalist. CTA. Macmillan. London and Basingstoke, 106 pp.
- Hodora V.L., Montoro L.S. & Merani M.S., 1987, Hematology, serum chemistry and urinalysis values of vesper mice (*Calomys musculus*) Laboratory Animal Science, 37, 113-115
- Musongong G.A., Fakae B.B., 1999, Prevalence of *Eimeria stiedai* infection in outbred domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in eastern Nigeria. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 52, 117-118.
- Oduye O.O., 1976, Hematological values of Nigerian goats and sheep. Tropical animal health and production, 8, 131-136.
- Oduye O.O. & Okunaiya O.A., 1971, Hematological studies on the white fulani and N'dama breeds of cattle. Bulletin of epizootic diseases of Africa, 19, 213-218.
- Ogunsusi R.A., 1978, Changes in blood values of sheep suffering from acute and chronic helminthiasis. Research in veterinary science, 25, 298-301.
- Rohovsky M.W. & Griesemer R.A., 1969, The hematology of the germ-free cat. Laboratory Animal Care, 19, 60-62.
- Schalm O.W., 1965, Veterinary hematology. 2nd Edition, Lea and Febiger, New York, 664 pp.

G.A. Musongong, Cameroonian, Ph.D., M.Phil, B.Sc. (Hons), Zoologist/Veterinary Parasitologist, Researcher: IRAD, Wakwa, P.O.Box 65, Ngaoundéré, Cameroon.

B.B. Fakae, Nigerian, Ph.D., D.V.M., M.Sc., Department of Veterinary Parasitology and Entomology, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.

Technique de production intensive du poisson chat africain, *Clarias gariepinus*

Ch. Ducarme¹ & J.-C. Micha²

Keywords: Artificial Reproduction- Fingerlings' production- African Catfish- siluroïds- Production- *Clarias gariepinus*

Résumé

Le poisson chat africain, *Clarias gariepinus*, est fort apprécié en Afrique et atteint des prix élevés sur les marchés des grandes villes (2 - 3 Euro/kg). Bien qu'il soit domestiqué depuis 1974 et que sa production se développe en Europe, en Asie et en Amérique latine, la production africaine stagne. Les systèmes de production intensive (biomasse: 10 - 400 kg/m³, production: 1 - 4 kg/m³/j) en circuit semi-ouvert et en circuit fermé mis au point récemment en Europe (fermes familiales: 200 - 250 t/an) s'avèrent rentables à partir d'un prix de vente à la ferme de 1,2 Euro/kg. Ce type de modèle pourrait être adapté par les pisciculteurs africains à leurs conditions locales et contribuer enfin à un développement plus important mais durable de la pisciculture en Afrique.

Summary

Intensive Production of African Catfish, *Clarias gariepinus*

The African catfish, *Clarias gariepinus*, is well appreciated in Africa and reaches high prices on the town markets (2 - 3 Euro/kg). Although it is raised since 1974 and its production is increasing in Europe, Asia and Latin America, the African production is on stand-by. The intensive production systems (biomass: 10 - 400 kg/m³, production: 1 - 4 kg/m³/j) in recirculated systems recently developed in Europe (family farms: 200 - 250 t/year) are profitable when the selling price on the farm reach 1,2 Euro/kg. This kind of model could be adapted by the African fish farmers to their local conditions and finally contributed to an important development of fish culture in Africa.

Introduction

Le poisson chat du Nil, *Clarias gariepinus* Burchell (= *C. lazera*), était considéré par les Egyptiens comme une manifestation vénérable de la déesse à tête de chat (Bastet) et guidait le bateau solaire naviguant la nuit sur le fleuve du monde souterrain. Dans la région de Faiyum, dans le lac de Quarum (rive gauche en amont de Gizé et Sakkara), il était très abondant et très apprécié à en juger par les nombreux ossements récoltés. Il y faisait peut être déjà l'objet d'élevage extensif.

Des recherches sur la biologie de cette espèce à très large distribution mais endémique à l'Afrique se sont intensifiées dans les années 1960 dans le cadre d'un programme de domestication de nouvelles espèces autochtones plus performantes que les tilapia pour la pisciculture africaine (4, 14). Lors d'un projet régional FAO (Cameroun, Gabon, Congo Brazzaville, RCA) débutèrent en 1968 à Bangui (RCA) des essais de croissance et de reproduction de silures africains (*Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* Valenciennes) qui ont rapidement donné des résultats très intéressants (3, 5, 13, 16). Dès 1980 (8, 9, 10), on peut considérer que les techniques de base pour la reproduction artificielle, l'alevinage et le grossissement par alimentation artificielle étaient au point, ce qui a permis le développement de la pisciculture semi-intensive puis intensive de cette espèce qui bat presque tous les records de croissance (plus d'un kg en 1 an) et supporte de très fortes concentrations, atteignant des biomasses de 450 kg/m³ de bassin.

C'est ainsi que des élevages de cette espèce ont commencé ici et là en Afrique (6) et assez rapidement cette espèce a été introduite pour l'élevage en Asie (~1970 par de Kimpe au Vietnam), en Amérique du Sud (vers 1990 au Brésil, en 1996 au Paraguay par Van Ruymbeke). Micha en 1970 l'introduit à l'aquarium de Liège où il a été multiplié. Ducarme en 1987 développe son élevage intensif à Piscimeuse où sa production commerciale va rapidement dépassé celle de tilapia.

D'après la FAO, la production mondiale de *Clarias gariepinus* s'élève en

- 1998 à 123.785 t dont 4.360 t en Afrique
- 1999 à 150.836 t dont 2.572 t en Afrique
- 2000 à 131.819 t dont 4.490 t en Afrique

A signaler également que la production intensive de cette espèce, à fort potentiel commercial (7), se développe en Europe à partir d'approvisionnement en eaux chaudes (effluents de centrales électriques, sources géothermales, etc...). Ainsi en 2001, on peut estimer la production de ce clarias aux Pays-Bas à 3.000 t, en Hongrie à 1.000 t, en Belgique à 750 t, en Italie à 300 t,...

Il est assez surprenant que l'élevage de cette espèce pourtant particulièrement bien appréciée par les consommateurs africains et par ailleurs excellente à consommer, ne s'y développe pas plus. Bien que l'espèce soit typiquement africaine et que sa domestication se soit faite au cœur de ce continent, il semble

¹ Piscimeuse, Chemin de la Justice, 8b B-4500 Tihange, Belgique.

² URBO, FUNDP, rue de Bruxelles, 61 B-5000 Namur, Belgique.

Reçu le 10.10.02. et accepté pour publication le 07.10.03.

que les techniques de reproduction artificielle, d'alevinage et de grossissement y soient encore peu connues. Afin d'accentuer la diffusion des connaissances sur l'élevage de cette espèce très performante, De Graaf et Janssen (2) ont produit un bon document de synthèse qui est diffusé par la FAO et Micha (17) a réalisé une vidéo sur la reproduction artificielle en vue de susciter et de favoriser la mise en pratique de ces techniques d'élevage.

De par le monde, les techniques de production de cette espèce varient évidemment selon les conditions topographiques, les caractéristiques physico-chimiques des eaux, les conditions socio-économiques locales et régionales. Il en résulte divers niveaux d'intensification: en étangs en Afrique, on met en charge en général entre 0,1 à 1 alevin/m³, au Vietnam des mises en charge de 10 à 20 alevins/m³ ne sont pas rares mais les records apparaissent dans les systèmes intensifs développés récemment en Belgique et aux Pays-Bas avec des mises en charge de 1.000 alevins de 10 g /m³.

Comme ces systèmes se sont intensifiés souvent de façon empirique mais se développent de plus en plus et même se réexportent en Afrique (Nigeria, Afrique du Sud), il nous a semblé bon de faire le point sur les données récentes en systèmes intensifs afin de les diffuser largement et de tenter ainsi de mieux promouvoir la pisciculture du poisson chat africain notamment et surtout en Afrique.

Sélection des géniteurs et reproduction artificielle

Pour rappel, la maturité des géniteurs n'est assurée qu'à partir d'un minimum de 22 °C, mais une température supérieure est toujours favorable au bon développement des gonades. Les bons résultats de reproduction vont dépendre du choix judicieux des géniteurs. On repère les bonnes femelles reproductrices les plus matures, par la rondeur du ventre bien gonflé mais mou (non ferme). Pour les mâles, il suffit de prendre les plus gros, ce qui signifie très souvent que leurs testicules sont bien développés et pleins de sperme laiteux. Suite à la pesée individuelle de chaque géniteur, on tentera d'équilibrer le poids total des mâles à celui des femelles.

Les femelles matures nécessitent une injection d'hormones pour permettre le «stripping»: libération mas-

sive des ovules par pression manuelle de l'abdomen. Diverses solutions sont possibles:

- utiliser des hormones telle que Ovaprim, produite par l'industrie pharmaceutique Syndel à Vancouver (syndel@syndel.com), à injecter dans le muscle dorsal en dose décisive de 0,5 ml/kg de femelle ou,
- préparer un broyat d'hypophyses de carpe disponible dans le commerce (+/- 300 US \$/g chez Argent, USA: www.argent-labs.com) ou de *Clarias gariepinus* mâles sacrifiés (coût seulement main-d'œuvre locale, cfr. Vidéo Micha (17), mis en solution physiologique (salinité 7 g/l) et à injecter de la même façon à la dose d'une hypophyse par femelle de même poids soit 4 mg d'hypophyse/kg de ♀. L'injection en soirée permet de récupérer des femelles matures, bonnes pour le «stripping» 11 h plus tard soit le lendemain matin à une t° de 25 °C.

Les mâles sont toujours abattus afin de prélever leurs testicules qui sont ensuite broyés pour récupérer la laitance que l'on conserve à sec dans des seringues de 5 à 10 ml maintenues au froid sur un lit de glace jusqu'à la fécondation.

Les femelles sont alors anesthésiées (Quinaldine), strippées et les ovules récupérés à sec (~30.000 ovules/kg de ♀) dans une bassine en plastic. On mélange ensuite la laitance aux ovules puis par addition d'eau, on provoque la fécondation. Après avoir mélangé le tout délicatement pendant 5 minutes, on rince au moins 3 fois pour éliminer l'excédent de sperme et les débris de tissus gonadiques.

Incubation et élevage larvaire

L'incubation des œufs fécondés s'effectue en bouteille de Zoug de 10 l qui peut accueillir 250 à 500 g d'œufs fécondés soit 250.000 à 500.000 œufs/bouteille (1.000 œufs/g) ou plus simplement disposés en couche simple sur le fond d'un aquarium de 200 à 500 l avec circulation d'eau (pompe). Le développement des embryons est très rapide puisque l'éclosion des œufs a lieu après 27 h à t° de 25 °C.

L'élevage larvaire est certainement la phase la plus difficile de l'élevage de *Clarias*. En effet, les œufs étant très petits, leur réserve vitelline est très faible, c'est pourquoi, après l'éclosion, il faut transférer les larves (Tableau 1) dans des claies (L 40 cm x l 40 cm x h 15 cm) disposées dans des auges rectangulaires

Tableau 1

Synthèse des phases d'incubation et d'alevinage du poisson chat africain (J: jour)

J0	Mise des œufs (1.000/g) en bouteille de Zoug de 10 l (quantité: 250 g à 500 g)
J1	Éclosion des œufs et transfert des larves sur claies (35000 l/cl)
J3	Premier repas d' <i>Artémia</i> ou de zooplancton dans les claies
J6 - J8	Passage des larves stockées en claies en circuit fermé (CF1) de 400 l (entre 400 g et 600 g larves/bassin, soit 40 000 à 60 000 larves avec un maximum de 100 000 larves), température comprise entre 24 et 28 °C. ATTENTION AU MANQUE O ₂
J9 - J11	Premier repas d'aliment sec Nippai larval feed SF Initial n° 1
J9 - J16	Sevrage à l'aliment sec
J24	Premier tri (PM = 0.150 g) première grille 4 mm

Tableau 2
Système de calibrage des alevins de poisson chat africain en élevage intensif

Type de circuit	Calibrage des grilles	Poids moyen (g)	Taille (cm)
Circuit Fermé 2	Grille de 4 mm	<0,15 g	4
Circuit Fermé 2 – 3	Grille de 5 ou 6 mm	1.5 et 3	5.5 et 7.5
Circuit Fermé 3	Grille de 7 ou 8 mm	3 et 7	7.5 et 10
Circuit ouvert	Grille de 9 ou 10 mm	5 et 16	9 et 13

en fibre de verre de 320 cm de long et de 40 cm de large, 20 cm de haut (180 l) en circuit fermé et commencer à les nourrir le deuxième jour après l'éclosion soit au J3 après la fécondation. A ce stade, les larves de *Clarias* préfèrent nettement la nourriture vivante en l'occurrence des nauplii d'*Artemia* (400 à 500 µm) ou à défaut du zooplancton (taille ~200 µm) vivant ou congelé dans des bacs classiques à glaçons. Le cinquième jour après l'éclosion soit J6 après fécondation, on transfère les larves des claies dans un premier petit circuit fermé (CF1) constitué d'un bassin de 400 l pouvant contenir 400 à 600 g de larves/bassin soit 40.000 à 60.000 larves avec un maximum de 100.000 larves soit 250 larves/l (t° de 24 à 28 °C). Ce transfert doit se faire avec beaucoup d'attention notamment en ce qui concerne l'oxygène dissous qui doit rester à saturation. Au J9, on commence à distribuer le premier repas d'aliment composé sec (Nippai n° 1, 200 µm) en vue de sevrer les alevins et de les alimenter à l'avenir de granulés de dimension adéquate en fonction de leur croissance et donc de la taille de leur bouche. A partir de ce moment, il devient fondamental de calibrer la taille des alevins (PM: 0,15 g) car le cannibalisme féroce commence, les plus gros dévorant les plus petits. Au J24 après la fécondation (t° ~25 °C), il faut procéder au premier tri afin d'évacuer les plus gros alevins qui ne passeront pas à travers une grille de 4 mm. Ce tri devra être poursuivi à une fréquence de 10 à 15 jours (Tableau 2) et sera accompagné d'un traitement préventif de chaque bassin par baignade à l'oxytétracycline (50 g/m³) éventuellement additionnée en curatif de sel (NaCl: 5 à 7 kg/m³).

L'alimentation des larves de poisson chat africain (Tableau 3) est assurée au départ essentiellement au moyen de nauplii d'*Artemia* en une ration quotidienne continue via une pompe péristaltique à partir d'un distributeur cylindro-conique de 13 l pouvant contenir 800 g de nauplii d'*Artemia* ou via un seau de 9 l alimenté au goutte-à-goutte pouvant contenir 400 g de

nauplii d'*Artemia*. Le taux de conversion alimentaire (équivalent poids sec) est de l'ordre de 0,6.

Tableau 3
Quantités de nauplii d'*Artemia* nécessaire pour nourrir les larves de poisson chat africain pendant leur première semaine

Jours	Larves <i>Clarias</i> (g)	Cystes (g)	Nauplii (g)	Equivalent Poids sec (g)
J3 - J5	100	15	7,5	1,8
J4 - J6	103	27,0	13,5	3,4
J5 - J7	109	38,5	19,3	4,8
J6 - J8	116	46,0	23	5,8
J7 - J9	126	53,8	26,9	6,7
J8 - J10	137	64,0	32	8,0
J9 - J11	150	69,0	34,5	8,6
J10 - J12	165	77,0	38,5	9,6

Le sevrage s'effectue à partir de J9 - J11 jusque J16 - J17 en 2 rations quotidiennes (2 x 12 h) distribuées en continu sur nourrisseurs à tapis d'aliment sec Nippai initial n° 1 en complément d'une distribution décroissante de nauplii d'*Artemia* selon un schéma très précis lié à l'accroissement de la biomasse des larves (Tableau 4). Après cette phase, les alevins vont recevoir uniquement de l'aliment sec dont la dimension et la quantité seront adaptées au poids moyen des alevins à croissance rapide (Tableau 5). Après une cinquantaine de jours, une première partie des poissons (tête de lot) qui atteignent le poids moyen de 8 à 10 g sont triés et mis en grossissement, une seconde partie (milieu de lot) atteindra ce poids moyen une semaine plus tard et enfin le reste (queue de lot) n'atteindra ce même poids moyen que 3 semaines plus

Tableau 4
Sevrage des larves de *C. gariepinus* avec l'aliment sec (Nippai SF n° 1)

Jours	Larves (g)	Cystes (g)	Nauplii (g)	Eq. Poids sec (g)	Nippai initial n° 1 (g)
J9 - J11	104	12	6	1,5	1,5
J12 - J13	109	10	5	1,25	2,5
J14 - J15	115	7	3,5	0,875	3,5
J15 - J16	123	5	2,5	0,625	5,0
J16 - J17	132	3	1,5	0,375	6,0
J17 - J18	143	1	0,5	0,125	7,0

Tableau 5
Caractéristiques de l'aliment sec selon le poids moyen des *C. gariepinus* (CF: circuit fermé)

Bassins	Poids moyen poisson chat (g)	Taux de conversion	Taux de nourrissage en % de biomasse	Type d'aliment
CF1	De 0,1 à 0,5	0,6	10	Nutra 000 (0,4 - 0,7 mm)
CF2	De 0,5 à 1	0,45	7	Nutra 00 (0,6 - 1 mm)
CF3	De 1 à 4	0,5	7	Nutra 0 (0,8 - 1,4 mm) puis Nutra 1 (1,7 mm)
Auges en circuit ouvert	De 4 à 10	0,5	6	Nutra 1, puis granulé: Filia 1 (1,7 mm)

tard. Chaque lot fera l'objet d'une mise en charge séparée pour éviter le cannibalisme.

Au fur et à mesure de cette croissance les larves (PM: 0,1 - 0,5 g) vont passer d'un premier circuit fermé (CF1) à un second circuit fermé (CF2) plus adapté aux alevins (0,5 à 1 g), puis à un troisième circuit fermé (CF3) dont les caractéristiques de volume, de mise en charge, de biomasse finale et de production sont rassemblées au tableau 6. Tous ces circuits fermés doivent être protégés d'une lumière intense (couvert très ombragé) afin de maintenir les alevins de poissons chat dans la pénombre et limiter ainsi leur stress. Au cours de cette croissance, le taux de mortalité reste toutefois très élevé et il faut s'attendre, à partir de 600.000 œufs fécondés placés en incubation, à l'éclosion de 490.000 larves dont 120.000 seulement survivront après une semaine de nourrissage avec *Artemia*.

Un élevage aussi intensif ne peut se faire qu'à condition de contrôler parfaitement l'état sanitaire du stock ce qui implique de maintenir aux poissons un certain confort en maintenant une conductivité égale à 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ par ajout de sel (NaCl) et de le traiter régulièrement par balnéation au moyen de divers produits (formol, oxytétracycline). A l'évidence, la phase la plus délicate de l'élevage de ce poisson chat africain est l'élevage jusqu'au stade 10 g.

L'entretien des circuits est particulièrement important. Les bassins doivent être siphonnés quotidiennement afin d'éliminer les restes d'aliment, les fèces des poissons et les individus morts. Les pompes de recyclage doivent être nettoyées tous les 1 à 2 jours en fonction de la charge en matière organique.

Après chaque cycle (arrêt du circuit fermé), le circuit est vidangé et nettoyé avant d'être mis à sec jusqu'à

la prochaine utilisation (ne pas oublier de vidanger aussi la pompe).

Le redémarrage des circuits fermés se fait au minimum une semaine avant d'y mettre des poissons.

Pour tous les circuits, il faut couvrir les bacs d'élevage afin d'éviter la formation d'algues et de limiter le stress des poissons.

La mise en place de la masse bactérienne dans le système d'épuration du circuit peut être accélérée par l'ajout de Bacta pur à la dose de 50 ml/m³.

Grossissement

De 10 à 250 grammes

Les poissons sont stockés, après un dernier tri (Figure 1), dès qu'ils ont 10 à 12 g dans des bassins en béton de 20 m³ si possible par 20 à 25 000 pièces (1000 à 1200 au m³).

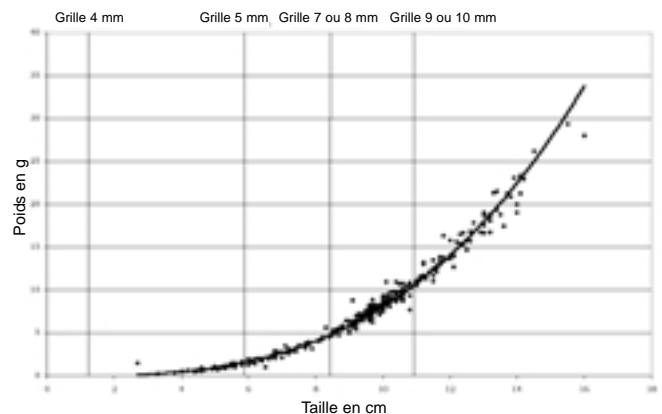


Figure 1: Calibrage des différents stades de poisson chat africain, *C. gariepinus*, en fonction de leur relation poids-longueur.

Tableau 6
Caractéristiques des 3 circuits fermés successifs de production des larves et alevins de *C. gariepinus*

Circuit fermé n°	Mise en charge (kg)	Poids moyens (g)	Biomasse finale (kg)	Production (kg/m ³ /j)
CF 1: 1 bassin 400 l et 1 auge	0,18 - 0,6	De 0,1 à 0,5	10	1
CF 2: 1 bassin 350 l, 2 bassins 300 l, 1 château d'eau 1.000 l	5,5 - 8,5	De 0,5 à 1	24	1,5 - 1,7
CF 3: 5 bassins de 750 l 1 château d'eau de 1.000 l	24 - 87	De 1 à 4	90 - 215	1,4 - 4,6

Au début le niveau d'eau est de ± 20 cm ceci afin de limiter le cannibalisme; il sera remonté au fur et à mesure de la croissance. Il est impératif d'effectuer, en une seule fois, la mise en charge en alevins dans ces bassins en béton. Ces bassins sont alimentés en eau neuve à raison de 5 à 10 m³ par heure.

Les charges maximum en fin d'élevage sont de 250 kg par m³, soit 300 kg par m³.

Les rations alimentaires distribuées en 2 à 3 rations quotidiennes (Tableau 7) sont fixées chaque fin de semaine en fonction des croissances attendues (Figure 2). Le taux de conversion alimentaire (TC) sur ce segment d'élevage est de 0,65 à 0,7, avec un aliment 49/11 (ratio protéines/lipides).

Les poissons peuvent être triés au cours des 75 jours qu'ils passent dans cette infrastructure. Toutefois, pour limiter le stress et les manipulations, on peut se contenter de les trier seulement à la fin de ce cycle d'élevage.

Les productions sont fonctions des mises en charges, mais elles varient entre 1 et 2 kg/m³/jour.

- des bassins de grande taille (16 x 10 x 1 m) d'une capacité de 160 m³ avec mise en charge: 100 kg /m³ (~60.000 pièces), charge finale: 400 kg/m³.

Les poids moyens demandés pour la commercialisation varient entre 800 et 1500 g.

Le temps nécessaire pour atteindre ce poids est de 4 à 5 mois à partir de 250 g.

Ce cycle de production est plus long que celui de collègues Hollandais et résulte d'une température pas toujours optimale, d'une qualité physico-chimique de l'eau variable et de stress lié à l'élevage en plein air.

Le taux de conversion alimentaire est de l'ordre de 1,25 pour l'ensemble du cycle d'élevage. Les productions sont fonction de la mise en charge, mais une production de 2 kg /m³/j est un optimum vers lequel il faut tendre.

L'opération de pêche est une tâche laborieuse, particulièrement dans les bassins de 160 m³. Les poissons sont concentrés grâce à des grilles, filets, ou tout autre moyen et pompés par une grosse vis

Tableau 7

Synthèse des nourritures employées en larviculture et alevinage intensif de poisson chat africain, *C. gariepinus*

Marque	type	Rapport protéines (%) / lipides (%)	Flottant	Pressé ou extrudé	Prix indicatif: Euro/ T
Nippai	Initial feed	54,7/8,5	Non	extrudé	20 000
Trouw	Nutra 000	55/16	Non	extrudé	1 500
Trouw	Nutra 00	54/18	Non	extrudé	1 400
Trouw	Nutra 0	54/18	Non	extrudé	1 400
Trouw	Nutra 1	54/18	Non	extrudé	1 400
Trouw	Filia 1	47/11	Non	Pressé	720
Trouw	Biomeerval 2,3	49/11	Oui	extrudé	760
Trouw	Biomeerval 6	49/11	Oui	extrudé	745

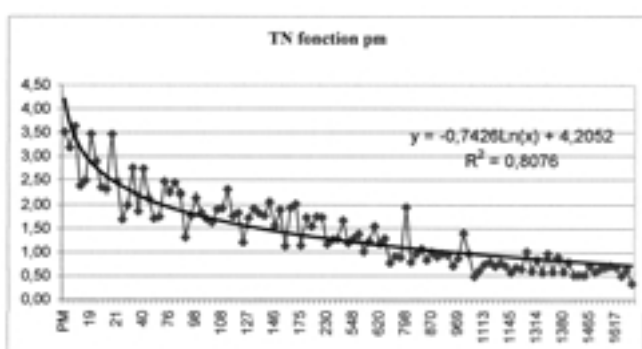


Figure 2: Taux de nourrissage (TN en % de biomasse/j) en fonction du poids moyen (PM en g) du poisson chat africain, *C. gariepinus*. (Y: taux de nourrissage en % de B/j; X: poids moyen en g, Ln: logarithme népérien).

De 250 grammes à la taille marchande

La croissance finale est assurée soit:

- dans des canaux (raceways 360 m³, 90 x 4 x 1 m) avec mise en charge entre des grilles espacées d'une distance réglable entre 2 et 15 m à 150 - 200 kg/m³ (~10.0000 pièces); charge finale: 400 kg/m³,

d'Archimède (40 cm de diamètre) vers une table de tri où les poissons trop petits pour la vente sont retirés et remis en grossissement complémentaire.

Pathologies

Etant donné que cette production est développée à partir d'un cours d'eau, la Meuse, une masse de parasites (jusque 8 spp./l) et de bactéries entre dans la pisciculture.

Les dominantes pathologiques sont: trichodines, flexibacter et tuberculose du poisson.

Les causes du développement de ces deux premières pathologies sont essentiellement liées à la qualité de l'eau et à la température dans les bassins d'élevage. Il est important de rester dans la fourchette 26 - 28 °C et d'éviter au maximum les brusques modifications de cette température.

Par ailleurs, en période de maturité sexuelle, les femelles développent un comportement agressif vis-à-vis des mâles, entraînant parfois la mort de ces derniers par sur-infection des blessures.

Tableau 8
Caractéristiques de croissance du poisson chat africain, *C. gariepinus*, en système intensif et en fonction d'une alimentation optimale (TN: taux de nourrissage, CF: circuit fermé)

	Durée jours	Cumul. jours	Survie (%)	Cumul survie (%)	Poids (g)	Croissance/j attendue	Crois. %/j	TN %B/j	Accroiss. ration (%)	Tri
Ecloserie	0	0			0,0025	0,00	19,4	10		
	8	8	20		0,02					
CF1	0	8			0,02	0,01	8,9	9		
	15	23	30	6	0,1					J+15
CF2	0	23			0,1	0,02	8,3	8		
Et	12	35	60	3,6	0,3	0,05	8,3	7,5		J+12
CF3	25	48			1	0,17	8,3	6,5		J+12
Et	37	60	70	2,5	3	0,40	6,7	5,3		J+12
Auges	52	75	90	2,3	9			4,3		J+15
Bassin 20 m ³	0	75			9	0,86	7,1	4,8		
	7	82			15	1,43	7,1	4,2	52	
	14	89			25	2,14	6,6	3,6	50	J+13
	21	96			40	2,86	5,7	3,3	45	
	28	103			60	2,86	4,1	3,2	40	
	35	110			80	2,86	3,2	2,9	25	
	42	117			100	2,86	2,6	2,8	20	
	49	124			120	3,86	2,9	2,7	16	
	56	131			147	4,29	2,6	2,5	15	J+50
	63	138			177	4,80	2,4	2,5	13	
	73	148	90	2,0	225			2,3	12	
Canal 360 m ³	0	148			225	3,33	1,3	2,3		
Bassin 160 m ³	15	163			275	5,00	1,6	1,9	13	
	30	178			350	6,00	1,5	1,5	5	
	45	193			440	6,00	1,2	1,25	5	
	60	208			530	6,00	1,0	1,17	10	
	75	223			620	7,00	1,0	1,1	10	
	90	238			725	7,00	0,9	1,05	10	
	105	253			830	7,00	0,8	1	10	
	120	268			935	7,00	0,7	0,95	7	
	135	283			1040	10,67	1,0	0,87	2	
	150	298	90	1,8	1200			0,65	-10	

Les traitements classiquement appliqués sont: bains de sel: 7 kg/m³, formol: 100 ppm, oxytétracycline: 30 g/m³, permanganate de potassium: 1 ppm. Les débits d'eau sont coupés au cours du traitement pendant 3 à 4 heures.

Elevages en circuits fermés

La majorité des fermes actuelles de poissons chats africains qui fonctionnent en circuits fermés sont des unités familiales produisant 200 à 250 tonnes par an. Elles se sont développées aux Pays-Bas (11, 12), en Hongrie, et très récemment au Nigeria et en Afrique du Sud. Il s'agit généralement de pisciculture assurant le revenu principal de la famille.

Bassins

Les bassins de grossissement en polyester sont généralement de petites tailles de 6 à 12 m³. Ces bassins représentent la vente d'une semaine par exemple.

Ils sont surélevés, et munis d'une trappe, de manière à récupérer les poissons par gravité dans un panier récolteur; de là ils sont transportés vers une unité de tri.

Ces bassins forment des modules: 6 à 12 bassins par exemple pour un bio-filtre

Circulation de l'eau

L'eau est re-circulée en permanence; le taux de renouvellement est de l'ordre de 5 à 10 %/j. Des

pompes de circulation assurent deux circulations par heure du volume d'eau de chaque bassin.

Filtration

L'ensemble du débit passe par un décanteur lamellaire, ou par un filtre mécanique (rotatif ou autre) avant de ruisseler sur le filtre bactérien, ce dernier de type semi-humide est presque toujours constitué de masses en plastique (gainés diam. 25 mm coupée en tronçon de +/- 30 mm de long) ou mieux, de plaques parallèles formant des chicanes (bio-bloc).

Le rapport volume surface de ce type de substrat est de 200 à 300 m²/m³.

En circuit fermé, on considère qu'il faut entre 40 à 200 m² de bio-filtre (1) par kg de nourriture distribuée par jour. Ceci est fonction du taux de protéine de l'aliment et du type et de la taille des poissons élevés. Le processus de dégradation des protéines s'arrête au niveau nitrates.

L'eau de dilution est récupérée dans un étang extérieur au circuit fermé, où elle est lagunée.

Prophylaxie

Aucun moyen de désinfection n'est employé: ni ozone, ni UV. Seule une hygiène stricte, et un contrôle rigoureux de toute matière et de poissons entrant dans le système d'élevage est assuré.

PH

Le pH a tendance à diminuer fortement suite au métabolisme des poissons et des bactéries, il est compensé en permanence par l'ajout de bicarbonate de soude.

Oxygène

L'eau à la sortie des filtres semi-humides est saturée à 99 % en O₂. Etant donné la très forte densité d'élevage qui conduit à une DBO élevée dans les bassins, la concentration en oxygène dissous dans ces derniers est proche de 0 ppm. Toutefois, aucune oxygénation complémentaire n'est faite car les *Clarias gariepinus* peuvent respirer directement l'O₂ de l'air grâce à leur appareil respiratoire accessoire.

Energie

Du fait de la bonne isolation des bâtiments, et de l'énergie calorifique produite par les moteurs, les poissons, les bactéries, seul le débit de dilution est réchauffé à la température d'élevage, soit 27 à 28 °C.

Un renouvellement d'air est assuré en permanence.

L'énergie totale nécessaire à ce type de production est de l'ordre de 2,3 KW par kg de poisson produit.

Poissons

La plupart des éleveurs ne produisent pas leurs alevins, ils les achètent à une taille de 7 à 10 g pour un

prix de ± 0,10 Euro/pièce auprès de pisciculteurs spécialisés dans la reproduction, la larviculture et l'alevinage. Ces poissons seront triés deux à trois fois avant leur commercialisation. La production se fait à sexes mélangés, la triploïdisation n'est pas appliquée. La commercialisation doit se faire avant le développement des gonades des femelles pour éviter les pertes de rendement au filetage (Tableau 9).

Tableau 9

Comparaison du rendement (%) en filets de souche sauvage et de souche d'élevage du poisson chat africain, *Clarias gariepinus*

Produits	Souche élevage		Souche sauvage	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Tripes	5,3	3,3	6,5	5,2
Gonades	0,6	17,7	0,2	2,9
Peau	5,0	5,2	5,3	4,6
Filets	46,7	38,9	44,2	44
Carcasse	42,4	38,9	43,8	43,3

Production

La productivité d'un tel élevage est de l'ordre de 3 kg/m³/jour. Le facteur essentiel est de pouvoir sortir le poisson prêt à la vente de manière constante, cela afin d'éviter les à-coups sur le filtre bactérien. Il est possible de réaliser deux cycles par an, la production est de ± 6 fois le stock moyen.

L'alimentation est assurée avec des granulés extrudés flottants à rapport protéines/lipides de: 42/7, 49/11 ou 49/20. Les taux de conversion alimentaire sont de l'ordre de 0,8 sur l'ensemble du cycle. Le poids marchand de ce poisson chat africain est de 800 à 1500 g.

Coût de production

La plupart des éleveurs qui sont des indépendants travaillant en famille (11, 12) ont un coût de production de l'ordre de 1,20 Euro/kg, transport compris jusqu'à l'usine de transformation (filetage).

Transformation

Les poissons sont mis à jeun et dégorgés pendant 3 jours avant d'être livrés vivants à l'abattoir. L'abatage se fait par passage dans un tambour rotatif dans lequel est injecté de la glace.

Le rendement filet est variable selon les souches (Tableau 9) mais aussi d'un éleveur à l'autre, et dépend largement de l'état de maturité sexuelle des poissons. Il est impératif de sortir les *Clarias* avant que les masses ovariennes ne soient constituées: 6 à 8 mois dans ce type d'élevage. Un rendement de 42%, pour du filet sans peau, est une moyenne en-dessous de laquelle les transformateurs ne veulent pas descendre. Ceci met le filet de *Clarias* rendu chez les grossistes entre 5 et 5,50 Euro/kg.

Composition alimentaire

La qualité alimentaire des filets produits apparaît évidente à l'examen des tableaux 10 et 11 qui démontrent un très bon taux en protéines (18 - 21 %) avec un bon équilibre des différents acides aminés ainsi qu'un taux très faible en lipides (2 - 4) constitués notamment d'acides gras mono (MUFA) et poly-insaturés (PUFA). Ce type de filet de poisson chat peut donc être considéré comme un excellent produit diététique ce qui contribue notamment à son succès en Europe où la lutte contre les maladies cardiovasculaires par une meilleure alimentation devient une nécessité absolue.

Tableau 10
Composition alimentaire des filets de poisson chat africain, *Clarias gariepinus*

Éléments	Unités	Filets sans peau
Eau	%	75 - 80
Protéines	%	18 - 21
Lipides	%	2 - 4
Minéraux	%	0,5 - 1,5
Energie	KJ/g	4-6
Calcium	mg/kg	200
Phosphore	mg/kg	2000
Fer	mg/kg	10
Sodium	mg/kg	1000
Potassium	mg/kg	3000
Vitamines A	mg/kg	0,4
B1	mg/kg	0,5
B2	mg/kg	2,5

Développement

Etant donné le prix fort élevé du poisson chat africain, *Clarias gariepinus*, sur les marchés de différentes grandes villes d'Afrique (Kinshasa: 2 à 3 €/kg, Cotonou: 2 €/kg, Lomé: 2,5 €/kg...), ce type de petites entités familiales pourrait être un modèle intéressant et rentable à développer localement. Il est assez modulable et pourrait être facilement adapté à diverses conditions locales. Il n'est en effet pas nécessaire de vouloir atteindre le maximum de biomasse (400 kg/m³) ni de production (2 kg/m³/j), ni de nourrir les poissons avec un aliment au taux optimum de 49% de protéines. Les aquaculteurs africains qui commencent à devenir de plus en plus nombreux devraient faire preuve de plus d'initiatives et de mises au point locales pour développer leurs propres productions en adaptant aux moyens du bord diverses techniques maintenant bien connues de l'élevage de ce remarquable poisson dont l'élevage se développe plus en Europe, Asie et Amérique latine que dans son

« Afrique natale », ce qui est quand même un peu paradoxal.

Tableau 11
Composition (%) en acides aminés et en acides gras (7) des filets de poisson chat africain, *Clarias gariepinus*

Acides aminés	% des AA totaux	Acides gras (AG)	% des AG totaux
Asp	8,4	C14:0	1,7
Glu	3,2	C16 :0	26,6
Ser	3,5	C18 :1 ω7	5,3
Gly	4,3	C18 :0	6,5
His	1,9	C18 :1 ω9	35,3
Arg	6,1	C18 :2 ω6	6,6
Tre	4	C18 :3 ω3	2,2
Ala	5,2	C18 :3 ω4	0,4
Pro	3	C20 :3 ω6	1,9
Tyr	3	C20 :4 ω6	1,1
Val	3,8	C20 :5 ω3	0,4
Iso	3,6	C22 :0	1,1
Leu	6,4	C22 :5 ω3	0,5
Phe	3,3	C22 :6 ω3	1,9
Lys	10,2	MUFA	45,1
Met	2,7	PUFA	15,7
Hyd-Pro	0,4	ω3/ ω6	0,5

Remerciements

Nous tenons à remercier M. D. Van Acker du CIME, FUNDP pour toutes les photos illustrant cet article et tous les ouvriers de Piscimeuse qui ont aimablement patienté pour pouvoir tirer ces photos.



Photo 1: Ecloserie en circuit fermé: dans le fond, batterie de bouteilles de Zoug au-dessus du filtre bactérien pour l'éclosion des œufs et château d'eau et à l'avant plan, bacs de larviculture avec leurs claies

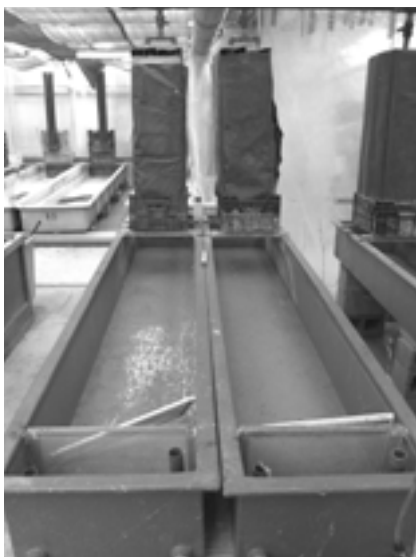


Photo 2: Deux bassins de circuit fermé n° 2 (CF 2) avec leur tour d'épuration



Photo 3: Batterie de bassins du circuit fermé n° 3 (CF 3) avec tour d'épuration et château d'eau à l'arrière plan



Photo 4: Auges d'alevinage en circuit ouvert avec tour de dégazage et tuyau échangeur de chaleur



Photo 5: Ensemble de bassins en béton de 20 m³ avec nourrisseur pendulaire à la demande



Photo 6: Bassin en béton de 20 m³ avec tour de dégazage et nourrisseur pendulaire



Photo 7: Partie de canal (raceway) avec doseurs volumétriques de distribution automatique d'aliments et concentration des poissons chats en attente de cette distribution



Photo 8: Canal complet de 360 m³ (raceway) avec grilles de séparation (10 à 12.000 poissons entre 2 grilles) et système de distribution automatique d'aliments (à droite)



Photo 11: Tri des poissons chats vivants avec bac de récolte pour le transport



Photo 9: Opération de tri (grilles de 6 cm) et de concentration des poissons chats pour préparer la récolte par vis d'Archimède



Photo 10: Récolte et tri final des poissons chats pour la commercialisation: vis d'Archimède, toboggan, table d'égouttage et de triage

Références

1. Bovendeur J., Eding E.H. & Henken A. M., 1987, Design and performance of a water recirculation system for high-density culture of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture*, 63, 329-353.
2. De Graaf G. & Janssen H., 1996, Artificial reproduction and pond rearing of the african catfish, *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa. FAO Fisheries Technical paper 362, FAO, Rome, 73 p.
3. de Kimpe P. & Micha J.-C., 1974, First guidelines for the culture of *Clarias lazera* in Central Africa. *Aquaculture*, 4, 227-248.
4. Frank V. & Micha J.-C., 1975 - Biologie des principales espèces utilisées en pisciculture africaine. Symposium FAO, CIFA, SR 8, 39 p.
5. Gilles S., Dugué R. & Slembrouck J., 2001, Manuel de production d'alevins du silure africain, *Heterobranchus longifilis*. Maisonneuve et Larose, Paris, 128 p.
6. Hecht T., Uys W. & Britz P.J. (editors), 1998, The culture of sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* in southern Africa. South African National Scientific Programmes Report n° 153. Pretoria, South Africa, 133 p.
7. Hoffmann L.C., Prinsloo J.F. & Casey N.H., 1992, The potential of marketing the African catfish, *Clarias gariepinus*, as a health product. *Aquaculture* 92. Proceedings of the Aquaculture Association of southern Africa, 1, 144-148.
8. Hogendoorn H., 1979, Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C&V). I. Reproductive biology and field experiments. *Aquaculture*, 17, 4, 323-333.
9. Hogendoorn H., 1980, Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C&V). III. Feeding and growth of fry. *Aquaculture*, 21, 233-241.
10. Hogendoorn H., 1981, Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C&V). IV. Effect of feeding regime in fingerling culture. *Aquaculture*, 24, 123-131.
11. Ijzerman H.C.A., Hoogland J.P., Boon J.H. & de Wit W., 1995, Quality costs in intensive fish culture: an analysis of African catfish farms in The Netherlands. *Aquaculture International*, 3, 226-235.
12. Kamstra A. & van der Heul J.W., 1998, Een vergelijking van zes commerciële afmestvoeders voor Afrikaanse meerval. RICO-DLO rapport C053/98. Ijmuiden, The Netherlands, 13 p.
13. Micha J.-C., 1973, Etude des populations piscicoles de l'Ubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture. Edit. C.T.F.T., Paris, 110 p.
14. Micha J.-C., 1974a, La pisciculture africaine. Espèces actuelles et espèces nouvelles, 163-197, in Ruwet: Zoologie et Assistance Technique. Edit. Fulreac, Liège, 381 p.
15. Micha J.-C., 1974b, Fish population study of Ubangui river: trying local wild species for fish culture. *Aquaculture*, 4, 85-87.
16. Micha J.-C., 1975, Synthèse des essais de reproduction, d'alevinage et de production chez un silure africain, *Clarias lazera*. Symposium CIFA, 75 SE 5, FAO, Rome, 23 p. et Bull. Franç. de pisciculture, 256, 77-87.
17. Micha J.-C., 2001, La reproduction artificielle du Clarias africain. Vidéo, 15 min. Artificial reproduction of african catfish. CIME, FUNDP, Namur, Belgium.

Ducarme Ch., belge, Licencié en sciences zoologiques, Directeur de Piscimeuse, Tihange, Chemin de la Justice, 8b, B-4500 Tihange, Belgique.

Micha J.-C., belge, Docteur en sciences biologiques, Professeur d'Ecologie aux FUNDP à Namur et à l'UCL à Louvain-La-Neuve, Belgique, URBO, FUNDP, rue de Bruxelles, 61, B-5000 Namur, Belgique.

Effect of Plant Spacing in the Nursery on the Production of Planting Materials for Field Establishment of Vetiver Grass

S.C. Jimba^{1*} & A.A. Adedeji²

Keywords: Vetiver grass- Nursery- Planting material

Summary

A study was conducted between June and October, 2001, at the Teaching and Research Farm of the University of Ibadan (7° 24' N, 3° 54' E), Nigeria, to evaluate the effect of plant spacing in the nursery on the growth of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.) so as to determine the optimum plant spacing in the nursery for the production of planting materials for field establishment. Four spacings, 20 x 30 cm², 15 x 40 cm², 20 x 40 cm² and 40 x 40 cm², were replicated four times and laid out in a randomized complete block design. Treatment plots measured 4 m x 4 m. Per stand, two vetiver tillers were planted on flat seedbeds. Parameters assessed included plant height, dry matter yield and tiller production. Shoot, root and total plant dry matter and tiller count were measured at 16 weeks after planting (WAP). Spacing had no effect ($P < 0.05$) on plant height but impacted very significantly ($P < 0.01$) on root, shoot and total plant dry matter production, which increased with wider spacing. In a spatial context, dry matter yield per hectare was least in the widest spacing. Spacing had no effect ($P < 0.05$) on number of tillers produced per planted tiller (multiplication rate) but it had a very significant effect ($P < 0.01$) on the number of tillers produced per unit area. The closest spacings, 20 x 30 cm² and 15 x 40 cm², which gave the highest number of tillers per hectare (203.3 x 10⁴ and 196.7 x 10⁴, respectively), were recommended for production of planting materials in the nursery.

Résumé

Etude de l'influence des écartements en pépinière sur la production du matériel de plantation de Vétiver

Une étude a été réalisée entre juin et octobre 2001 à la station de recherche de l'Université d'Ibadan (7° 24' N, 3° 54' E) au Nigeria pour déterminer les écartements en pépinière assurant la meilleure croissance du vétiver (*Vetiveria zizanioides* L.) et permettant de produire du bon matériel destiné à la plantation en champs. L'essai a été effectué en quatre répétitions, un dispositif en blocs (des billons plats mesurant 4 x 4 m²) aléatoires complets avec quatre écartements (20 x 30 cm², 15 x 40 cm², 20 x 40 cm² et 40 x 40 cm²). Le vétiver a été planté à raison de deux talles par poquet. Les paramètres étudiés, (la taille des plants, la production en matière sèche et le nombre de talles), ont été évalués 16 semaines après plantation (SAP). Les résultats obtenus montrent que l'écartement n'a pas un effet significatif ($P < 0,05$) sur la taille des plants. Par contre, un effet très significatif ($P < 0,01$) des écartements a été observé sur le nombre de racines, le nombre de talles ainsi que la matière sèche totale. Cette différence significative augmente avec la taille des écartements. De plus, il a été constaté que la quantité de matière sèche produite par hectare était inversement proportionnelle à la taille des écartements. En outre, il a été observé que les écartements n'avaient pas d'effets significatifs ($P < 0,05$) sur le nombre de talles produit par talles plantés alors qu'ils influençaient significativement ($P < 0,01$) le nombre de talles produit par unité de surface. Les plus petits écartements (20 x 30 cm² et 15 x 40 cm²), qui ont produit le plus grand nombre de talles (respectivement 203,3 x 10⁴ et 196,7 x 10⁴ talles) par hectare sont à recommander en pépinière pour la production du matériel de plantation de vétiver.

Introduction

Of Africa's total land area of three billion hectares, 60% or 1.8 billion hectares suffers the risk of accelerated erosion due to various types of soil abuse especially when appropriate soil and water conservation

measures are not taken (7). Though there are as yet no quantitative estimates on a national scale of the extent of erosion in Nigeria, the fact of its occurrence, growing spread and intensity is not, by any means, in

¹ ICP Physical Land Resources, University of Ghent, Coupure Links 653, B- 9000 Gent, Belgium. Email: Samuel.Jimba@rug.ac.be.

² Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

*Corresponding author.

Received on 11.04.02. and accepted for publication on 28.07.03.

doubt. Nigeria currently accounts for 15% of Africa's population and has a relatively high population density of 228 per square kilometer as against the world's average of 75 per square kilometer (12). Its population growth rate of 2.8% is high compared to the world's average of 1.3% (13).

Given its relatively high population growth rate its land resources are increasingly under pressure to produce substantial amounts of food to sustain the growing population. This profoundly increases the probability of land overuse and the tendency for poor soil management. Given the high erodibility of Nigerian soils (1, 2, 3) poor soil management will ultimately result in accelerated soil erosion. A large proportion of plant nutrients for arable crop growth are contained in the top soil, hence, soil erosion constrains soil fertility and impoverishes the soil's physical structure. Soil erosion impacts negatively on crop yield, environmental quality and socio-economic development of developing nations (4). To curb physical land degradation and maintain soil productivity on a sustainable basis, the use of vegetative soil and moisture conservation measures that are cheap, replicable, sustainable and effective are required. According to the World Bank (20), strips of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.) as a phytoremedy to soil erosion have demonstrated superiority over other measures in a wide range of climatic environments. Vetiver grass is a tropical plant (3) belonging to the family *Graminae* (*Poaceae*), subfamily *Panicoideae* (*Andropogonidae*), tribe *Andropogoneae*, subtribe *Sorghinae* (6). It grows in a wide range of climatic environments (18) but grows luxuriantly in areas with

filter against runoff and soil wash. The network of its roots increases the resistance of the soil to erosion because the roots increase the soil's shear strength by 30 - 40% (17).

Though Nigeria is one of several countries in the tropics that the cultivated *Vetiveria zizanioides* is known to exist (19), its potential for soil conservation had not been recognized (14). The vetiver technology is now being introduced in Nigeria. However, the use of the grass in the field for soil conservation is being constrained by its low availability (2). There is, therefore, the urgent need to raise planting materials in nurseries for intending users. Nursery plants are sufficiently developed for field establishment at 16 weeks after planting (22). Plant spacing is known to impact on growth and production of tillers in vetiver grass in the nursery (10, 22). Depending on soil and climate, intra- and inter-row spacings of 15 - 40 cm and 30 - 40 cm, respectively, have been adopted in nurseries (4). This study was carried out to determine the optimum plant spacing in the nursery for the production of planting materials in the humid region of Nigeria for field establishment.

Material and methods

The study was conducted at the Teaching and Research Farm of the University of Ibadan, Nigeria, from June to October 2001. Ibadan is located at 7° 24' N and 3° 54' E with an altitude of 122 m above sea level. The weather data covering the duration of the study are presented in Table 1.

Table 1
Weather data for Ibadan, Nigeria, for the months of June to October 2001

Month	Total rainfall (mm)	Total evaporation (mm)	Mean wind speed (km/h)	Solar radiation (MJ/m ² /day)	Temperature (°C)			Relative humidity (%)			Rainy days*
					Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
Jun	260.5	92.3	1.8	12.11	22.1	28.7	25.4	79	99	89	22
Jul	242.1	89.7	1.8	11.95	21.6	28.4	25.0	75	99	87	16
Aug	251.7	88.9	1.8	10.35	21.4	27.8	24.6	77	99	88	14
Sept	236.2	116.9	1.9	13.11	22.1	29.5	25.8	72	99	85	20
Oct	103.8	135.8	1.8	15.35	22.1	30.8	26.4	64	99	81	9

Rainy day = rainfall > 0.2 mm

Source: Agroclimatology Unit of the International Centre for Tropical Agriculture, Ibadan.

an annual rainfall of 1,000 to 2,000 mm at temperatures ranging from 21 °C to 44.5 °C (19). Of the 12 and about a 100 cultivars of vetiver grass (6), it is the cultivated variety of *Vetiveria zizanioides* that is recommended for soil and water conservation (20). This specie appears in a dense clump of about 30 cm diameter and grows fast through tillering. The culm can grow to a height of about 3 m and the roots to a depth of more than 3 m (4). Once planted in a hedge row, the culms form a dense hedge which acts as a

According to the local classification system of Smyth and Montgomery (15) the soil used for the study belongs to the Iwo series. USDA classified it as an Oxic Paleustalf (16). The physico-chemical properties of the soil are presented in table 2.

The land was ploughed and harrowed prior to planting in order to obtain a seedbed with fine tilth. Inorganic fertilizer, NPK 15-15-15, was applied to the soil at the rate of 30 kg N.ha⁻¹ after ploughing and was worked into the soil during harrowing.

Table 2
Physico-chemical properties of the soil used for the study

Parameter	Remark
pH (KCl; 1:1)	6.0
Organic carbon (%)	1.54
Organic matter (%)	2.79
Total nitrogen (g.kg ⁻¹)	5.88
Available phosphorus (mg.kg ⁻¹)	16.48
Exchangeable potassium (Cmol.kg ⁻¹)	5.71
Fine sand (g.kg ⁻¹)	42
Coarse sand (g.kg ⁻¹)	782
Silt (g.kg ⁻¹)	100
Clay (g.kg ⁻¹)	76
Texture	loamy sand
Bulk density (mg.m ⁻³)	1.53
Total porosity	0.42

Four plant spacings constituted the treatments, viz, 20 x 30 cm², 15 x 40 cm², 20 x 40 cm² and 40 x 40 cm², corresponding to plant populations of 166,667; 166,667; 125,000 and 62,500 per hectare, respectively. Even though the first and second spacings have the same number of plants per hectare, the justification for the inclusion of both is based on the observation of Yoon (22) that both intra- and inter-row spacings influence plant growth and production of tillers in vetiver grass. The first and second values describing each spacing indicate the intra- and inter-row spacings, respectively (for instance, the intra- and inter-row spacings in the first treatment are 20 cm and 30 cm, respectively). The treatments were replicated four times and laid out in a randomized complete block design. Treatment plots measured 4 x 4 m² with an inter-plot spacing of 1 m.

For planting material, four month old tillers were obtained from a vetiver nursery 0.5 m away from the location of the experiment. They were topped at 20 cm and roots cut at 15 cm and planted at two tillers per stand as recommended by Hanping (9) for good establishment of vetiver grass in the humid tropics.

Planting was done at the beginning of the rainy season in order to minimize moisture stress and irrigation requirement. Weeding was done twice at four and ten weeks after planting (WAP).

Parameters assessed were plant height, tiller production and dry matter yield. Plant height measurements of 10 randomly selected plants (excluding border row plants) from each treatment plot were taken biweekly until 16 WAP, the age at which plants are sufficiently mature for field establishment (22). At 16 WAP, a count of the number of tillers produced per planted tiller was conducted. Ten plants from each plot were randomly selected and dug out for root length measurement and dry matter analysis. The selection excluded border rows. The roots of dug-up plants were washed under a gently running tap and severed from the shoots. The dry matter yield of roots and shoots was obtained by oven drying at 65 °C for three days, which enabled computations of dry matter yield per plant and per hectare, respectively.

Data were subjected to analysis of variance following the specifications of Gomez and Gomez (8) and means were separated using the Duncan multiple range test (DMRT).

Results and discussion

There were no significant differences in plant height among spacings for the period of evaluation (Table 3).

Thus, spacing did not impact on plant height. Plant height at 16 WAP ranged from 100.2 cm to 105.7 cm.

On the contrary, significant differences were found in dry matter yield. Both shoot and root dry weights increased with spacing (Table 4).

For shoot dry weight at 16 WAP, the widest spacing of 40 x 40 cm² gave the highest shoot dry weight. The 20 x 30 cm² spacing had the lowest shoot dry weight of 12.92 g.plant⁻¹, which was, however, not significantly different ($P < 0.01$) from that of the 15 x 40 cm² spacing, which had 14.32 g.plant⁻¹. The 20 x 40 cm² spacing had a higher value, though not significantly, than the 15 x 40 cm². For dry root weight, the widest spacing (40 x 40 cm²) maintained its superiority over the 20 x 30 cm² and 15 x 40 cm² spacings but unlike in shoot

Table 3
Effect of plant spacing on plant height (cm) of vetiver grass

Spacing (cm)	Weeks after planting							
	2	4	6	8	10	12	14	16
20 x 30	35.1a	47.3a	62.1a	73.4a	85.1a	92.0a	97.0a	100.2a
15 x 40	34.3a	46.0a	63.0a	75.1a	83.1a	91.5a	96.5a	103.4a
20 x 40	36.8a	45.9a	65.4a	77.5a	86.3a	93.3a	98.3a	104.1a
40 x 40	33.2a	48.5a	67.1a	80.0a	89.2a	93.9a	98.9a	105.7a
cv (%)	8.5	8.0	7.8	9.2	7.7	6.6	4.3	5.9

Means followed by the same alphabet in a column are not significantly different ($P = 0.05$)

Table 4
Effect of plant spacing on dry matter yield of vetiver grass at 16 weeks after planting

Spacing (cm)	Dry matter (DM) yield			
	Shoot g.plant ⁻¹	Root g.plant ⁻¹	Total plant g.plant ⁻¹	Total DM kg.ha ⁻¹
20 x 30	12.92 _c	6.24 _b	19.16 _c	3193.3 ^a
15 x 40	14.32 _{bc}	6.60 _b	20.92 _{bc}	3486.7 ^a
20 x 40	20.32 _b	7.50 _{ab}	27.82 _b	3477.5 ^a
40 x 40	28.57 _a	9.30 _a	37.80 _a	2362.5 ^b
cv (%)	13.5	9.7	9.8	12.7
LSD (P= 0.01)	7.8	2.3	7.9	-
LSD (P= 0.05)	-	-	-	79.6

Means followed by different subscripts and superscripts in a column are significantly different at P= 0.01 and P= 0.05, respectively.

dry weight, it did not differ significantly from the 20 x 40 cm² spacing.

Given that shoot dry weight ranged twice to thrice that of root dry weight, it contributed more to total plant dry weight, hence, the differences among treatments for total plant dry weight followed a similar trend as that of the shoot dry weight. The values increased with spacing, though there were no significant differences between the 20 x 30 cm² and 15 x 40 cm² and between 15 x 40 cm² and 40 x 40 cm² spacings, respectively. The results for dry matter yield indicate that wider spacing produces higher dry matter per clump as has been reported by the Vetiver Information Network (19) when intra-row spacings of 15 and 30 cm were compared. The total plant dry matter was multiplied by the number of stands per hectare to obtain the dry matter yield per hectare. There were no significant differences (P< 0.05) among the closest spacings for dry matter yield. The closest spacings had higher dry matter yield than the widest spacing. Whereas the effect of spacing on dry matter yield of individual plants was highly significant (P< 0.01) its effect on dry matter yield per unit area was only significant at 5% probability level.

Spacing had no effect on the multiplication rate of individual tillers but impacted on the number of tillers produced per unit area (Table 5).

The multiplication rate ranged from 5.9 to 6.4. Xuhu (21) reported a range of 3.48 to 6.15 in vetiver grass. On a unit area basis, number of tillers per hectare drastically decreased with spacing. The two closest spacings, 15 x 40 cm² and 20 x 30 cm², produced the highest number of tillers per hectare. That spacing influenced total plant dry matter but had no effect on

Table 5
Effect of plant spacing on tiller production in vetiver grass at 16 weeks after planting

Spacing (cm)	Number of tillers	
	Tillers/planted tiller	Tillers/ha (x 10 ⁴)
20 x 30	6.1a	203.3a
15 x 40	5.9a	196.7a
20 x 40	6.4a	160.0b
40 x 40	6.3a	78.8c
cv (%)	3.5	2.9
LSD (< 0.01)	-	13.9

number of tillers per planted tiller at 16 WAP, indicates that the higher dry matter produced in wider spacings was not utilized in tiller production.

As spacing influenced dry matter production but had no effect on plant height, it is suggested that wider plant spacing afforded better plant vigour. This is corroborated by the report of Intaphan *et al.* (10) that wider spacing in vetiver grass enhanced plant vigour.

Conclusion

The results obtained show that individual plants fare better at wider spacing, but closer spacing produces higher number of tillers per unit area. Among the spacings tested, the two closest spacings, 15 x 40 cm² and 20 x 30 cm², are recommended for the production of planting materials in the nursery because from the results obtained, they yielded the highest tiller production per unit area and is suitable for rapid multiplication of vetiver grass.

Literature

1. Aina P.O., Lal R. & Taylor G.S., 1976, Soil and crop management in relation to soil erosion in the rainforest of western Nigeria. Soil Cons. Soc. Am. Special publ., Ankeny, Iowa, p. 75 - 82.
2. Babalola O., 2000, Soil management and conservation in Nigeria, *in*: University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, Agronomy in Nigeria, p. 216 - 222.
3. Chaipattana Network Webmaster, 1996, http://www.chaipat.or.th/vetiver/vetiver_e.html
4. Greenfield J.C., 1989, Vetiver grass (*Vetiveria* spp.), The ideal plant for vegetative soil and moisture conservation. World Bank, 58 p.
5. Lal R., 1976, Soil erosion problems on an alfisol in western Nigeria and their control. IITA monograph #1, Ibadan, Nigeria.
6. Mekonnen A., 2000, Handbook on vetiver grass technology: from propagation to utilization, for Ethiopia. <http://www.vetiver.com/ETH-handbook.htm>.
7. FAO, 1990, The Conservation and rehabilitation of african lands: An International Scheme. Publication N°. Arc 9014. FAO, Rome
8. Gomez K.A. & Gomez A.A., 1984, Statistical procedures for agricultural research. 2nd ed. John Wiley & Sons. 680 pp.
9. Hanping X., 1997, Observations and experiments on the multiplication, cultivation, and management of vetiver grass conducted in China in the 1950's. The Vetiver Newsletter, 18, 18 - 22.
10. Intaphan P., Boonches S. & Vathatum S., 1997, Study of optimum rows and different plant spacings of vetiver grass for soil erosion control on sloping land. The Vetiver Network, 17, 39.
11. Juliard C.L., 2000, Best practices - establishing a natural vetiver diffusion program: example of Madagascar, a country eroding into the sea. The Vetiver Network, 21, 29 - 35.
12. Population Reference Bureau, 2003a, Country Fact Sheets. http://www.prb.org/pdf/Nigeria_Eng.pdf
13. Population Reference Bureau, 2003b, 2002, World Population Data Sheet, http://www.prb.org/pdf/WorldPopulationDS02_Eng.pdf
14. Randev H.S., 1995, Vetiver grass technology in Nigeria, *in*: Grimshaw, R.G. & Helfer L. (eds). Vetiver grass for soil and water conservation, land rehabilitation and embankment stabilization. World Bank Tech. Paper, 273, 145 - 146.
15. Smyth A.J. & Montgomery R.F., 1962, Soils and land use in central western Nigeria. Govt. of western Nigeria Press, 265 pp.
16. Soil Survey Staff, 1975, Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Agric. Handbook, 436 pp.
17. The Vetiver Network, 2003, http://www.vetiver.com/TVN_frontage_english.htm
18. Truong P., 2001, Vetiver Grass Technology: A tool against environmental degradation and desertification in Iberia. <http://www.inpeco.pt/eng/environment/vetiver/vetiver.html>
19. Vetiver Information Network, 1992, Vetiver newsletter. #8. World Bank, 22 p.
20. World Bank, 1990, Vetiver Grass: The hedge against erosion. 3rd ed. Washington, DC. 78 p.
21. Xuhu C., 1997, Effects of applying fertilizer to vetiver grass for erosion control. Vetiver Newsletter, 17, 22 - 26.
22. Yoon P.K., 1993, A look-see at vetiver grass in Malaysia, Part 2: Establishment and management of quality vetiver hedgerows. Vetiver Information Network. 53 pp.

S.C. Jimba, Nigerian, B.Agr. (Crop/ Soil Science), M.Sc. (Agronomy), Assistant Lecturer, ICP Physical Land Resources, University of Ghent, Coupure Links 653, B- 9000, Gent, Belgium. Email: Samuel.Jimba@rug.ac.be

A.A. Adedeji, Nigerian, B.Sc., (Agric.), M.Sc. Student in the Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

The International Agricultural Centre in Wageningen (The Netherlands) organises courses for people in agricultural development around the world. One of the courses is

Design, Analysis and Management of Urban Agriculture for Resilient Communities

to be held from January 12-23rd, 2004 in Wageningen, The Netherlands, and co-organised with the Resource Centre on Urban Agriculture and Forestry (RUAF) of the ETC-Foundation (www.etcint.org and www.ruaf.org). The course is for people from NGO's, private and public sector involved in urban agriculture for poverty alleviation and management or even re-vitalization of new and old cities. It discusses practical cases and theoretical backgrounds to the problems and opportunities of integration of urban agriculture in sustainable urban development. It also provides methodologies and participatory approaches to assist participants in preparing action plans for their own conditions. The range of specialists and experience represented by the organizers and the participants themselves guarantees access to up to date information and networks.

Other courses are organised on
dairy development (March 2004)
analysis and design of agricultural systems (April 2004)
organic farming (June / July 2004)

For more information and suggestions on this and other courses please contact hans.schiere@wur.nl or from www.iac.wur.nl.

Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso

S. Ouédraogo¹

Keywords: Central plateau- New technologies- Cowpea- Partial budget analysis- Linear programming- Burkina Faso

Résumé

Dans le plateau central du Burkina Faso, les cultures céréalières représentent 90% des surfaces cultivées; les producteurs ne disposent pas d'une culture de rente qui permet une diversification du système de production tout en leur procurant un revenu suffisant.

Depuis la dévaluation du franc CFA en 1994, la culture du niébé est devenue plus attrayante et présente un intérêt pour les producteurs. Elle peut de ce fait jouer un rôle important dans l'amélioration des systèmes de production du plateau central. C'est dans cette optique que cet article évalue l'impact économique de l'adoption des nouvelles variétés de niébé en utilisant comme méthode la budgétisation partielle et la programmation linéaire. Les résultats obtenus montrent que si cette culture est soutenue par une politique de crédit, elle constitue une source alternative de revenu pour les producteurs du plateau central.

Summary

Impact of Improved Varieties of Cowpea on Farm Income in the Central Plateau of Burkina Faso

Cereal crops account for 90% of the total cultivated area in the central plateau of Burkina Faso. Cash crops that promote crop production diversity and substantial farm income improvement are still scarce in this zone. The devaluation of CFA currency in 1994 has increased interest in cowpea production and this can significantly improve the cropping systems in the central plateau.

This paper assesses the economical impact of new varieties of cowpea adopted by farmers using partial budget analysis methods and linear programming. The results point out that if suitable credit policy that support this production is implemented, it constitutes an interesting alternative for farmer's income improvement in the central plateau of Burkina Faso.

Introduction

Au Burkina Faso, les années de déficit alimentaire alternent avec celles des excédents en fonction des aléas climatiques. D'importantes percées ont pourtant été réalisées dans le domaine de la sécurité alimentaire. La production agricole par habitant rural est passée de 180 kg dans les années 1960 à 300 kg dans les années 1990. Malgré cette amélioration, les populations sont soumises à des famines saisonnières chroniques et 500 à 600 mille personnes sont régulièrement menacées par la famine depuis 1995 et 1997. D'ailleurs ce chiffre est passé à 800 mille pour la campagne agricole 1998.

La situation est particulièrement critique dans le plateau central (PC) du pays où l'offre domestique n'équilibre plus la demande alimentaire depuis de longue date. Dans cette partie du pays, les conditions pédo-climatiques rendent la production agricole très vulnérable. Les paysans sont soumis à de nombreux risques (agro-climatiques et économiques). Ils pratiquent alors une agriculture de subsistance dont l'objectif principal est de produire une quantité suffisante de céréales pour l'autoconsommation et si possible dégager un surplus commercialisable. L'étendue des

superficies en cultures vivrières traduit l'importance des besoins céréaliers de la région. Cependant, malgré la priorité qui leur est accordée, le PC reste structurellement déficitaire depuis plus de trois décennies.

Ce déficit céréalier est lié à une conjonction de facteurs défavorables. En effet, l'agriculture est soumise à de nombreuses contraintes qui sont d'ordre physique, socio-économique et institutionnel. Elle est fortement conditionnée par les facteurs physiques (dégradation des ressources naturelles, baisse de la fertilité des sols, baisse de la pluviométrie). Ces facteurs naturels sont aggravés par des facteurs économiques. En effet, bien que les prix des céréales fluctuent et deviennent rémunérateurs à mesure qu'on s'éloigne de la saison des pluies, les producteurs écoulent la plus grande quantité de leurs produits dès la fin des récoltes, période où les prix sont à leur plus bas niveau. Le besoin de liquidité dès la fin des travaux agricoles pour faire face à certaines dépenses familiales les pousse à vendre à ce moment. Pourtant, les ventes à cette période ne leur permettent pas de tirer des revenus suffisants de l'activité agricole. Cette situation, conjuguée avec l'extrême pauvreté des

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), BP 476, Ouagadougou, Burkina Faso. Tel (226) 31 92 02. Fax (226) 34 02 70. ouedsouley@hotmail.com

Reçu le 23.01.03. et accepté pour publication le 06.08.03.

populations (plus de 60% de la population vit en-dessous du seuil de pauvreté dans le PC qui est fixé à 70000 FCFA/an) rend encore plus difficile l'investissement dans les moyens de production qui sont restés rudimentaires.

Le déficit alimentaire est également la conséquence du manque de diversification des spéculations. Des cultures comme le niébé et l'arachide pourraient contribuer à augmenter la production alimentaire et constituer des sources de revenu.

L'objectif de cet article est d'évaluer l'impact économique de l'adoption des nouvelles variétés de niébé sur le revenu et la sécurité alimentaire des populations du PC et d'identifier les politiques à même d'inciter les producteurs à les adopter. Pour ce faire, la budgétisation partielle a été utilisée pour évaluer la rentabilité économique des variétés améliorées et la programmation linéaire (PL) avec le GAMS (General Algebraic Modeling-System) pour analyser l'insertion des nouvelles variétés dans le cadre global de l'exploitation.

Le système de production du niébé

Le niébé (*Vigna unguiculata*) est une plante qui a été domestiquée depuis le néolithique. Il est la principale légumineuse cultivée en Afrique tropicale (4).

Au Burkina Faso, il est traditionnellement cultivé en association avec les céréales notamment le sorgho et le mil. Ce système de culture est pratiqué depuis des millénaires. Il fait partie des stratégies anti-aléatoires des paysans pour lutter contre les aléas climatiques et optimiser de la main-d'œuvre agricole. Il constitue également un moyen important de gestion de la fertilité du sol.

Le niébé est produit dans toutes les régions agro-écologiques du Burkina. Il est peu exigeant en sol et pousse aussi bien sur les terres fertiles que sur les terres dégradées. Son cycle se cale également bien avec la pluviométrie, particulièrement dans les régions à déficit pluviométrique chronique comme le PC. Les régions les plus productives sont localisées dans le PC, à l'est dans la province du Gourma, à l'ouest dans la province de la Kossi et au sud-ouest dans la province de la Bougouriba.

Les productions sont faibles et dépassent rarement 2000 tonnes par province. La production totale du niébé représente à peu près 15% de la production totale du sorgho et 95% de celle du maïs (2). En se basant sur les statistiques de la DSAP de 1990 à 1995, la production du niébé est passée de 7400 tonnes en 1990 à 19500 tonnes en 1995. Les rendements varient de 500 kg/ha dans le Boulembé à 80 kg/ha dans le Soum. La faiblesse des rendements est liée en partie à son mode de culture.

Des instituts de recherche ont initié des programmes d'amélioration du niébé. Des variétés améliorées ont alors été créées dans l'optique de faire la culture pure du niébé pour stabiliser la production et éventuellement promouvoir l'exportation. C'est ainsi que les variétés K VX, KN1, et IAR ont été vulgarisées en

milieu rural. Avec l'introduction de ces variétés améliorées à haut potentiel, on rencontre de plus en plus des champs de culture pure de niébé et le potentiel de rendement avoisine 2 tonnes par hectare.

L'importance alimentaire et socio-économique du niébé

Le niébé représente une source précieuse de protéines dont le taux élevé (22 à 24%) le destine à jouer un rôle important dans l'équilibre nutritionnel des populations rurales et urbaines. Les feuilles de niébé sont utilisées dans la préparation des sauces.

Sous diverses préparations, le niébé recèle des vertus pharmaceutiques; ainsi, la poudre de niébé appliquée sur une plaie a un effet aseptisant. Les jeunes gousses tout comme les jeunes feuilles, une fois broyées ou pelées, se révèlent efficaces contre les œdèmes, les panaris et les démangeaisons. Le niébé pourrait être utilisé contre les troubles de mémoire (1).

La culture du niébé revêt également d'autres intérêts. Outre son intérêt pour l'alimentation humaine, les fanes peuvent être utilisées pour l'alimentation des animaux et pour la restauration de la fertilité du sol.

Le niébé est une importante source de devises. Il fait par ailleurs l'objet d'exportation vers la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin. En effet, les exportations de niébé ont représenté 0,14% des exportations globales du Burkina entre 1991 et 0,20% en 1990. Les exportations ont ainsi rapporté 44.025.000 CFA (en valeur FOB) en 1991 et 83.356.252 CFA en 1990 (6).

De nombreuses raisons militent donc pour le développement de la production du niébé. D'abord, la promotion du niébé devrait contribuer de façon appréciable à la réalisation de certains objectifs de politiques économiques telle la réduction du déficit de la balance commerciale et l'amélioration des conditions d'existence des populations rurales (création de revenu, équipement et sécurité alimentaire, etc.). Ensuite, la perspective d'intégration régionale impose à chaque pays de développer les secteurs et les activités de production dans lesquelles, il présente un avantage comparatif. Enfin, la dévaluation du franc CFA a contribué à l'émergence d'un marché potentiel pour le niébé tant au niveau national que régional. En effet, le prix du kilogramme du niébé a évolué du simple au double depuis la dévaluation en 1994. Cette amélioration du prix nominal a rendu la culture du niébé plus attrayante et devrait favoriser l'adoption de variétés plus performantes.

Au total, il s'agit d'une culture qui peut jouer un rôle important dans une optique d'autosuffisance alimentaire, de diversification des cultures et dans la résorption du déficit de la balance commerciale.

Méthodologie

Deux outils sont utilisés pour évaluer l'impact des nouvelles variétés de niébé sur le revenu des exploitations; il s'agit de la budgétisation partielle et de la programmation linéaire.

1. Budgétisation partielle

La budgétisation partielle est un outil d'organisation des résultats expérimentaux et d'autres informations sur les coûts, les revenus relatifs de différentes options techniques susceptibles d'intéresser les agriculteurs. Elle est généralement utilisée comme un outil d'aide à la décision pour les agriculteurs dans le choix de technologies alternatives. La budgétisation partielle donne la possibilité d'évaluer les conséquences de modifications dans les techniques ou méthodes de production, mais sur seulement une partie de l'exploitation. Sa principale caractéristique est de prendre uniquement en compte les facteurs ou les techniques de production qui ont des répercussions sur la productivité de l'exploitation. Ainsi, l'adoption d'une variété améliorée peut être évaluée à l'aide de la budgétisation partielle en ne considérant que les éléments de rentabilité liés à son adoption.

La budgétisation partielle présente cependant deux inconvénients majeurs (8). Dans un pays comme le Burkina Faso, les valeurs explicites de la terre et de la main-d'œuvre ne sont pas connues et sont prises en compte de manière ponctuelle. Ensuite le budget partiel ne prend pas en compte les diverses possibilités qui existent à l'échelle de l'exploitation. En effet, l'adoption d'une nouvelle technologie jugée rentable par les agriculteurs peut être limitée par la disponibilité en ressources ou par les possibilités de substitution entre les ressources.

2. Programmation linéaire

La programmation linéaire permet de résoudre les faiblesses de la budgétisation partielle. Elle donne la possibilité d'analyser l'insertion des nouvelles technologies dans le cadre global de l'exploitation (5). L'existence de nombreuses possibilités techniques de production doit permettre à l'exploitant de choisir les meilleures alternatives. Elle permet de savoir quelles techniques, méthodes ou activités de production à abandonner ou à adopter en fonction des ressources disponibles. Une technologie prise isolément peut paraître avantageuse, mais se révéler moins intéressante lorsque ses implications sur d'autres technologies sont prises en considération. La complexité des systèmes de production et l'incertitude liées à la prise de décision sont les traits caractéristiques qui montrent que dans un tel cas l'approche systémique est la mieux adaptée (9).

La PL permet également d'identifier des interventions qui pourraient donner aux agriculteurs l'opportunité d'augmenter leurs productions et leurs revenus. De plus, elle fournit des informations économiques très importantes sur la solution optimale. Les valeurs marginales des ressources limitantes permettent de connaître là où des efforts doivent être faits pour lever les contraintes importantes en sachant de combien augmenterait la rentabilité de l'exploitation entière au cas où une unité supplémentaire de cette ressource viendrait à être disponible.

Le modèle général de cette étude se base sur une exploitation représentative du PC. Cette exploitation possède des facteurs de production (terre, travail et capital) en quantité limitée dont la combinaison va lui procurer un certain niveau de production et de revenu

Ce modèle prend en compte deux objectifs majeurs des agriculteurs.

Le premier objectif est la satisfaction des besoins alimentaires de la famille. Dans le PC, l'agriculture est soumise aux aléas climatiques; les prix des produits agricoles fluctuent donc en fonction de la pluviométrie de la saison. Cette fluctuation est prise en compte dans le modèle par la relation entre les prix et la saison. Nous prenons en compte ainsi l'objectif principal de l'agriculteur qui est de garantir la sécurité alimentaire de sa famille. En effet, l'agriculteur dispose d'une certaine quantité de ressource et développe en conséquence des stratégies de production qui lui permettent de produire suffisamment de nourriture pour satisfaire aux besoins de sa famille (BECALTO) ou de l'acheter selon les conditions du marché. Cet objectif est introduit dans le modèle par l'expression:

$$\sum_j (\text{consom}(j,k) + \text{achat}(j,k)) * \text{CALORIES}(j) - \text{BECALTO} \geq 0$$

En introduisant la possibilité d'acheter des céréales, le modèle est rendu plus flexible.

Le second objectif du producteur est la maximisation du profit à partir du moment où les besoins d'autosuffisance alimentaire sont couverts.

$$\text{Max } Z = \sum_k \text{profit}(k) * \text{PROB}(k)$$

$$\text{Profit}(k) = \sum_j \text{produc}(j,k) * \text{PRIXVENTE}(j,k) - \sum_j \text{achat}(j,k) * \text{PRIXACHAT}(j,k) - \text{couttot}$$

Cette fonction objectif va déterminer l'allocation optimale des ressources rares de l'exploitation. La marge brute par hectare représente le coefficient de cette fonction objectif pour chaque activité. Les prix sont la moyenne des prix aux producteurs des mois de novembre et de décembre 2000.

La maximisation porte sur le solde des activités (production, autoconsommation et échanges).

Dans cette étude, le risque joue un rôle important dans la prise de décision de l'agriculteur. En maximisant le revenu net sous la contrainte de la satisfaction des besoins alimentaires on prend en compte un aspect important de la réduction du risque en considération.

Six activités de production sont incluses dans le modèle. Il s'agit du sorgho, du mil, du maïs, des associations sorgho-niébé et sorgho-mil et de la culture "pure" de niébé. Ces activités sont conformes au système de production du PC. La culture pure du niébé représente une innovation dont on cherche à évaluer l'impact.

Le modèle inclut un certain nombre de restrictions qui prennent en compte les contraintes de disponibilité des ressources face aux besoins des activités de production et de consommation qui seront choisies pour la maximisation du profit. Ainsi, la superficie disponible au sein de l'exploitation constitue sa contrainte en terre. Trois types de contraintes seront considérés

pour les superficies afin de prendre en compte les différences de productivité entre les champs de case, de village et de brousse. Pour chaque type de champ, le paysan dispose d'une quantité limitée de superficie. On suppose donc qu'il ne peut obtenir plus de terre.

$$\sum_a x(a,s) - \text{SUPER}(s) \leq 0$$

Pour ce qui est de la contrainte main-d'œuvre, le travail nécessaire pour les différentes activités doit être inférieur ou égal au travail disponible au niveau familial. Pour cette contrainte, dix périodes sont introduites dans le modèle pour prendre en compte les périodes de pointe de la demande de main-d'œuvre. Il est possible de recourir au travail salarié pour renforcer la main-d'œuvre familiale.

$$\sum_a \sum_s \text{MO}(a,p) * x(a,s) * \text{EFFECT}(t) - \text{mosalar}(p) - \text{MOFAMIL}(p) \leq 0$$

La contrainte de capital est particulièrement importante dans le PC où environ 60% de la population vit en-dessous du seuil de pauvreté, et les possibilités d'obtention de crédit très limitées. Les revenus des producteurs sont généralement faibles, entre 78.400 FCFA et 121.200 FCFA par an (3). Face à la faiblesse des revenus et aux énormes besoins des exploitations, celles-ci privilégient les dépenses immédiates au détriment des investissements productifs. De ce fait, nous allons considérer que le producteur du PC est prêt à investir seulement 10.000 FCFA de son revenu dans la production.

$$\sum_a \sum_s x(a,s) * C(a) - \text{emprunts} - \text{CAPITAL} \leq 0$$

Les dépenses nécessaires à la production doivent également être inférieures ou égales aux disponibilités

en liquidité. Durant la première période, les avances à la production sont couvertes soit par la liquidité de l'exercice précédent soit par le crédit.

$$\sum_a \sum_s x(a,s) * c(a) + \text{les emprunts} * \text{INTERET} * \text{NMOIS} + \sum_p \text{mosalar}(p) * \text{SALAIRE}(p) - \text{couttot} = 0$$

Résultats

1. Budgétisation partielle

Les résultats de l'analyse de la rentabilité économique des variétés améliorées et traditionnelles sont consignés dans le tableau 1.

Deux indicateurs ont été retenus pour cette évaluation. Il s'agit de la marge brute par hectare et de la marge brute par journée de travail.

La marge brute par hectare représente la valeur de la production par hectare diminuée des charges variables (coûts des engrais, des semences, des produits phytosanitaires et de la main-d'œuvre salariée).

La marge brute par journée de travail est le rapport entre la marge brute par hectare et le nombre de jours de travail qui a été nécessaire à la réalisation de la production.

Les prix utilisés dans les différents calculs sont :

- Le prix d'achat aux producteurs du niébé (150 FCFA) qui est la moyenne des prix aux producteurs des mois de novembre et décembre 2000
- Les prix des engrais, des semences et des produits phytosanitaires sont les prix officiels de la campagne agricole 2000/2001.

Tableau 1
Analyse économique de la rentabilité des variétés améliorées de niébé

	Variétés traditionnelles	Variétés améliorées	Accroissement dû aux variétés améliorées	
Village de Pobé				
Rendement (kg/ha)	450	895	445	99%
Charges variables (FCFA)	750	20776	20026	2,70%
Marge brute / ha (FCFA)	66750	113474	46724	70%
Nombre de jours de travail	54	72	18	33%
Marge brute / hj* (FCFA)	1236	1576	326	26%
Village de Donsin				
Rendement (kg/ha)	400	1217	817	204%
Charges variables (FCFA)	600	31545	30945	5,7%
Marge brute / ha (FCFA)	59400	151005	91605	154,2%
Nombre de jour de travail	65	105	40	61%
Marge brute / hj* (FCFA)	914	1.152	299	32%
Village de Thiougou				
Rendement (kg/ha)	470	933	463	98%
Charges variables (FCFA)	750	20000	19250	2,67%
Marge brute / ha (FCFA)	66750	119950	53200	79,7%
Nombre de jour de travail	71	102	50	81%
Marge brute / hj (FCFA)	940	1.175	225	24%

*hj = homme jour = 8 heures de travail

Tableau 2
Assolement des cultures : Situation de référence et résultats après introduction du niébé amélioré

	Superficie (ha) de la situation de référence	Superficie (ha) suite à l'introduction du niébé amélioré	Superficie (ha) suite à une politique de crédit
Maïs de case	0,20	0,20	0,20
Sorgho sur champ de village	1,14	1,22	0,70
Sorgho/niébé avec fumure sur champ de village	0,05	0,05	0,05
Sorgho/niébé sur champ de village	0,31	-	-
Sorgho sur champ de brousse		1,20	1,65
Sorgho/niébé sur champ de brousse	1,55	-	-
Mil/niébé sur champ de brousse	1,21	1,80	1,34
Arachide	0,24	-	-
Niébé amélioré sur champ de village	-	0,23	0,76
Total	4,70	4,70	4,70

Il ressort du tableau 1 que les variétés améliorées entraînent un accroissement de la marge brute par hectare de 68% à Pobé; 151,7% à Donsin et 78% à Thiougou. La marge brute par journée de travail augmente de 26% à Pobé, 32% à Donsin et 24% à Thiougou.

Ces résultats montrent que les variétés améliorées offrent effectivement des possibilités d'accroissement de la production agricole et des revenus des producteurs. Elles permettent presque un doublement des rendements quelle que soit la région par rapport aux variétés traditionnelles et par conséquent, un accroissement des revenus. L'adoption des variétés améliorées entraîne certes une augmentation des coûts de production et de la main-d'œuvre. Cependant les gains procurés par celles-ci permettent de compenser ces coûts. En effet, le bénéfice moyen par franc investi est de 2,2 à Pobé; 2,9 à Donsin et 2,6 à Thiougou.

Cette analyse montre que les variétés améliorées de niébé sont profitables pour les producteurs, mais ne permet pas de répondre à la question de savoir dans quelles conditions peuvent-elles s'intégrer dans les systèmes de production dans la limite des ressources disponibles.

2. Modèle de programmation linéaire

Il présente la situation de référence, l'introduction du niébé dans le système de production et l'octroi d'une subvention de crédit en vue de stimuler la production.

La situation de référence cherche à représenter les pratiques paysannes sur le terrain (étape de validation du modèle). Le tableau 2 donne l'assolement des cultures issu du modèle pour la situation de référence et l'assolement suite à l'introduction des variétés améliorées de niébé.

La situation de référence

Le plan optimal prévoit 1,15 ha de sorgho en culture «pure» et 2,9 ha d'association sorgho/niébé; 1,2 ha de mil; 0,2 de maïs et 0,24 ha d'arachide. Ces résultats obtenus cadrent bien avec les réalités du terrain si l'on

se réfère aux travaux de l'INERA (1995 et 1997)¹, mis à part une légère sous-estimation de la superficie cultivée en arachide. Sur cette base, on peut conclure que les résultats de la situation de référence du modèle traduisent sensiblement les pratiques paysannes. Dans cette situation, les productions de sorgho et de maïs sont entièrement consommées quel que soit le type de saison (Tableau 3).

Tableau 3
Niveau de production, de consommation, d'achat, de vente des produits et de profit dans la situation de référence

	Mauvaise saison	Moyenne saison	Bonne saison
Production (kg)			
Maïs	130	140	160
Sorgho	1425,4	1571,4	1714,3
Mil	425	546,3	546,3
Niébé	6,8	68,8	97
Arachide	95,7	105,3	107,7
Achats			
Maïs			
Sorgho	289	1433	0
Mil	0	0	0
Niébé	0	0	0
Consommation (kg)			
Maïs	130	140	160
Sorgho	1237,1	1360,7	1424,3
Mil	425,0	414,7	273
Niébé	0	0	97
Ventes (kg)			
Mil	0	131,6	273,4
Niébé	6,8	68,8	0
Arachide	95,7	105,3	107,7
Profit (FCFA)	-28810	11707	25120

La production de sorgho ne couvre les besoins de l'exploitation qu'au cas où la saison est bonne; dans les cas contraire, elle doit acheter le complément sur le marché (289 kg au cas où la saison est mauvaise et 142,8 kg au cas où elle est moyenne). Le profit de l'exploitation est négatif en cas de mauvaise pluviométrie (-28.810 FCFA). Il est de 11.707 FCFA et de 25.512 FCFA respectivement en moyenne saison et bonne saison. C'est surtout la vente de l'arachide et d'une partie de la production de mil et du niébé qui permet à l'exploitation de couvrir ses besoins alimentaires dans les cas où la saison est moyenne ou bonne.

L'introduction des variétés améliorées de niébé

L'introduction du niébé amélioré change le plan de production de l'exploitation. La culture de l'arachide disparaît du plan optimal de production au profit du niébé, parce que ce dernier devient plus intéressant pour la vente. La production du niébé est entièrement commercialisée dans les cas de mauvaise et moyenne saisons et entièrement consommée lorsque la saison est bonne. L'exploitant abandonne l'association sorgho/niébé pour la culture "pure" du sorgho. La superficie de l'association mil/niébé passe de 1,21 ha à 1,80 ha (Tableau 2). La superficie totale cultivée en sorgho et en sorgho/niébé diminue par rapport à la situation de référence passant de 3,05 ha à 2,47 ha. De ce fait, le déficit en sorgho augmente particulièrement dans le cas où la saison est mauvaise (Tableau 4).

Tableau 4

Niveau de production, de consommation, d'achat, de vente des produits et de profit suite à l'introduction des variétés améliorées de niébé

	Mauvaise saison	Moyenne saison	Bonne saison
Production (kg)			
Maïs	130	140	160
Sorgho	1237,1	1360,7	1424,3
Mil	629,2	809,0	809,0
Niébé	161,3	220,7	262,2
Arachide	0	0	0
Achats (kg)			
Maïs			
Sorgho	477,146	353,5	290,0
Mil	0	0	0
Niébé	0	0	0
Consommation (kg)			
Maïs	130	140	160
Sorgho	1237,1	1360,7	1424,3
Mil	425,0	414,7	65,8
Niébé	0	0	262,2
Ventes (kg)			
Mil	204,3	394,2	743,2
Niébé	161,3	220,7	0
Profit (FCFA)	-21610	19135	25097

Dans les autres cas, les ventes issues du niébé et du mil permettent de combler le déficit en sorgho. L'exploitant est toujours déficitaire en année de mauvaise saison; son déficit passe de 28.810 à 26.610 FCFA soit une réduction de 7,6%. Par contre en année moyenne, son revenu augmente de 63%. Il reste inchangé en bonne saison.

L'octroi d'un crédit de 10.000 FCFA par exploitation

En relaxant la contrainte de liquidité, la surface cultivée de niébé passe de 0,23 ha dans la situation sans crédit à 0,76 ha. Le plan optimal de production conduit à une diminution des surfaces cultivées en sorgho de 20,6% et à un accroissement de celles du mil de 10,7% par rapport à la situation de référence (Tableau 5).

Tableau 5

Niveau de production, de consommation, d'achat, de vente des produits et de profit suite à l'introduction des variétés améliorées de niébé accompagnée d'une politique de crédit

	Mauvaise saison	Moyenne saison	Bonne saison
Production (kg)			
Maïs	130	140	160
Sorgho	1150,0	1269,8	1306,8
Mil	470,4	604,8	604,8
Niébé	532,1	635,4	725,3
Achats			
Maïs	0	0	0
Sorgho	564,3	444,5	407,5
Mil	0	0	0
Niébé	0	0	0
Consommation (kg)			
Maïs	130	140	160
Sorgho	1150,0	1269,8	1306,8
Mil	425,0	414,7	0
Niébé	0	0	314,6
Ventes (kg)			
Mil	45,5	190,1	604,8
Niébé	532,1	635,4	410,6
Profit (FCFA)	-6326	30663	32024

La production du niébé augmente considérablement. Les ventes du niébé permettent à l'exploitation d'améliorer sensiblement son profit quel que soit le type de saison, mais particulièrement au cas où la saison serait mauvaise.

Le revenu net du paysan augmente de 78% en mauvaise année, 162% en année moyenne et 25% en bonne année par rapport à la situation de référence.

Ce résultat montre que la liquidité constitue une contrainte sérieuse à l'expansion des nouvelles variétés.

Conclusion

Les résultats de la budgétisation partielle montrent que les nouvelles variétés de niébé sont très rentables. Cependant, bien que rentables elles risquent de ne pas être adoptées par les producteurs. En effet, les résultats de la programmation linéaire indiquent que l'insuffisance du capital d'exploitation constitue une contrainte majeure de l'insertion de ces variétés dans les systèmes de production. Une politique de crédit ou l'existence d'un marché financier accessible aux paysans permettrait de résoudre efficacement ce problème. En effet, le crédit est nécessaire pour stimuler l'adoption des nouvelles technologies. Il peut jouer sur

les changements technologiques en rendant les facteurs de production accessibles par les producteurs. Une fois cette contrainte levée, les paysans vont adopter les variétés améliorées de niébé en diminuant les superficies du sorgho compte tenu de la contrainte en terre. Ces résultats impliquent donc que la création des nouvelles technologies est une condition nécessaire mais pas suffisante pour garantir une amélioration du revenu des producteurs. Pour que les résultats aient un impact réel, la recherche doit être accompagnée de mesures incitatives comme la politique de crédit dans le cas de l'introduction des nouvelles variétés de niébé.

¹ Cf. résultats des enquêtes de terrain de programme RSP (1995 et 1997). Ces enquêtes n'ont pas pris en compte les cultures associées. Les superficies par exploitation et par spéculation sont de 1,7 ha pour le sorgho; 1,5 ha pour le mil; 0,5 ha pour l'arachide dans la région de Kaya; 2,9 ha pour le sorgho; 1,5 ha pour le mil; 0,6 ha pour l'arachide dans la région du Bazéga.

Références bibliographiques

1. Berhaut J., 1976, Flore du Sénégal. Tome 5; Légumineuses Capilionacées, 658 p, Edition claire, Afrique, Dakar, livre Africain.
2. DSAP, 1995, Bilan céréalier du Burkina Faso. Campagne agricole 1995-1996.
3. INSD, 1996, Le profil de pauvreté au Burkina Faso, 178 p.
4. Magah I.M., (s.d), La culture du niébé au Sahel. INRAN / Niger, 5 p.
5. Nagy J.G. & Ames L.L., 1986, Evaluation of new technologies in Burkina Faso, using whole farm modelling; Semi-Arid Food Grain Research and Technologies Development, Ouagadougou, 9 p. + annexes; IEER/IPIA – Purdue University, 37 p.
6. Ouédraogo S., Ky E. & Diallo B., 1998, Impact de la dévaluation sur la filière niébé au Burkina Faso, INERA, Burkina Faso. IEER/IPIA – Purdue University, 63 p.
7. Sawadogo K. & Ouédraogo R., 1997, Evaluation des coûts de production du niébé dans trois zones agro-écologiques du Burkina Faso. *In*: Recherche agronomique et coûts de production du niébé au Burkina Faso. OUA/CSTR-SAFGRAD.
8. Roth M. & Sanders J., 1984, An evaluation of selected agricultural technologies with implication for development strategies in Burkina Faso, IEER/IPIA – Purdue University 43 p.
9. Wrigth A., 1971, "Farming systems, models and simulation" Systems analysis; *in*: Agricultural Managements, eds J.B. Dents and J.R. Anderson; pp 17-33. Sydney: John Wiley and sons. Australia pty, ltd 1971.

S. Ouédraogo, Burkinabè, PhD., Agro-économiste, Chargé de Recherche, à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), BP 476, Ouagadougou, Burkina Faso. Tel (226) 31 92 02. Fax (226) 34 02 70. ouedsouley@hotmail.com

ERRATA

Volume 21, 3, pages 144-145, veuillez inverser les légendes se rapportant aux figures 3 et 4.

Coming to Grips with Farmers' variety Selection - the Case of New Improved Rice Varieties under Irrigation in South East Tanzania

E.M. Kafiriti^{1*}, S. Dondeyne¹, S. Msomba², J. Deckers³ & D. Raes³

Keywords: Evaluation- Criteria- Improved- Preference- Selection criteria- Variety

Summary

In collaboration with farmers, rice varieties were evaluated under small-scale irrigation in two villages of south east Tanzania for two consecutive cropping seasons (1999/2000 –2000/2001). The objectives were to give farmers access to new improved rice varieties; to identify the selection criteria farmers consider important in irrigated rice production; and to come to grips with their arguments. Farmers were provided with eleven improved varieties, which they compared with their own ones. Farmers' preferred varieties with short to medium maturity period, which produce many tillers and mature uniformly; and with long translucent aromatic grains for their own use and marketing. This study identified qualitative and quantitative evaluation criteria which farmers are using for selecting rice varieties. The implication for further research on rice in south east Tanzania is that the breeding programme should incorporate these attributes to address farmers' preferences, rather than to go for absolute maximum yield levels.

Résumé

Comprendre la sélection de variétés par des fermiers: le cas de nouvelles variétés améliorées de riz sous irrigation dans le sud-est de la Tanzanie

En collaboration avec des fermiers, des variétés de riz ont été évaluées sous irrigation dans deux villages du sud-est de la Tanzanie pendant deux saisons culturales consécutives (1999-2001). Les objectifs étaient d'offrir de nouvelles variétés améliorées aux fermiers; d'identifier les critères de sélection que les fermiers considèrent comme importants pour la production du riz irrigué; et de comprendre leurs arguments. Les fermiers ont reçu onze variétés améliorées qu'ils ont comparé avec leurs propres variétés. Les fermiers préféraient, pour leur propre consommation aussi bien que pour le marché, les variétés de riz à maturation courte à moyenne, produisant de multiples talles avec une maturation uniforme; et produisant de longues graines translucides et aromatiques. Cette étude a permis d'identifier et de quantifier les critères d'évaluation des fermiers et de les comprendre. Les implications pour la recherche ultérieure sur le riz dans le sud-est de la Tanzanie, sont que des programmes de sélection devraient tenir compte de ces critères plutôt que de viser des rendements maximaux absolus.

Introduction

Rice, *Oryza sativa* L., is one of the most important food crops in Tanzania particularly among the rapidly expanding urban population. In south east Tanzania, it ranks third in importance for food security after maize and cassava (9). However, production is limited for lack of high yielding varieties with acceptable grain qualities and resistance to common pests and diseases. Except for a few varieties grown under small-scale irrigation, most of farmers' varieties are long maturing. They are popular because of their long and slender translucent semi-aromatic or aromatic grains.

Prior to the mid 1980s, focus on technologies such as variety development was based on station research where conditions (such as soils and slope) are uniform. These were different and unrepresentative of the edaphological conditions in most of the farmers' fields.

Also, farmers' evaluation in technology performance was not given much attention and their initiated innovations most often were unanticipated by professionals. Later, the focus in technology development was on-farm research so that farmers are involved and have a bigger role in the process of agricultural research.

In spite of the shift in emphasis from on-station to on-farm research the conventional researchers are yet to appreciate the role of farmers in technology development. Because of the way in which they are trained, they look on a particular fragment of an agricultural problem instead of the entire production system (3). Farmers on the other hand, look on the production system in a totally different way and evaluate the suitability of a new technology by using a set of criteria that may be different from those of the professional researchers. In rice for

¹ Naliendele Agricultural Research Institute, P.O. Box 509, Mtwara, Tanzania, Tel. 00255 23 2333836.

² Agricultural Research Institute, KATRIN, Private Bag, Ifakara, Tanzania.

³ Institute for Land and Water Management, Katholieke Universiteit Leuven, Vital Decosterstraat 102, 3000 Leuven, Belgium.

* To whom all correspondence should be sent.

Received on 06.02.03. and accepted for publication on 20.10.03.

example, reliable evaluations by farmers were made of traits such as grain breakage on dehusking, ease of dehusking, and market value and not just the limited set of characteristics measured in plant breeders' trials (6). Therefore, it is important to get insights into the kind of characteristics farmers desire by conducting evaluations with them.

The objectives of this study were, besides giving farmers access to new improved rice varieties, to see how farmers can be involved in the research process, to identify the selection criteria farmers consider important in irrigated rice production and to come to grips with their arguments.

Material and methods

The study area

The study was conducted in Kinyope and Kitere villages in south east Tanzania. Kitere village is located between latitudes 10°20'28" south and longitudes 39°41'33" east in Mtwara region. Kinyope village is located between latitudes 9°58'57" south and longitudes 39°23'50" east in Lindi region. Soils of Kitere are dominated by *Vertisols* (7) and those of Kinyope are mainly *Fluvisols* (4). Annual average rainfall of the two areas ranges from 810 and 1090 mm. Temperature ranges from 21.7 °C to 30.5 °C. These villages were selected to represent two typical water systems: a seasonal stream in Kitere and a perennial stream in Kinyope, which can serve as a model for larger valleys in south east Tanzania where either *Vertisols* or *Fluvisols* are most common. Irrigated rice cultivation is common in these two watersheds.

Material

Eight cultivars (Agulha, Kihogo Red Selection No. 7, Naro fupi, Subarimati, Supa Utafiti, Rangimbili, TXD-85, TXD-88) and five lines (TXD-213, TXD-220, TXD-282, TXD-299, TXD-306) were provided by the Rice Research Institutes of Dakawa and Ifakara in Tanzania. Except Agulha originating from Mozambique and Subarimati from India, other materials were developed in Tanzania. Early maturity, long translucent aromatic grains and potential for high yielding were the desired characteristics behind their development. The materials were tested in participatory managed trials in which farmers provided the local varieties and were involved in planting and evaluation of the varieties. The new materials were compared with three local varieties in Kitere (Dakawa, Tunduru and Supa Kitere) and with one in Kinyope (Supa Kinyope).

Evaluation stages

In 1999/2000 and 2000/01 cropping seasons, farmers evaluated the varieties at maturity prior to harvest. At post-harvest stage, farmers evaluated un-milled rice, milled and cooked rice. Varieties of un-milled rice were displayed and evaluated by making visual observations. In each evaluation, farmers scored and ranked the materials against appreciated characteristics. Also,

before the end of the evaluation exercise each year, farmers selected improved materials based on selection criteria in three categories: better, the same or worse than the local variety. Seventeen farmers (nine men aged between 30 - 52 years and eight women aged between 27 - 49 years) in Kinyope and nineteen (thirteen men with age between 24 - 60 years old and six women between 28 - 61 years old) in Kitere participated. A non-structured group interview was used.

Statistical analysis

A chi-square analysis was used to find out whether farmers were consistent in ranking of the materials against appreciated characteristics during the two seasons. Also, the percentage data of improved materials better, the same or worse than the local variety were analysed by analysis of variance using SAS statistical package (11). The data were first transformed to arcsine to get a normal distribution.

Results

Evaluation process

Farmers' methods of evaluation

Selection criteria were found by asking farmers to mention characteristics they use to choose a good variety from a bad one at maturity and post-harvest stages. Farmers then used these criteria as guidelines against which to select new varieties at each evaluation stage. In 2000/01 season, in addition to this procedure, farmers suggested that new improved materials and the local variety should be compared against important selection criteria to establish whether a different methodology may influence the outcome of the evaluation. After the group evaluation at maturity, farmers chose one of their colleagues to summarise the whole process and, after consultation with the others, selected the best varieties.

At post-harvest stage, farmers grouped the varieties into three categories of most liked, liked and not liked un-milled rice. The most liked varieties were further ranked by pair-wise comparison. Varieties were milled using farmers' practice and facilities (mortar), winnowed and evaluated. For evaluation of cooked rice, women farmers volunteered to cook. In-order to make an efficient assessment, six farmers (two men and four women) volunteered to taste the varieties on behalf of the others. The varieties were randomly divided into three groups. Farmers tasted each group separately, discussed and reached a consensus; then selected the best two varieties. From the three groups, farmers selected and evaluated six best varieties. At the end of each evaluation stage, farmers gave each variety a score of between 1 and 14 in Kinyope and 1 to 16 in Kitere; preferred materials being designated high scores.

Evaluation at maturity

During 1999/2000 season, farmers of both villages used total number of tillers per hill, number of productive tillers per hill, plant height, number of panicles per hill, grain filling and maturity days as the evaluation criteria at matu-

riety. Farmers in Kinyope selected and gave high scores to varieties with many panicles, long panicles and many tillers; relatively tall plant stature and uniform maturity (Table 1a).

Farmers in Kitere considered varieties, which have many tillers per hill, early maturity, uniform flowering; and long slender grains superior (Table 1b).

In 2000/2001 season, farmers considered the best varieties those with many tillers, short to medium maturity period, uniform maturity, long panicles, and long grains rather than short (Tables 1a and 1b). Farmers in Kinyope also preferred tall varieties. Table 5 presents statistical analysis of per cent improved materials better, the same or worse than the local variety as perceived by farmers. In Kinyope, there were significant differences ($P < 0.05$) between categories of rating improved materials compared with the local variety in plant

stature. Farmers considered only 7.7% of improved materials better than the local variety in plant height while 62 % were regarded as inferior. On the other hand, farmers in Kitere selected 70% of improved materials tested for their superiority in tillering ability compared to the local variety ($P < 0.01$).

Evaluation at post-harvest stage

a) Evaluation of un-milled rice

In 1999/2000 season, farmers mentioned grain size, seed coat colour and grain filling as the most important selection criteria of un-milled rice varieties. Farmers in Kinyope preferred varieties with long and slender size and well filled grains (Table 2a).

Reasons for variety preference and ranking by farmers in Kitere are given in table 2b.

Table 1
Characteristics of varieties selected at maturity in 1999/2000 and 2000/2001 seasons

Appreciated characteristics	Varieties/Lines selected	Scores
a. Kinyope		
1999/2000 season		
Many and bigger panicles and many tillers	TXD-88	14
Relatively early maturing and produces many tillers	TXD-282	9
Bigger panicles, uniform maturity and grain filling is better	TXD-220	13
Taller plants, bigger panicles, slender grains and better grain filling	Supa Utafiti	10
Matures more uniformly, has slender grain size and many panicles	TXD-213	12
Relatively early maturing and is more aromatic	Rangimbili	11
2000/2001 season		
Many and bigger panicles, higher tillering ability	TXD-88	11
Relatively early maturing and higher tillering ability	TXD-282	13
Bigger panicles, uniform maturity and better grain filling	TXD-220	14
Taller plants, bigger panicles, slender grains and better grain filling	Supa Utafiti	12
Matures more uniformly, has medium slender and many panicles	TXD-213	10
Relatively early maturing and is more aromatic	Rangimbili	9
Chi-square = 1.69; df = 5; P = 0.89		
b. Kitere		
1999/2000 season		
Higher productive tillers and bigger panicles	TXD-220	16
Many tillers, slightly longer and medium grains	Subarimati	10
Shorter maturing period	TXD-306	9
Higher tillering ability and many productive tillers	Naro Fupi	14
Many tillers	TXD-85	11
Many tillers and is a short duration variety	TXD-299	8
Many and heavy panicles	Dakawa	15
Higher tillering ability	TXD-88	13
Higher tillering ability and is less susceptible to lodging	Kihogo Red Selection No.7	12
2000/2001 season		
Higher tillering ability and bigger panicles; early maturing	TXD-220	15
Many and heavy panicles	TXD-306	16
Many and more productive tillers	TXD-213	13
Many tillers and well grain filling	TXD-88	14
More productive tillers and heavy panicles	Tundururu	10
Many tillers and is early maturing	TXD-85	12
Many tillers, slightly longer and bold grains	Narofupi	11

Scores range 1-14 at Kinyope and 1-16 at Kitere; where 1 is the lowest and 14 or 16 is the highest score.

Table 2
Characteristics of most liked un-milled rice lines and varieties in 1999/2000 seasons

Appreciated characteristics	Varieties/Lines selected	Rank
a. Kinyope		
Medium, heavy and more translucent grains; and higher yielding	TXD-88	1
Well filled and heavy grains	TXD-282	2
Translucent, long and slender and well filled grains	Supa Utafiti	2
Long and slender, well filled and heavy grains; and higher yielding	TXD-220	2
Medium, poorly filled and brown seed coat	Agulha	5
Relatively short, poorly filled and brown seed coat	TXD-299	6
b. Kitere		
Light brown (attractive) seed coat well filled long and slender grains	Tunduru	1
Seed coat colour not as attractive, well filled long and slender grains	Supa Kitere	2
Relatively long and medium, seed coat colour brownish	Agulha	3
Relatively long and medium, seed coat colour whitish	Supa Utafiti	3
Relatively long and medium, less whitish grains	TXD-306	3

In 2000/2001 season, farmers of both sites mentioned seed coat colour, grain size and grain filling the most important selection criteria for un-milled rice. Varieties with long rather than short, slender rather than bold and well-filled grains with light brown seed coat colour were preferred. Farmers in Kinyope preferred and gave high scores to varieties with light brown, long and slender and well-filled grains. Farmers considered nearly 60% of improved materials better ($P < 0.05$) than the local variety due to their light brown husks (considered attractive compared to other colours). However, farmers considered over 60% of the improved materials worse than the local variety in aroma and plant height ($P < 0.001$); and 69% the same ($P < 0.001$) as the local variety in milling recovery (Table 5). Farmers in Kitere preferred and gave high scores to varieties with light brown, long, slender and well-filled grains. Varieties with long but relatively medium slender grains were rated second. Farmers selected less than 30% of improved materials due to better grain size, 47% because of better grain filling and only 20% for their light brown seed coat compared to the local variety. However, no significant differences were detected compared to those rated the same as or worse than the local variety in these attributes (Table 5).

b) Evaluation of milled rice

Farmers of both villages mentioned grain size and colour, aroma and milling quality the most important selection criteria in 1999/2000 season. The most preferred varieties were those with long, slender and translucent grains (Table 3).

In 2000/2001 season, farmers in both villages added easiness to mill as a criteria in evaluating milled rice varieties. Farmers in Kinyope, preferred and gave high scores to varieties with clear white colour, long and slender, strongly aromatic, easily milled and high milling recovery (Table 3a). Farmers in Kitere preferred and gave high scores to varieties with translucent, strongly aromatic, long and slender grains (Table 3b). In both villages, the improved materials were rated worse ($P < 0.001$) in aroma (77% in Kinyope and 53.4% in Kitere) than the local variety (Table 5). However, farmers in

Kinyope considered 69% of improved materials the same as the local variety in milling recovery and 43% in Kitere.

c) Evaluation of cooked rice

In both seasons, farmers in the two villages mentioned the ability to absorb water during cooking, good expansion during cooking, aroma, tasty and stickiness; and softness of leftovers as the main rice variety selection criteria during and after cooking. Results of farmers' evaluation in both villages are presented in table 4a.

Discussion

Farmers' selection criteria and influence on variety preference

Farmers of both villages prefer varieties with respect to their ability to produce a high number of productive tillers per hill, bigger panicle size, grain filling, grain size, seed coat colour, eating qualities, aroma, and time to maturity. Number of tillers per hill, size of panicles, grain size and grain filling were considered important attributes because they affect overall grain weight thus contributing to the final crop yield (13). Farmers in Kinyope preferred tall varieties because they have high stover yield, which they use for thatching houses. On the other hand, farmers in Kitere preferred short to medium plant height varieties because they show resistance to lodging. Soils in Kitere are generally more fertile and farmers use fertilisers.

Farmers of both villages also preferred varieties with long and slender grains and high milling quality. Further, there was preference to early and medium maturing varieties (100 - 130 days). These varieties if transplanted early January mature from end of April when there is rice shortage for both rural and urban dwellers thus commanding a better market price. For example during 2000 wet season, farmers in Kitere sold a bag of 80 kg un-milled rice up to TSH 24 000 (approximately USD 30) from end of April to the third week of May, falling by 50% thereafter. Apart from long translucent

Table 3
Characteristics of most preferred milled rice varieties in 1999/2000 and 2000/2001 seasons

Appreciated characteristics	Variety/Line selected	Rank
1999/2000 Season		
a. Kinyope		
Translucent, strong aromatic, long and slender grains	TXD-220	1
Less translucent, strong aromatic, long and slender grains	Kihogo Red Sel. No 7	2
Translucent, strong aromatic, long and medium slender grains	Rangimbili	3
Translucent, strong aromatic, long and medium slender grains	Supa Utafiti	3
b. Kitere		
Translucent, strong aromatic, long and slender grains	Supa Kitere	1
Translucent, aromatic, long and slender grains	TXD-220	2
Translucent, aromatic, long and medium slender grains	Agulha	3
Translucent, aromatic, long and medium slender grains	Tunduru	3
Translucent, aromatic, long and medium slender grains	TXD-306	3
2000/2001 Season		
a. Kinyope		
Translucent, strong aromatic, long and slender grains; no broken grains	TXD-220	1
Less translucent, strong aromatic, long and slender grains; no broken grains	Supa Utafiti	2
Translucent, strong aromatic, long and medium slender grains; and few broken grains	Rangimbili	3
Translucent, strong aromatic, long and medium slender grains; few broken grains	Kihogo Red Sel. No 7	3
b. Kitere		
Translucent, strong aromatic, long and slender grains, and easy to mill	TXD-306	1
Translucent, aromatic, long and slender grains and easy to mill	TXD-220	2
Translucent, aromatic, long but medium slender grains; and relatively hard to mill	Supa Utafiti	3
Translucent, aromatic, long but medium slender and relatively hard to mill	Tunduru	3
Grain colour cream/milky, aromatic, long but less bold grains and relatively hard to mill	Agulha	3

Table 4
Ranking of most liked cooked rice varieties

1999/2000 season		2000/01 season	
a. Kinyope			
TXD 220	1	TXD-306	1
Supa Utafiti	2	Supa Utafiti	2
Subarimati	3	Rangimbili	3
Kihogo Red Selection N°. 7	4	Kihogo Red Selection N°. 7	4
Rangimbili	5	TXD-88	5
TXD 306	6	Supa Kinyope	6
Supa Kinyope	7	TXD-220	7
TXD 88	8	Subarimati	8
Chi-square= 11.6; df= 9; P= 0.11			
b. Kitere			
Supa Kitere	1	Kihogo Red Selection N°. 7	1
Supa Utafiti	2	Supa Kitere	2
Tunduru	3	Rangimbili	3
Subarimati	4	Tunduru	4
TXD 306	5	TXD-306	5
TXD 88	6	TXD-85	6
TXD 220	7	TXD-220	7
Kihogo Red Selection N°. 7	8	Supa Utafiti	8
Rangimbili	9	Subarimati	9
TXD 85	10	TXD-88	10
Chi-square= 16.44; df= 9; P= 0.058			

Table 5
Statistical analysis of improved materials (%) better, the same or worse than the local variety as perceived by farmers

Selection criteria	% Improved materials				Significance between categories
	Better	Same	Worse	SD	
a. Kinyope					
Many tillers	61.6	19.3	19.2	20.6	ns
Long panicles	27.0	30.8	42.4	7.4	ns
Plant height	7.7	30.8	61.6	15.9	***
Uniform maturity	46.2	0.0	53.8	23.3	***
Early maturity	69.2	0.0	30.8	25.3	***
Slender grains	23.1	30.7	46.2	19.3	ns
Long grains	23.1	26.9	50.0	19.3	ns
Light brown husks	57.7	11.5	30.8	14.6	*
Well filled grains	45.9	19.2	34.6	10.6	ns
Aroma	7.7	15.4	77.0	21.8	***
Milling recovery	15.3	69.4	15.3	17.2	***
b. Kitere					
Many tillers	70.0	30.0	0.0	25.6	**
Long panicles	33.2	30.0	36.7	5.3	ns
Slender grains	23.3	33.3	43.4	11.3	ns
Long grains	13.3	26.6	60.1	13.9	*
Early maturity	53.1	40.0	6.7	18.5	ns
Light brown husks	20.0	46.6	33.4	9.8	ns
Well filled grains	46.7	20.0	33.3	10.0	ns
Aroma	13.3	33.3	53.4	11.4	***
Milling recovery	10.0	43.3	46.7	12.6	*

significant at 5%, ** significant at 1% and *** significant at 0.1%

and aromatic grains for which their popularity stands, farmers' varieties lack most of the preferred attributes such as early maturity and many tillers. This implies that improved varieties with qualities comparable or slightly lower than farmers' varieties have a higher chance for adoption.

During 1999/2000 season, farmers in Kinyope selected Line TXD-220 as overall the best mainly because of earliness and uniform maturity. Also, it resembles the farmers' variety in plant architecture and grain qualities. Farmers in Kitere selected variety TXD-88, Lines TXD-220 and TXD-306 as overall the best due to their higher tillering ability, bigger panicle size; well filled long and slender grains, aromatic and good grain quality. In 2000/2001 season, farmers in Kinyope on the other hand selected Line TXD-220 and variety Supa Utafiti as overall the best performers. They argued that it would be extremely difficult to get a variety with all desirable attributes but should rate highly in some and rank moderately in others. Line TXD-220 was among the highly rated at maturity stage. It featured well in evaluation of un-milled grains and moderately as milled and cooked rice. Farmers in Kitere selected Line TXD-306 followed by Line TXD-220 as the best. Line TXD-306 has similar but sometimes (according to some farmers) better eating qualities than the local variety. It produces more tillers per hill unlike the local variety. On the other hand, Line TXD-220 has the best milling and grain qualities.

Farmers' evaluation criteria and how they differ from scientists'

Farmers in Kinyope and Kitere involved many criteria including such ones as plant architecture, grain preferences, cooking characteristics and taste. Most of these entail qualitative data, which are subjective or difficult to measure. However, in this study an attempt was made to address farmers' preferences in a scientific way. Combining farmers' and researchers' evaluations is a powerful tool for crosschecking assumptions and coming to a more accurate assessment of a technology's usefulness and adoptability (12).

Farmers in Kinyope, preferred materials that resemble their local varieties in grain and eating qualities and plant architecture. Farmers in Kitere selected varieties with anticipated market preferences such as aroma and grain quality, and with early to medium maturity durations to minimise the risk of crop failure. By involving farmers in the evaluation, socio-economic aspects such as market preferences are implicitly covered. The overall evaluation involves weighing up the nature and size of the effects of a new technology in order to assess whether the technology is, on balance, worthwhile (12). Scientists' evaluations on the other hand, seek to provide hard quantitative data on a limited set of criteria, such as yield and yield components. In Kitere, variety Dakawa that has been growing there for a number of

years was given low preference despite its high yield performance. Line TXD-299 although had the highest average grain yield, was among the varieties farmers gave the lowest rating due to very poor grain and eating qualities.

There are many examples of farmers giving higher priority to other characteristics when evaluating or choosing to adopt new varieties (1, 2, 5, 8, 10).

Conclusions

Results from these evaluations have showed that farmers in Kitere and Kinyope were eager to adopt new improved varieties; but they preferred those with long and slender grain size, strong aroma and good milling qualities. However, the varieties were more accepted if in addition they had a short to medium maturity period, high tillering ability and uniform maturity. The implication for future work is that additional emphasis should be given to incorporate farmers' selection criteria in the

breeding programme next to traditional criteria such as yield and disease resistance. The findings further underscored the importance of farmers' participation in variety development. It provided the necessary information to breeders and agronomists in their search for preferred traits. Farmers on the other hand were able to learn things they had not known before such as photosensitivity of some varieties. Also through this study, ways to identify and quantify evaluation criteria and getting to grips with farmers' criteria were unveiled.

Acknowledgements

This research was funded by the Belgium Directorate for International Co-operation in partnership with the Ministry of Agriculture and Food Security, Tanzania. We would like to thank Lawrence Emmanuel, R. Libuhi and A. Nachundu for their assistance during the fieldwork. Sincere thanks are due to the farmers for their valuable time and kind collaboration.

Literature

1. Amir P., Hawkins R.C., & Mulyadi D.M., 1989, Methods of on-farm research pp 68-93, *in*: Sukman S., Amir P., & Mulyadi D.M. (Editors), Developments in procedures for farming systems research: Proceedings of an international workshop held at Puncak, Bogor, Indonesia, 13-17 March, 1989. AARD, Jakarta, Indonesia.
2. Ashby J.A., Quiros C.A., & Rivera Y.M., 1987, Farmer participation in on-farm variety trials. ODI Agricultural administration (R & E) network, discussion paper N° 22, ODI, London, UK.
3. Ashby J.A., 1990, Evaluating technology with farmers, A Handbook: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Columbia.
4. Bennett J.G., Brown L.C., Geddes A.M.W., Hendy C.R.C., Lavelle A.M., Sewell L.G. & Rose Innes R., 1979, Mtwara/Lindi Regional integrated development programme. Report of the zonal survey team in phase 2 Volume I. The physical environment.
5. Gurung M.B., 1990, Design and analysis of on-farm experiments in the eastern hills. PAC Occasional paper N° 7. Pakhribas agricultural centre, Nepal.
6. Joshi A. & Witcombe J.R., 1996, Farmer participatory crop improvement. II. Participatory variety selection, a case study in India. *Expl Agric.* 32, 461-477.
7. Kips P.A. & Kimaro R.K., 1991, Soil and water management, *in*: Soil conditions and land suitability for irrigated agriculture of Kitere scheme (Mtwara region).
8. Low A.R.C., Waddington S.R. & Shumba E.M., 1991, On-farm research in southern Africa: The prospects for achieving greater impact pp 257-272, *in*: Tripp, R. (Editor), Planned change in farming systems: Progress in on-farm research. Wiley & Sons, Chichester, UK.
9. Ministry of agriculture, 1992, Diagnostic survey report of west Lindi/East Nachingwea/North east Masasi. Farming systems research/socio-economics unit, ARI Naliende, Tanzania.
10. Negassa A., Tolessa B., Franzel S., Gemechu G. & Dadi L., 1991, The introduction of an early maturing maize, *Zea mays*, variety to a mid-altitude farming system in Ethiopia. *Expl Agric.* 27, 375-384.
11. SAS Users Guide: Statistics version 8.2 edition. SAS Institute incorporation Cary North Carolina USA.
12. Williams C., 1992, *in*: Designing on-farm experiments for tropical crop production pp 14 and 96. MSc dissertation, University of Reading, UK.
13. Yoshida S., 1981, Fundamentals of rice crop science. The International Rice Research Institute, Manila, Philippines. Pp: 60-61.

E.M. Kafiriti, Tanzanian, MSc in Agronomy, Researcher agronomist, Naliende Agricultural Research Institute, P.O. Box 509, Mtwara, Tanzania. Tel. 00255 23 2333836, E-mail: kafiriti@hotmail.com. To whom all correspondence should be sent.

S. Msomba, Tanzanian, MSc in Plant breeding, Researcher, Naliende Agricultural Research Institute P.O. Box 509, Mtwara, Tanzania.

S. Dondeyne, Belgian, MSc in Soil Science and Master in Irrigation Engineering, Researcher and past project, Agricultural Research Institute, KATRIN Private Bag, Ifakara, Tanzania.

J. Deckers, Belgian, PhD, Agricultural Engineering, Research and Professor, Institute for Land and Water Management Katholieke Univesiteit Leuven, Vital Decosterstraat 102, Leuven, Belgium.

D. Raes, Belgian, PhD, Agricultural Engineering, Research and Professor, Institute for Land and Water Management Katholieke Univesiteit Leuven, Vital Decosterstraat 102, Leuven, Belgium.

Crise cotonnière en Centrafrique et choix des agriculteurs en fonction de leur localisation à la ville

E. Mbétid – Bessane¹

Keywords: Cotton crisis- Choice of farmers- Location

Résumé

Une étude sur les choix culturels des agriculteurs par rapport à leur localisation à la ville, suite à la crise cotonnière de 1998, a été réalisée en Centrafrique. Après avoir choisi 92 groupements de producteurs autour de deux villes dans 4 cercles concentriques, un recueil de statistiques et des enquêtes ont été menés pendant trois campagnes agricoles. Les régressions des surfaces et productions par rapport aux distances des exploitations à la ville ont été effectuées. Les résultats montrent une dépendance entre surfaces cultivées, production et distance à la ville. Plus l'exploitation s'éloigne de la ville, plus la surface cotonnière et sa production augmentent tandis que la part de la surface vivrière diminue. La délocalisation d'une exploitation à 10 km plus loin de la ville entraîne une augmentation de la surface cotonnière de 5,8 ares et de sa production de 58,8 kg et une diminution de la part de la surface vivrière de 4%. Ainsi les exploitations localisées plus loin de la ville optent pour la stratégie cotonnière et celles localisées à proximité de la ville optent pour la stratégie vivrière. Le contexte socio-économique local de l'exploitation en terme de proximité au marché joue donc un rôle déterminant dans la prise de décision des agriculteurs.

Summary

Cotton Crisis in Central African Republic and Choice of Farmers According to their Location to the City

A study on the choice cropping pattern by farmers as compared to their location to the city, following the cotton crisis of 1998, has been conducted in Central African Republic. After having chosen 92 producer groups around two cities distributed in 4 concentric circles, a collection of statistics and surveys have been realised during three agricultural campaigns. Regressions of surfaces and production to distances of farms to the city have been calculated. Results show the dependence between cultivated surfaces, production and distance to the city. The more a farm is far from the city, the more its cotton surface and its production increase while the share of food crops surface decreases. An increase by 10 km of the position of a farm from the city entails an increase by 5.8 ares of its cotton surface and by 58.8 kg of its cotton production while a diminution of 4% is observed in the surface of food crops. Farms located far from the city choose a cotton strategy while those located close to the city choose to develop a "food crops" strategy. The local socio-economic context of farms in term of proximity to the market plays a determining role in the decision-making of farmers.

Introduction

En Centrafrique, la filière cotonnière est en crise depuis 1998 sous l'effet de la baisse continue du prix de la fibre sur le marché mondial. Les mesures d'ajustement de cette filière prises par l'Etat à savoir l'accroissement des prix d'engrais de 57% et d'insecticide de 63% et la réduction du prix du coton graine de 12% en deux ans (1998 à 2000) se sont traduites par une baisse de production de coton de plus de 50% et de revenu de 73% pendant la même période. Ainsi 25% des producteurs ont abandonné le coton et 58% d'entre eux ont réduit les surfaces cotonnières de l'ordre de 38% (6).

La dégradation des conditions de production a manifestement réduit l'intérêt de la culture cotonnière pour les producteurs. Même si un retour à de meilleurs cours

devait permettre de redresser la rentabilité de la production, l'incertitude qui plane sur le devenir de la filière avec le processus de libéralisation engagé partout en Afrique demeure posée. Ainsi, les producteurs n'ont pas attendu l'Etat pour adapter leur système de production à ce nouvel environnement (4). Le présent article vise à déterminer l'influence qu'exerce la distance des exploitations par rapport aux centres urbains dans les choix des spéculations pratiquées par les agriculteurs.

Méthodes

Nous sommes partis du principe que la recherche de moindre coût par les consommateurs et la concurrence

¹ Université de Bangui, Département des Sciences Economiques - Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale. B.P. 1983 Bangui, Centrafrique, Fax: (236) 61 78 90, E-Mail: mbetid@hotmail.com

Reçu le 17.12.02. et accepté pour publication le 28.08.03.

entre les agriculteurs conduisent à localiser les productions en cercles concentriques autour de la ville (2). Nous avons privilégié comme variable de décision quant aux choix des surfaces cultivées pour chaque spéculation la distance qui sépare l'exploitation des principales villes. Nous avons retenu deux villes de la zone cotonnière: Bossangoa dans le bassin du nord-ouest et Bambari dans le bassin du centre-est à cause de leur population relativement élevée par rapport aux autres villes. En outre, ces deux villes constituent des centres de collecte des produits agricoles. Nous avons choisi 46 groupements de producteurs dénommés groupements d'intérêts ruraux (GIR, comptant en moyenne 88 producteurs de coton) autour de chaque ville dans 4 cercles concentriques respectivement de 25, 50, 75 et 100 km de rayons (Tableau 1), soit 92 GIR.

Tableau 1
Echantillon de l'étude

Rayon du cercle concentrique	Nombre de GIR retenus	
	Bossangoa	Bambari
0 – 25 km	6	6
25 – 50 km	8	10
50 – 75 km	12	20
> 75 km	20	10
Total	46	46

Nous avons procédé d'abord au recueil des données secondaires et ensuite à une enquête par questionnaire. Pour chaque GIR, nous avons d'abord relevé les surfaces et les productions cotonnières des campagnes agricoles 1998/99, 1999/00 et 2000/01 auprès de la Société Cotonnière Centrafricaine (SOCOCA). Nous avons ensuite enquêté 5 exploitations choisies au hasard par GIR sur la part des surfaces vivrières par rapport à la surface totale cultivée de l'exploitation pour les mêmes campagnes, soit 460 exploitations. Nous avons fait la moyenne des surfaces et des productions cotonnières, et des parts des surfaces vivrières sur les trois campagnes agricoles par GIR. Nous avons, par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) (1), établi les droites de régression entre les surfaces cotonnières, les productions cotonnières et la part des surfaces vivrières par rapport aux distances qui séparent les GIR des villes de Bossangoa et de Bambari, ce qui a abouti à la modélisation de la localisation des exploitations agricoles. Nous avons ensuite procédé à l'extension et à la validation, par enquête, des modèles de localisation des exploitations par rapport au marché auprès de 200 exploitations agricoles qui ne font pas partie des échantillons précédents.

Résultats

Localisation des exploitations et importance de la culture du coton

Le coton étant une culture industrielle dont la production est achetée par la SOCOCA qui assure l'évacuation vers les usines d'égrenage, nous avons émis l'hypothèse que la surface qui lui est allouée et sa production pourraient augmenter quand on s'éloigne de la ville. Les résultats de l'analyse pour l'ensemble de la zone cotonnière donnent les modèles qui suivent (n: le nombre d'observations et R²: le coefficient de détermination):

Surface cotonnière= 18,46 + 0,58 distance
(n= 92 et R²= 0,82 avec un niveau de signification P= 0,00)

Production cotonnière= 5,88 distance
(n= 92 et R²= 0,80 avec un niveau de signification P= 0,00)

Ces modèles montrent une dépendance d'une part entre la surface cotonnière et la distance, et d'autre part, entre la production cotonnière et la distance. Plus l'exploitation est éloignée de la ville, plus la surface allouée au coton et la production augmentent. Selon ce modèle, une augmentation de la distance d'une exploitation de la ville de 10 km entraîne une augmentation de la surface cotonnière de 5,80 ares et une augmentation de la production de coton graine de 58,80 kg. En procédant à la même analyse dans les bassins du nord-ouest autour de la ville de Bossangoa et du centre-est autour de la ville de Bambari, nous avons obtenu des résultats similaires mais avec des corrélations plus élevées.

Ville de Bossangoa

Surface cotonnière= 15,87+ 0,87 distance
(n= 46 et R²= 0,96 avec un niveau de signification P= 0,00)

Production cotonnière= 8,76 distance
(n= 46 et R²= 0,90 avec un niveau de signification P= 0,00)

Ville de Bambari

Surface cotonnière= 12,32 + 0,57 distance
(n= 46 et R²= 0,97 avec un niveau de signification P= 0,00)

Production cotonnière= 5,48 distance
(n= 46 et R²= 0,98 avec un niveau de signification P= 0,00)

L'éloignement d'une exploitation de 10 km de la ville de Bossangoa entraîne une augmentation de la surface cotonnière de 8,70 ares et de la production de 87,60 kg de coton graine, contre 5,7 ares et 54,8 kg pour la ville de Bambari.

Localisation des exploitations et importance de la culture vivrière

En partant de l'hypothèse que la part de la surface vivrière par rapport à la surface totale cultivée diminue quand on s'éloigne des grands centres de consommation que constituent les villes, les résultats de l'analyse donnent les modèles qui suivent, à partir de l'échantillon précédent.

Pour la zone

Part de la surface vivrière = $0,779 - 0,002 \text{ distance}$
($n = 92$ et $R^2 = 0,92$ avec un niveau de signification $P = 0,00$)

Ville de Bossangoa

Part de la surface vivrière = $0,777 - 0,004 \text{ distance}$
($n = 46$ et $R^2 = 0,98$ avec un niveau de signification $P = 0,00$)

Ville de Bambari

Part de la surface vivrière = $0,843 - 0,002 \text{ distance}$
($n = 46$ et $R^2 = 0,97$ avec un niveau de signification $P = 0,00$)

Ces modèles montrent aussi une dépendance entre la part de la surface vivrière par rapport à la surface totale cultivée et la distance séparant l'exploitation de la ville. Plus l'exploitation est située loin de la ville, plus la part de la surface vivrière par rapport à la surface totale cultivée diminue. Ainsi, l'éloignement d'une exploitation à 10 km de la ville se traduit par une diminution de la part de la surface vivrière par rapport à la surface totale de 4% pour la ville de Bossangoa et de 2% pour la ville de Bambari, de même pour l'ensemble de la zone.

Validation des modèles de localisation des exploitations

L'enquête de validation des modèles de localisation des exploitations par rapport aux marchés, à partir de 200 exploitations, a permis de confirmer les relations entre la localisation des exploitations et les différents types de stratégies (7) (Tableau 2).

Les exploitations à stratégie cotonnière sont localisées plus loin des villes tandis que les exploitations à stratégie vivrière sont plus proches des villes. Les exploita-

Tableau 2

Localisation des types d'exploitation

Distance ville - exploitation	Stratégies		
	cotonnière	vivrière	diversification
0 – 25 km	0%	40%	20%
25 – 50 km	0%	37%	28%
50 – 75 km	39%	11%	30%
> 75 km	61%	12%	22%

tions à stratégie de diversification sont irrégulièrement localisées.

Discussion et conclusion

Les résultats de l'étude sont conformes à la théorie microéconomique: l'espace joue un rôle prépondérant dans la prise de décision en agriculture (2). La théorie de la localisation des productions avec l'approche de Ricardo et celle de Von Thünen montre l'importance de l'espace en économie rurale (3, 5), ce qui vient d'être confirmé en Centrafrique. Un agriculteur situé près d'un centre urbain ne pratique pas les productions qui ne prennent pas en ligne de compte cette localisation. Confrontés à la crise cotonnière, les agriculteurs centrafricains se situent bien dans cette logique économique aujourd'hui.

La crise cotonnière et l'existence de marchés permanents dans les villes exigent une meilleure utilisation des terres ainsi situées. Les producteurs centrafricains localisés autour des villes de la zone cotonnière développent la stratégie vivrière marchande, à cause de la proximité des marchés et par conséquent des coûts de transport relativement plus bas, puisque des modes plus simples de transport peuvent être utilisés. En revanche, les producteurs localisés plus loin des villes développent la stratégie cotonnière à cause de leur besoin en espace et de la prise en charge du coût de transport de coton graine par la Société Cotonnière. Ainsi, le contexte socio-économique local de l'exploitation agricole en terme de proximité au marché joue un rôle déterminant dans la prise de décision des agriculteurs en Centrafrique. Ce rapport au marché prend une place importante dans la gestion des exploitations agricoles, surtout avec les évolutions actuelles de la filière cotonnière.

Références bibliographiques

- Bourbonnais R., 1993, *Econométrie*. Dunod, Paris.
- Boussard J.M., 1987, *Economie de l'agriculture*. Economica, Paris.
- Boussard J.M., 1992, *Introduction à l'économie rurale*. Cujas, Paris.
- Gafsi M. & Mbéti-Bessane E., 2001, *Stratégies des producteurs de coton dans le contexte de libéralisation de la filière*. Le cas de Centrafrique. Communication au Colloque international «Un produit, une filière, un territoire», Toulouse du 21 au 23 mai 2001.
- Gould J.P. & Ferguson C.E., 1991, *Théorie microéconomique*. Economica, Paris.
- Mbéti-Bessane E., 2002, *Gestion des exploitations agricoles dans le processus de libéralisation de la filière cotonnière en Centrafrique*. Thèse de doctorat (nouveau régime) en économie, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Mbéti-Bessane E. & Gafsi M., 2002, *Crise cotonnière, évolution et différenciation des exploitations agricoles en Centrafrique*. Communication au Colloque international «Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis», Garoua du 27 au 31 mai 2002.

INDEX

INDEX AUTHORS

- Adamou-N'Diaye M., 51
 Adanléhoussi A., 135
 Adedeji A.A., 199
 Adegbite A.A., 149
 Adoméfa K., 135
 Agbaje G.O., 149
 Ahoton L., 47
 Ajayi O., 117
 Akinlosotu T.A., 149
 Akoa Etoa Joséphine Mireille, 153
 Alika J.E., 173
 Amodu J.T., 42
 Anikwe M.A.N., 22, 179
 Atuma J., 179
 Badegana A.M., 101
 Balogun R.O., 42
 Bantodisa K.M., 112
 Bassowa H., 135
 Bationo A., 66
 Bessadok A., 167
 Bouanga Kalou Gisèle, 106
 Bouetou T.B., 73
 Chehaibi S., 86, 161
 Chiejina S.N., 186
 Codjo A.B., 56
 Coulibaly M.Y., 129
 Daouda I., 51
 Deckers J., 211
 Défly A., 135
 Dia D., 142
 Dieye P.N., 142
 Djabakou K., 135
 Dondeyne S., 211
 Ducarme Ch., 189
 Duong Nhut Long, 48
 Duteurtre G., 142
 El Gazzah M., 167
 Fakae B.B., 186
 Fiogbé E.D., 31, 92
 Fondio L., 129
 Fontem D.A., 36
 Foto S.M., 73
 Gbangboché A.B., 51
 Hannachi C., 16
 Haouala F., 16
 Igwe G.O.I., 61
 Jimba S.C., 199
 Kachaka S.K., 28, 97
 Kafiriti E.M., 211
 Kallah M.S., 42
 Kasongo K.M., 112
 Kéléké S., 3, 106
 Kemka N., 73
 Kestemont P., 31
 Khochlef Imen, 167
 Kiyindou A., 10
 Koala S., 66
 Kobawila S.C., 3, 106
 Kouagou.N'T., 135
 Likoko B., 112
 Louembé D., 3, 106
 Magein H., 129
 Marley P.S., 117
 Mbah C.N., 22
 Mbétid- Bessane E., 218
 Mbuya K., 112
 Merckx R., 28, 97
 Mergeai G., 49
 Micha J.-C., 31, 189
 Mpoame M., 153
 Msomba S., 211
 Musongong G.A., 186
 Nguedji J.B.T., 73
 Nianogo A.J., 122
 Njiné T., 73
 Nola M., 73
 Nwankiti A.O., 79
 Nzouzi J.P., 3
 Okeudo N.J., 61
 Okoli I.C., 61
 Okonkwo C.I., 22
 Oluma H.O.A., 79
 Omokanye A.T., 42
 Omokhafa K.O., 173
 Onifade O.S., 42
 Ouédraogo S., 204
 Pieters J.G., 86, 161
 Promotion CIPSAT 2002-2003, 1
 Raes D., 211
 Sall M., 142
 Sawadago L., 122
 Shapiro B., 66
 Showemimo F.A., 157
 Silué S., 129
 Sissokho M.M., 142
 Téguia A., 153
 Verschoore R.A., 86, 161
 Vlassak K., 28, 97
 Walangululu M.J., 112
 Yamoah C.F., 66
 Zébazé S.H., 73
 Zid E., 16
 Zoundi J.S., 122

INDEX COUNTRIES

- Australia 47
 Belgium 1, 28, 49, 97, 189
 Benin 31, 51, 56, 92, 135
 Burkina Faso 122, 204
 Cameroon 36, 73, 101, 153
 Congo 3, 10, 106
 Democratic Republic of Congo 112
 Ivory Coast 129
 Niger 66
 Nigeria 22, 28, 42, 61, 79, 117, 149, 157, 173, 179, 186, 199
 Republic of Central Africa 218
 Senegal 142
 Tanzania 211
 Togo 135
 Tunisia 16, 86, 161, 167
 Vietnam 48

INDEX SUBJECTS

Animal Health

- Evaluation of the Efficiency of Aqueous Extracts of Papaw Seeds (*Carica papaya* L.) for the Treatment of Caecum *Eimeria tenella* Coccidiosis in Broiler Chicken (*in French*) 153

Animal Nutrition

- Zootechnic Performances Compared between Freshwater Rotifer *Brachionus calyciflorus* and Nauplii *Artemia salina* in River Perch *Perca fluviatilis* L. (*in French*) 31
 Evaluation of Dual-purpose Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Varieties for Grain and Fodder Production at Shika, Nigeria (*in English*) 42
 Estimation of Energy Requirement of Benin Indigenous Pigs during Growing Period from 7 to 22 kg Liveweight (*in French*) 56

Contribution to the Study of the Nutritional Requirements in the Larvas and Juveniles of the River Perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.) (in English)	92
Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina-Faso (in French)	122
Animal Production	
Effect of Production Systems on Age at First Calving on Borgou Cow in Benin. -Retrospective Study (in French)	51
Estimation of Energy Requirement of Benin Indigenous Pigs during Growing Period from 7 to 22 kg Liveweight (in French)	56
Hematological Characteristics of Ducks (<i>Cairina moschata</i>) of Southeastern Nigeria (in English)	61
Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina-Faso (in French)	122
The Performances of Somba Cattle Race in Rural Area (in French)	135
Genetic Resources of the Local Chickens in Tunisia (in French)	167
Hematological Values of out Bred Domestic Rabbits in Eastern Nigeria (in English)	186
Aquatic Medium	
Use of Ciliate Protozoa (<i>Paramecium africanum</i> , <i>Colpidium uncinatum</i> , <i>Neobursaridium gigas</i>) for Bacterial Purification of Polluted Water (in French)	73
Bibliography	94, 160
Biomass Production	
Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes (in English)	179
Cattle Breeding	
The Performances of Somba Cattle Race in Rural Area (in French)	135
Economics	
Peri Urban Milk Production in Southern Senegal. Seasonnality of Supply and Economic Performances (in French) ...	142
Impact of Improved Varieties of Cowpea on Farm Income in the Central Plateau of Burkina Faso (in French)	204
Editorial	
Is it Utopia to Take into Account Animal Well-being in Low Income Southern Countries? (in French)	1
A Good Start for 2003 (in French and in English)	49
Entomology	
Contribution to the Knowledge of the Ecology and Biology of Homopterous Pests of Fruit Trees and other Plants: II.- The Influence of the Host Plant and its Phenology on the Evolution of Infestation of <i>Aleurodicus dispersus</i> Russell (Hom.: Aleyrodidae) in Republic of the Congo (in French)	10
Farmers'practice	
Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina-Faso (in French)	122
Farming Systems	
Sustainable Development of Integrated Rice-fish Polyculture Systems in the Mekong Delta of Vietnam (in English) ...	48
Fish Farming	
Zootechnic Performances Compared between Freshwater Rotifer <i>Brachionus calyciflorus</i> and Nauplii <i>Artemia salina</i> in River Perch <i>Perca fluviatilis</i> L. (in French)	31
Sustainable Development of Integrated Rice-fish Polyculture Systems in the Mekong Delta of Vietnam (in English) ...	48
Contribution to the Study of the Nutritional Requirements in the Larvas and Juveniles of the River Perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.) (in English)	92
Intensive Production of African Catfish, <i>Clarias gariepinus</i> (in French)	189
Food resource	
Microbiological Study of «Ntoba-Mbodi», Fermented Cassava Leaves (in French)	106
Peri Urban Milk Production in Southern Senegal. Seasonnality of Supply and Economic Performances (in French) ...	142
Genetic Resources of the Local Chickens in Tunisia (in French)	167
Intensive Production of African Catfish, <i>Clarias gariepinus</i> (in French)	189
Food technology	
Lactic Acid Bacteria Involved in the Processing of Poto-Poto, a Congolese Fermented Maize Dough (in French)	3
Microbiological Study of «Ntoba-Mbodi», Fermented Cassava Leaves (in French)	106
Peri Urban Milk Production in Southern Senegal. Seasonnality of Supply and Economic Performances (in French) ...	142
Forestry	
Mycorrhizal Status of Okoume (<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre) in Artificial Regeneration in South Cameroon (in French) ..	104

Human nutrition	
Lactic Acid Bacteria Involved in the Processing of Poto-Poto, a Congolese Fermented Maize Dough (<i>in French</i>)	3
Microbiological Study of «Ntoba-Mbodi», Fermented Cassava Leaves (<i>in French</i>)	106
Hydrobiology	
Use of Ciliate Protozoa (<i>Paramecium africanum</i> , <i>Colpidium uncinatum</i> , <i>Neobursaridium gigas</i>) for Bacterial Purification of Polluted Water (<i>in French</i>)	73
Livestock System	
Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina-Faso (<i>in French</i>)	122
Parasitology	
Evaluation of the Efficiency of Aqueous Extracts of Papaw Seeds (<i>Carica papaya</i> L.) for the Treatment of Caecum <i>Eimeria tenella</i> Coccidiosis in Broiler Chicken (<i>in French</i>)	153
Pedology	
Microbial Biomass Changes during Decomposition of Plant Residues in a Lixisol (<i>in English</i>)	28
Use of the Wild Australian Species <i>Gossypium sturtianum</i> J.H. Willis and <i>G. australe</i> F. Muell to Improve <i>G. hirsutum</i> L. (<i>in English</i>)	47
Modelling C Turnover through the Microbial Biomass in Soil (<i>in English</i>)	97
Correlation and Path Coefficients of Seed and Juvenile Characters with Respect to Latex Yield in <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. (<i>in English</i>)	173
Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes (<i>in English</i>)	179
Plant Genetics	
Exploitation of Somaclonal Variability for Research of Carnation (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) Tolerant to Salinity (<i>in French</i>)	16
Use of the Wild Australian Species <i>Gossypium sturtianum</i> J.H. Willis and <i>G. australe</i> F. Muell to Improve <i>G. hirsutum</i> L. (<i>in English</i>)	47
Selection of Four Onion Varieties (<i>Allium cepa</i> L.) Adapted to the North of Ivory Coast (<i>in French</i>)	129
Performance of New Hybrid Yam (<i>D. Rotundata</i> Poir) Varieties in the Forest Zone of Nigeria (<i>in English</i>)	149
Selection Criteria for Combining High Yield and <i>Striga</i> Resistance in Sorghum (<i>in English</i>)	157
Coming to Grips with Farmers' variety Selection- the Case of New Improved Rice Varieties under Irrigation in South East Tanzania (<i>in English</i>)	211
Plant Inventory	
Inventory of Vegetal Species Cultivated in Plots Gardens in Urban Environment. Instance of Limete Commune- Kinshasa- Democratic Republic of Congo (<i>in French</i>)	89
Plant Pathology	
Quantitative Effects of Early and Late Blights on Tomato Yields in Cameroon (<i>in English</i>)	36
Seed-storage Mycoflora of Peanut Cultivars Grown in Nigerian Savanna (<i>in English</i>)	79
Effect of Sowing Date on Anthracnose of Sorghum in the Nigerian Sudan Savanna (<i>in English</i>)	117
Selection Criteria for Combining High Yield and <i>Striga</i> Resistance in Sorghum (<i>in English</i>)	157
Plant Production	
Exploitation of Somaclonal Variability for Research of Carnation (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) Tolerant to Salinity (<i>in French</i>)	16
Nodulation Effectivity, N-Accumulation and Yield of Soybean (<i>Glycine max</i>) in a Clayloam Soil Treated with Pre-and Post-Emergence Herbicides (<i>in English</i>)	22
Quantitative Effects of Early and Late Blights on Tomato Yields in Cameroon (<i>in English</i>)	36
Evaluation of Dual-purpose Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) Varieties for Grain and Fodder Production at Shika, Nigeria (<i>in English</i>)	42
Use of the Wild Australian Species <i>Gossypium sturtianum</i> J.H. Willis and <i>G. australe</i> F. Muell to Improve <i>G. hirsutum</i> L. (<i>in English</i>)	47
Soil Management Practices to Improve Nutrient-use Efficiencies and Reduce Risk in Millet-based Cropping Systems in the Sahel (<i>in English</i>)	66
Behaviour and Performance of Eight Lines of Rainfed Rice Selected at Yangambi (<i>in French</i>)	112
Effect of Sowing Date on Anthracnose of Sorghum in the Nigerian Sudan Savanna (<i>in English</i>)	117
Selection of Four Onion Varieties (<i>Allium cepa</i> L.) Adapted to the North of Ivory Coast (<i>in French</i>)	129
Performance of New Hybrid Yam (<i>D. Rotundata</i> Poir) Varieties in the Forest Zone of Nigeria (<i>in English</i>)	149
Selection Criteria for Combining High Yield and <i>Striga</i> Resistance in Sorghum (<i>in English</i>)	157
Correlation and Path Coefficients of Seed and Juvenile Characters with Respect to Latex Yield in <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. (<i>in English</i>)	173
Effect of Plant Spacing in the Nursery on the Production of Planting Materials for Field Establishment of Vetiver Grass (<i>in English</i>)	199
Coming to Grips with Farmers' variety Selection- the Case of New Improved Rice Varieties under Irrigation in South East Tanzania (<i>in English</i>)	211

Cotton Crisis in Central African Republic and Choice of Farmers According to their Location to the City (<i>in French</i>) ...	218
Plant Protection	
Contribution to the Knowledge of the Ecology and Biology of Homopterous Pests of Fruit Trees and other Plants: II.- The Influence of the Host Plant and its Phenology on the Evolution of Infestation of <i>Aleurodicus dispersus</i> Russell (Hom.: Aleyrodidae) in Republic of the Congo (<i>in French</i>)	10
Nodulation Effectivity, N-Accumulation and Yield of Soybean (<i>Glycine max</i>) in a Clayloam Soil Treated with Pre-and Post-Emergence Herbicides (<i>in English</i>)	22
Quantitative Effects of Early and Late Blights on Tomato Yields in Cameroon (<i>in English</i>)	36
Effect of Sowing Date on Anthracnose of Sorghum in the Nigerian Sudan Savanna (<i>in English</i>)	117
Selection Criteria for Combining High Yield and <i>Striga</i> Resistance in Sorghum (<i>in English</i>)	157
Ph.D. Thesis	
Use of the Wild Australian Species <i>Gossypium sturtianum</i> J.H. Willis and <i>G. australe</i> F. Muell to Improve <i>G. hirsutum</i> L. (<i>in English</i>)	47
Sustainable Development of Integrated Rice-fish Polyculture Systems in the Mekong Delta of Vietnam (<i>in English</i>) ...	48
Post Harvest Technology	
Seed-storage Mycoflora of Peanut Cultivars Grown in Nigerian Savanna (<i>in English</i>)	79
Poultry	
Hematological Characteristics of Ducks (<i>Cairina moschata</i>) of Southeastern Nigeria (<i>in English</i>)	61
Evaluation of the Efficiency of Aqueous Extracts of Papaw Seeds (<i>Carica papaya</i> L.) for the Treatment of Caecum <i>Eimeria tenella</i> Coccidiosis in Broiler Chicken (<i>in French</i>)	153
Genetic Resources of the Local Chickens in Tunisia (<i>in French</i>)	167
Ruminants	
Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina-Faso (<i>in French</i>)	122
The Performances of Somba Cattle Race in Rural Area (<i>in French</i>)	135
Socio-Economy	
Low Power Mechanisation and Small-scale Vegetable Production in the Tunisian Sahel Region. Part 1: Inquiry (<i>in French</i>)	86
Low Power Mechanisation and Small-scale Vegetable Production in the Tunisian Sahel Region. Part 2: On the Field Evaluation of Performances and of Soil Preparation Costs (<i>in French</i>)	161
Impact of Improved Varieties of Cowpea on Farm Income in the Central Plateau of Burkina Faso (<i>in French</i>)	204
Cotton Crisis in Central African Republic and Choice of Farmers According to their Location to the City (<i>in French</i>) ...	218
Soil Fertility	
Microbial Biomass Changes during Decomposition of Plant Residues in a Lixisol (<i>in English</i>)	28
Soil Management Practices to Improve Nutrient-use Efficiencies and Reduce Risk in Millet-based Cropping Systems in the Sahel (<i>in English</i>)	66
Modelling C Turnover through the Microbial Biomass in Soil (<i>in English</i>)	97
Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes (<i>in English</i>)	179
Soil Science	
Microbial Biomass Changes during Decomposition of Plant Residues in a Lixisol (<i>in English</i>)	28
Soil Management Practices to Improve Nutrient-use Efficiencies and Reduce Risk in Millet-based Cropping Systems in the Sahel (<i>in English</i>)	66
Modelling C Turnover through the Microbial Biomass in Soil (<i>in English</i>)	97
Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes (<i>in English</i>)	179
Veterinary Science	
Hematological Characteristics of Ducks (<i>Cairina moschata</i>) of Southeastern Nigeria (<i>in English</i>)	61
Evaluation of the Efficiency of Aqueous Extracts of Papaw Seeds (<i>Carica papaya</i> L.) for the Treatment of Caecum <i>Eimeria tenella</i> Coccidiosis in Broiler Chicken (<i>in French</i>)	153
Hematological Values of out Bred Domestic Rabbits in Eastern Nigeria (<i>in English</i>)	186

ORGANIZACIÓN

Naturaleza de la entidad responsable de la publicación y el asunto de la revista TROPICULTURA.

Agri-Overseas asbl es una asociación creada con el objetivo de establecer relaciones profesionales de interés común entre todos aquellos quienes obran para el desarrollo rural en los países del Sur. Esta asociación publica la revista científica y de información "Tropicultura" dedicada a los problemas rurales en los países en desarrollo.

Esta revista es editada trimestralmente con el apoyo de la Dirección General de la Cooperación al Desarrollo (DGCD), Servicio Público Federal de Asuntos exteriores, Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo, y aquel de la región de Bruselas - Capital.

Agri-Overseas asbl se compone de miembros individuales y de las instituciones belgas siguientes: las cuatro Facultades en Ciencias agrónomas de Bélgica (Gembloux, Gent, Leuven y Louvain- La- Neuve), las dos Facultades en Medicina veterinaria (Gent y Liège), el Departamento de Salud animal del Instituto de Medicina tropical de Emberes (Antwerpen), la Sección *interfacultaria* de Agronomía de la Universidad Libre de Bruselas, las Facultades Universitarias de Nuestra Señora de la Paz (Namur), la Fundación Universitaria Luxemburguesa (Arlon), la Dirección General de la Cooperación al Desarrollo (DGCD).

Consejo de administración

El consejo de administración de Agri-Overseas se compone del Profesor Dr J. Vercruysse, Presidente; del Dr Ir G. Mergeai, Administrador Delegado; del Dr E. Thys, Secretario; del Profesor Dr B. Losson, Tesorero; del Profesor Honorario Dr Ir J. Hardouin, miembro.

Comité de redacción

El comité de redacción se compone del Dr Ir G. Mergeai, Redactor en jefe, y de los siguientes redactores delegados: el Profesor Dr J. Deckers para «la Ecología, la Fertilidad de los suelos y los Sistemas de explotación», el Profesor Dr J.-C. Micha para «la Pesca y la Piscicultura», el Dr E. Thys para «la Producción animal y los Animales de caza», el Profesor Dr Ir P. Van Damme para «la Agronomía y la Silvicultura», el Profesor Dr J. Vercruysse para «la Salud animal» y Ir F. Maes, colaborador científico. La secretaría trata directamente los otros temas en lo que posee competencia (economía, sociología,...).

Secretaría de redacción

1A, Square du Bastion, B- 1050 Bruxelles – Bélgica
Teléfono: ++32.(0)2.550 19 61/ 62; Fax.: ++32.(0)2.514 72 77
Email: ghare.tropicultura@belgacom.net , mjdesmet.tropicultura@belgacom.net
Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

Distribución

La distribución de la revista TROPICULTURA es gratuita y puede ser obtenida con un simple pedido escrito, dirigido a la secretaría de redacción.

ALCANCE DE LA REVISTA

TROPICULTURA publica artículos originales, informes de investigación y síntesis, resúmenes de libros y tesis, así como informes de películas y soportes audiovisuales en lo que concierne a todas las áreas vinculadas al desarrollo rural: producciones vegetales y animales, ciencias veterinarias, ciencias forestales, ciencias del suelo y de la tierra, Ingeniería rural, ciencias del medio ambiente, bioindustrias, industria agro-alimentaria, sociología y economía.

INSTRUCCIÓN A LOS AUTORES

Los temas de los artículos publicados en la revista Tropicultura conciernen todo lo es vinculado al desarrollo rural y la gestión sostenible del medio ambiente de las regiones cálidas del planeta. Se dará la prioridad a los artículos que presentan asuntos originales, abarcando un ámbito lo más amplio posible, es decir cuyo contenido concierne sobre todo aspectos metodológicos transferibles en un conjunto amplio de medios ambientes y regiones del mundo. De igual manera, se dará una atención particular en la fiabilidad de las informaciones publicadas, es decir, cuando se trata de resultados experimentales, en el número de repeticiones de los ensayos, en el tiempo y en el espacio, que son al origen de los datos obtenidos.

Los manuscritos serán inéditos y no habrán sido sometidos a una publicación anteriormente o simultáneamente. Se pueden redactar en uno de los cuatro idiomas siguientes: inglés, español, francés y holandés. Los manuscritos están dirigidos al redactor en jefe a través del servicio postal, en tres ejemplares, en forma de documento en papel o directamente a la dirección electrónica de la secretaría de redacción, en forma de archivos adjuntos. Se redactarán en cara simple, en doble espacio (27 líneas de 60 caracteres por página en formato DIN A4), con un margen de 3,5 cm mínimo alrededor de la superficie imprimada. Ellos contendrán un máximo de diez páginas de texto (excluyendo la primera página, los resúmenes y las referencias bibliográficas).

La primera página llevará: el título, el título abreviado (máximo 55 caracteres), los apellidos y nombres completos de los autores, la dirección profesional completa de cada uno, los agradecimientos eventuales. El apellido del autor corresponsal será marcado mediante un "*" y su dirección completada por sus números de teléfono y telecopia y de su dirección electrónica.

Las páginas siguiendo la primera página presentarán: (i) los resúmenes (max 200 palabras) en el idioma del manuscrito y en inglés, precedidos del título traducido y seguidos de un máximo de seis palabras claves dentro de cada uno de los dos idiomas; (ii) el texto principal; (iii) la bibliografía; (iv) los cuadros numerados por medio de cifras árabes; (v) las ilustraciones identificadas sin ambigüedad por un número al verso; (vi) las leyendas de los cuadros y las ilustraciones. Todas las páginas serán numeradas en continuo. Las figuras serán dibujadas de manera profesional. Las fotografías serán proporcionadas no montadas, bien contrastadas sobre papel brillante.

Solamente los coautores, quienes habrán manifestado por escrito su acuerdo para que su nombre figura en un manuscrito, aparecerán en la versión final del artículo publicado en Tropicultura. Los acuerdos escritos de los coautores concerniendo este punto podrán ser transmitidos al Comité de redacción en forma de correo postal o electrónico. La aprobación del organismo de tutela de los autores es supuestamente adquirida para todo artículo que se publica en Tropicultura. Agri-Overseas declina toda responsabilidad en esa materia.

El primer depósito de un artículo a la redacción podrá hacerse en forma impresa o en forma electrónica. En la medida de lo posible, después de la aceptación del artículo para publicación, el autor dará su última versión, revisada y corregida, sobre un disquete (o en forma de archivo adjunto). El software Word es recomendado pero una versión ASCII o RTF de los archivos es aceptada.

El texto estará generalmente dividido en introducción, material y método, resultados, discusión, conclusiones. La subdivisión del texto no sobrepasará de dos niveles. Los subtítulos, muy concisos serán conformados en minúsculas y jamás no serán subrayados.

Las referencias estarán citadas dentro del texto por medio de números ubicados entre paréntesis. En caso de citación de varias referencias, sus números se sucederán por orden ascendente.

Las referencias bibliográficas serán clasificadas por orden alfabético de apellidos de autores y por orden cronológico para un autor dado. Ellas estarán numeradas en continuo, comenzando por la cifra 1.

Para los artículos de revistas, las referencias comprenderán: los apellidos de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el nombre de la revista, el número del volumen subrayado, los números de la primera y de la última página separadas por un guión.

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

Para las monografías, los elementos siguientes son esenciales: los apellidos de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el apellido del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado, el número total de páginas de la obra. Los informes de conferencias se tratan como monografías, además, ellos mencionarán si es posible el lugar, la fecha de la reunión y el (los) editor(es) científico(s).

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

Una comunicación personal será mencionada en el texto por las iniciales del nombre, seguidas del apellido, comunicación personal y el año. Ejemplo (W.R. Allan, comunicación personal, 1988). Esta referencia no se volverá a tomar dentro de las referencias bibliográficas.

Las referencias anónimas serán mencionadas numéricamente en el texto y en las referencias bibliográficas. Anónimo (año). Título. Fuente (donde las informaciones pueden ser encontradas.)

El comité de redacción se reserva el derecho de rechazar todo artículo no conforme a las prescripciones mencionadas en la parte superior.

Los artículos están sometidos a uno o a varios lectores escogidos por la redacción y esos lectores se mantendrán anónimos por los autores.

En caso de aceptación del artículo, la redacción exigirá un compromiso de los diferentes autores a ceder sus derechos de publicación a TROPICULTURA.

TROPICULTURA

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

Low Power Mechanisation and Small-scale Vegetable Production in the Tunisian Sahel Region. Part 2: On the Field Evaluation of Performances and of Soil Preparation Costs (<i>in French</i>) S. Chehaibi, J.G. Pieters & R.A. Verschoore	161
Genetic Resources of the Local Chickens in Tunisia (<i>in French</i>) A. Bessadok, Imen Khochlef & M. El Gazzah	167
Correlation and Path Coefficients of Seed and Juvenile Characters with Respect to Latex Yield in <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. (<i>in English</i>) K.O. Omokhafa & J.E. Alika	173
Characterizing the Suitability of Selected Indigenous Soil Improving Legumes in a Humid Tropical Environment Using Shoot and Root Attributes (<i>in English</i>) M.A.N. Anikwe & J. Atuma	179
Hematological Values of out Bred Domestic Rabbits in Eastern Nigeria (<i>in English</i>) G.A. Musongong, B.B. Fakae & S.N. Chiejina	186
Intensive Production of African Catfish, <i>Clarias gariepinus</i> (<i>in French</i>) Ch. Ducarme & J.-C. Micha	189
Effect of Plant Spacing in the Nursery on the Production of Planting Materials for Field Establishment of Vetiver Grass (<i>in English</i>) S.C. Jimba & A.A. Adedeji	199
Impact of Improved Varieties of Cowpea on Farm Income in the Central Plateau of Burkina Faso (<i>in French</i>) S. Ouédraogo	204
Coming to Grips with Farmers' variety Selection- the Case of New Improved Rice Varieties under Irrigation in South East Tanzania (<i>in English</i>) E.M. Kafiriti, S. Dondeyne, S. Msomba, J. Deckers & D. Raes	211
Cotton Crisis in Central African Republic and Choice of Farmers According to their Location to the City (<i>in French</i>) E. Mbétid- Bessane	218
INDEX	221

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

DGDC

DGCD