



*DGCI*

*DGIS*

# SOMMAIRE - INHOUD - SUMARIO

## ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Agua residual y complementada como sustituto del medio de cultivo "in vitro" de embriones de café Substitution du milieu de culture "in vitro" par l'eau usée ou supplémentée dans la culture des embryons du caféier Vervanging door of aanvulling met afvalwater van het "in vitro" cultuurmilieu van de cultuur van koffie embryo's	97
<b>R.A. Ramos, Mireya Cabrera, Maria Esther Gonzalez, S. Landazury, F. Girón &amp; Yunis Medero</b>	
Utilization of Urea Treated and Untreated Cocoa Pod Husk Based Diets by Growing Pigs: An On-Farm Study Utilisation des gousses de cacao traitées ou non à l'urée comme aliment pour porcs en croissance : Etude au niveau d'une ferme Gebruik van af of niet met ureum behandelde doppen van cacao als voeder voor groeiende varkens : studie op bedrijfsniveau Utilización de vainas de cacao tratadas o no a la urea como alimentos para cerdos en crecimiento : estudio al nivel de una granja	101
<b>E.A. Iyayi, O. Olubamiwa, A. Ayuk, S. Orowvegodo &amp; E.F. Ogunaike</b>	
Differentiated Gender Ownership of Cassava Fields and Implications for Root Yield Variations in Small Holder Agriculture of Southeast Nigeria Propriété différenciée des champs de manioc selon le genre et implications sur les variations du rendement des tubercules dans l'agriculture paysanne du Sud-Est du Nigeria Geslachtgebonden variatie van eigenaarschap van maniokvelden en invloed ervan op het rendement van de knollenproductie in de kleinschalige landbouw van Zuidoost Nigeria Propiedad diferenciada de campos de yuca según el género e implicaciones sobre las variaciones del rendimiento de tubérculos en la agricultura campesina del sudeste de Nigeria	105
<b>A.A. Enete, F. I. Nweke, Anthonia I. Achike &amp; E. Tollens</b>	
Etude comparative de l'irrigation au goutte-à-goutte et à la raie sur une culture de pomme de terre de saison Vergelijkende studie van druppel- en lijnirrigatie op de cultuur van seizoenaardappel Estudio comparativo de la irrigación gota a gota y al entresurco en un cultivo de papa de estación	110
<b>A. Boujelben, K. Ben Mbarek &amp; A. Bel Aid</b>	
Réponses agro-physiologiques et efficacité d'utilisation de l'eau chez le maïs ( <i>Zea mays</i> L. – cv. <i>Synthetic-C</i> ) soumis au déficit hydrique Agro-fysiologische antwoorden en doeltreffend watergebruik bij Maïs ( <i>Zea mays</i> L. – cv. <i>Synthetic-C</i> ) die waterschaarste ondervindt Respuestas agro-fisiológicas y eficiencia de utilización de agua en el maíz ( <i>Zea mays</i> L. – cv. <i>Synthetic-C</i> ) sometido a un déficit hídrico	116
<b>M. Diouf, B. Sarr, O. Diouf, A. Bâ &amp; H. Roy-Macauley</b>	
Cocoa Husk/Cassava Leaf Inclusions in Layers Mash Produced Quality Cheap Feeds Incorporation de noix de coco /feuilles de manioc dans la fabrication à bon marché d'aliments composés de qualité pour poudeuses Toevoeging van kokosnoten en maniokbladeren in de aanmaak van goedkope kwaliteitsmengvoeders voor legkippen Incorporación de nuez de coco y hojas de yuca en la fabricación barata de alimentos compuestos para ponedoras de calidad	123
<b>O. Olubamiwa, O.I. Balogun-Kuku, O.G. Longe, E.A. Iyayi &amp; J.A. Agunbiade</b>	
Interspecific Hybridization between <i>Sesamum indicum</i> L. and <i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl. Hybridation interspécifique entre <i>Sesamum indicum</i> L. et <i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl. Interspecies kruising van <i>Sesamum indicum</i> L. en <i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl. Hibridación inter-específica entre <i>Sesamum indicum</i> L. y <i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	127
<b>O.A. Falusi, E.A. Salako &amp; M.N. Ishaq</b>	
Profil de la progestérone des vaches zébu 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' après induction de l'oestrus aux progestagènes combinés à la prostaglandine et à la PMSG Progesteron niveaus bij koeien van het 'Azawak' zebu en het bultloze 'Gourunsi' ras na inzet van de oestrus met progestagenen gecombineerd met prostglandine en PMSG Perfil de la progesterona de vacas cebú 'Azawak' y toros 'Gourunsi' después de la inducción de estros a la progesterona combinados a la prostaglandina y a la PMSG.	131
<b>M. Zongo, W. Pitala, H. Boly, J. Sulon, Noelita Melo Sousa, P.L. Leroy, J.F. Beckers &amp; L. Sawadogo</b>	
Cooking Banana Consumption Patterns in the Plantain-growing Area in Southeastern Nigeria Modes de consommation de la banane à cuire dans le sud-est du Nigeria Verbruikspatronen van kookbananen in het Zuidoosten van Nigeria Modos de consumo de bananos para cocinar en el sudeste de Nigeria	135
<b>M. Tshiunza, J. Lemchi, Uloma Onyeka &amp; A. Tenkouano</b>	
Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest du Cameroun Socio-economische en technische eigenschappen van bijenteelt op de hoogvlakten van West-Kameroen Características socio-económicas y técnicas de la apicultura en tierras altas del oeste del Camerún	141
<b>J. Tchoumboue, I.R. Tchouamo, J.Y. Pinta &amp; Mambou Nicaise Njia</b>	
Influence de la fréquence de rationnement sur la croissance du tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> en étang Invloed van de voedingsfrequentie op de groei van tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> in vijvers Influencia de la frecuencia de racionamiento sobre el crecimiento del tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> en estanque	147
<b>V. Poumogne &amp; D. Ombredane</b>	
Studies on Dairy Cattle Reproduction Performances in Morocco Based on Analysis of Artificial Insemination Data Etude des performances de reproduction des bovins laitiers au Maroc à partir des données de l'insémination artificielle Studie van de voortplantingsprestaties van melkvee in Marokko op basis van de analyse van gegevens over kunstmatige inseminatie Estudio de los resultados de reproducción de bovinos lecheros en Marruecos partiendo de datos de la inseminación artificial	151
<b>M.T. Sraïri &amp; Y. Farit</b>	
Mise en évidence au Burkina Faso d'un nouveau taxon de <i>Colletotrichum</i> dans l'étiologie de la maladie des taches brunes du niébé In het licht stellen van een nieuwe taxon van <i>Colletotrichum</i> in Burkina Faso, in de etiologie van de bruinvlekken ziekte van de niebe Puesta en evidencia de un nuevo « taxon » de <i>Colletotrichum</i> en la etiología de la enfermedad de manchas negras del niebe	156
<b>P. Sérémé, G.A. Diasso &amp; S. Ake</b>	

English contents on back cover

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned  
Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs  
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)  
Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen unicamente la responsabilidad de los autores

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

## ORIGINAL ARTICLES

## ARTICULOS ORIGINALES

## Agua residual y complementada como sustituto del medio de cultivo "in vitro" de embriones de café



R.A. Ramos\*, Mireya Cabrera\*, Maria Esther Gonzalez\*, S. Landazury\*\*, F. Girón\*\* & Yunis Mederos\*\*\*

Keywords: Coffee- Wastewater- Embryos

### Resumen

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de la Empresa Provincial de Recursos Hidráulicos (Hidroeconomía) de Santiago de Cuba y en el Laboratorio de Genética de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao Tercer Frente, Santiago de Cuba en el período comprendido entre febrero y junio de 1998. El cultivo "in vitro" de embriones de *Coffea arabica* L. var. 'Catuai Rojo' se realizó con el objetivo de sustituir el medio de cultivo empleado tradicionalmente por el agua residual del Combinado Cárnico de Santiago de Cuba, sola y complementada con leche de coco y nitrato de amonio. Se determinaron los componentes químicos, principales, presentes en los sustratos utilizados. Se evaluaron dos índices morfológicos de las plantas (longitud del vástago y de la raíz) a los 19; 27; 36 y 44 días después de la siembra. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos mediante un análisis de varianza, mostrando mejor comportamiento los medios con agua residual complementada con 500 y 1000 mg.l<sup>-1</sup> de nitrato de amonio.

### Summary

**Alone and Complemented Wastewater as a Substitute in an "in vitro" Culture Media of Coffee Embryos**

This work was carried out in Provincial Enterprise from Hydraulical Resources of Santiago de Cuba and a Genetic Laboratory from Central Research Station of Coffee and Cacao, Tercer Frente, Santiago de Cuba province, from February to June of 1998 period. The "in vitro" culture of *Coffea arabica* L. 'Catuai Rojo' var. embryos was made as substitute the traditionally culture media using wastewater of Neat Enterprise of Santiago de Cuba as alone and mixed form with coconut milk and ammonium nitrate. Main chemical components were analysed at 19, 27, 36 and 44 days after culturing, the stem and root length were evaluated. The statistical analysis showed a significative difference between treatments. The best behaviour culture media were wastewater complemented with 500 mg.l<sup>-1</sup> or 1000 mg.l<sup>-1</sup> of ammonium nitrate.

### Introducción

La demanda de productos agrícolas y forestales se incrementa dramáticamente. Entre las alternativas de solución a este importante problema se incluyen la obtención de variedades más productivas, precoces con resistencia a enfermedades y la ampliación de la frontera agrícola, entre otras. Estas dos alternativas, sin embargo presentan limitaciones, aún cuando se reconoce la gran contribución del mejoramiento genético en los últimos 50 años, las posibilidades de ganancias netas son cada vez menores y por otro lado, existen limitaciones debido a la competencia entre las áreas destinadas a la agricultura y la urbanización con la destinada a la conservación de la diversidad biológica (10). Otra alternativa viable es la técnica de cultivo "in vitro", la cual es una de las vías para obtener plantas resis-

tentes a enfermedades ecológicas, salinidad, sequedad y de altos rendimientos agrícolas (8). El café es el cultivo perenne de mayor superficie cultivada en las regiones tropicales (2) y donde las técnicas de cultivo "in vitro" han tenido resultados favorables. En el cultivo del café se han realizado numerosos trabajos y en la actualidad se cuenta con varias metodologías para el establecimiento y micropropagación de materiales deseados (12). Para el desarrollo de los explantes se utilizan medios de cultivos básicos, como el de Dutcher y Powell (4); Murashige y Skoog (9) y Schenk and Hildebrandt (15); suplementados con quelato de hierro, cisteína, sacarosa y agar, generalmente estos medios de cultivo se suplementan con sustancias reguladoras de crecimiento y otras sustancias (7, 14). Por la importan-

\* Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao- Cruce de Los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba, CP 92 700 Cuba.  
E-mail . cbust@ecicc.ciges.inf.cu

\*\* Universidad de Oriente

\*\*\* Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio ambiente

Recibido el 04. 11. 99 y aceptado para publicación el 20. 02. 01

cia que tiene la aplicación del cultivo "in vitro" de embriones de café en el mejoramiento genético y conociendo que las sales que se utilizan en la preparación de los medios de cultivo son de alto costo, se realizó el trabajo con el objetivo de sustituir el medio empleado según la metodología tradicional por el agua residual del Combinado Cárnico sola y suplementada con leche de coco y nitrato de amonio.

## Materiales y métodos

En el Laboratorio de la Empresa Provincial de Recursos Hidráulicos (Hidroeconomía) de Santiago de Cuba se analizaron los elementos principales presentes en el agua residual procedente de la laguna de oxidación del Combinado Cárnico así como también en la leche de coco; sustratos que se utilizaron para la preparación de los distintos medios de cultivo. En el Laboratorio de Genética de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba se desarrolló la parte experimental del trabajo en el período comprendido entre febrero y junio de 1998. Los medios de cultivo basados en el agua residual se prepararon adicionando las cantidades indicadas en la Tabla 1. Se utilizó como testigo el tratamiento 1, que contiene por cada litro, 100 ml de la solución de macronutrientes Schenk y Hildebrant, 50 ml de la solución de micronutrientes de Dutcher y Powell, complementada con 5 ml de quelato de hierro, 10 ml de solución intermedia, 5 ml de vitamina Morrell y Wetmore y 50 ml de agua de coco.

**Tabla 1**  
Composición de los medios de cultivo preparados con el residual

Tratamiento	Leche de Coco (ml)	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (mg)	H <sub>2</sub> O residual (ml)
1 (testigo)	-	-	-
2	-	-	Csp 1 litro
3	-	100	Csp 1 litro
4	10	-	Csp 1 litro
5	-	50	Csp 1 litro
6	10	110	Csp 1 litro
7	-	110	Csp 1 litro
8	-	55	Csp 1 litro
9	-	165	Csp 1 litro
10	-	500	Csp 1 litro
11	-	1000	Csp 1 litro
12	-	2000	Csp 1 litro
13	10	100	Csp 1 litro

Antes de añadir el agente solidificante (agar) se adicionaron 30 g.l<sup>-1</sup> de sacarosa, se filtró y se ajustó el pH a 5,6 con hidróxido de sodio o ácido clorhídrico. Los medios distribuidos a razón de 15 ml por tubo, se sellaron con tapones de algodón y papel de aluminio y se esterilizaron en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Se sembraron embriones procedentes de semillas normales de *Coffea arabica* L. variedad 'Catuai Rojo' con buen estado fitosanitario y adecuada viabilidad, desinfectadas con formol (3 ml en 200 ml de agua destilada). Para facilitar la extracción del embrión se sumergieron las semillas durante 72 horas en solución de ácido bóri-

co al 5%. Posteriormente se sumergieron las semillas durante 30 minutos en peróxido de hidrógeno al 3%. Se realizaron tres enjuagues con agua destilada y estéril. Se sumergieron las semillas en agua hasta la extracción del embrión. Se evaluó la longitud del vástago y de la raíz a los 19; 27; 36 y 44 días posteriores a las siembras. Se evaluaron 10 plantas por tratamiento en un diseño completamente al azar. Se aplicó un análisis de varianza clasificación simple y un Test de Duncan para determinar el orden de mérito.

## Resultados y discusión

En el agua residual las concentraciones de los elementos esenciales (nitrógeno, fósforo y potasio) se encuentran por debajo de las de los medios basales (Tabla 2) lo que hace necesaria la adición de sustratos que contengan estos elementos para el correcto desarrollo de los embriones. Al evaluar esta agua residual (1, 7), durante los años 1996 y 1997 también se encontraron concentraciones de N, P, K y Ca inferiores a las presentes en los medios basales Murashige y Skoog (9), Schenk y Hildebrant (15) y White (17). Con estos resultados se confirma la estabilidad de estos elementos durante tres años en el agua residual.

**Tabla 2**  
Composición de tres medios basales, la leche de coco y el agua residual (mg.l<sup>-1</sup>)

Elementos	MS	SH	White	Agua residual	Leche de coco
Na	5	0,13	65	253	4,14
K	790	946,75	65	23,74	42,9
P	39	88,67	2,8	0,44	1,238
S	55	60,21	142	3,44	25,41
Ca	160	54,52	48	24	12,0
Mg	36	37,44	70	55,2	2,4
+Cl	284	48,32	31	385,4	39,05
Fe	5,61	-	0,35	0,17	0,275
N	825	182,54	45	0,02	0,884
Mn	5,5	10,93	1,6	0,01	0,005
B	1,0	1,04	0,26	0,13	0,05

MS - Murashige y Skoog  
SH - Schenk y Hildebrant

Los embriones crecieron en los medios preparados con agua residual, agar y sacarosa (Tratamiento 2), sin embargo desarrollaron hojas de color verde menos intenso comparado al testigo. La disminución de la intensidad del color verde de las hojas, probablemente es consecuencia de la baja concentración de nitrógeno. El cultivo "in vitro" de segmentos nodales de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en medio Murashige y Skoog diluido a un octavo (1/8 MS) mostró brotes con signos de clorosis (9).

El nitrógeno se adiciona en grandes cantidades en los medios de cultivo por su importancia en el metabolismo celular, fotosíntesis y respiración (6). El déficit de este elemento en el vegetal se reconoce por la pérdida del color verde típico de las hojas (5, 16). Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la longitud del vástago ( $P < 0,05$ ). Muestran una tendencia

general a tener mayor longitud del vástago los tratamientos 9; 10 y 11 que se mantuvieron entre los mejores durante todo el período de evaluación. Los tratamientos 1 y 2 se encontraron entre los de menor longitud del vástago (Figura 1).

A los 44 días la longitud del vástago osciló entre valores de 0,25 y 0,95 cm (Figura 2). Se demuestra que el uso de hormonas naturales es innecesario para lograr un aumento de la longitud del embrión, resultado similar obtuvieron otros autores quienes señalan que el embrión presenta una estructura bipolar, que potencialmente está preparado para efectuar la división, el alargamiento y la diferenciación, permitiendo el desarrollo progresivo de la raíz y brotes axilares de las plantas (13).

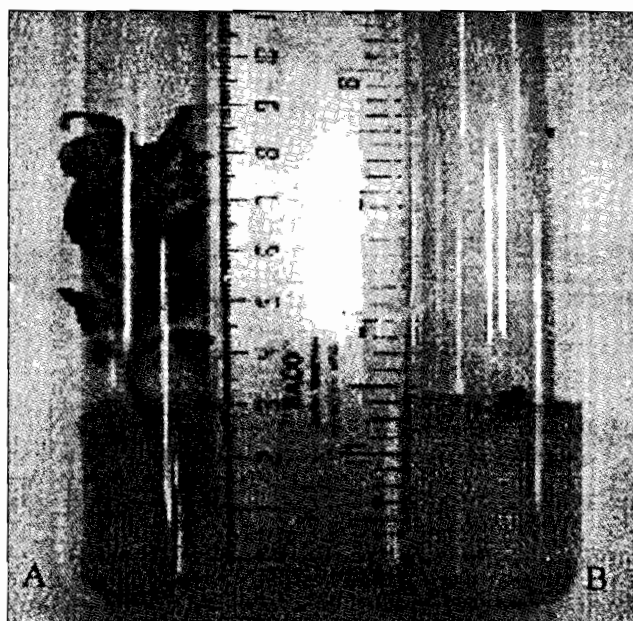


Figura 1: Explantos cultivados a partir de embriones de café en medio tradicional  
A - planta con tres meses de edad.  
B - embrión con 19 días de cultivo.

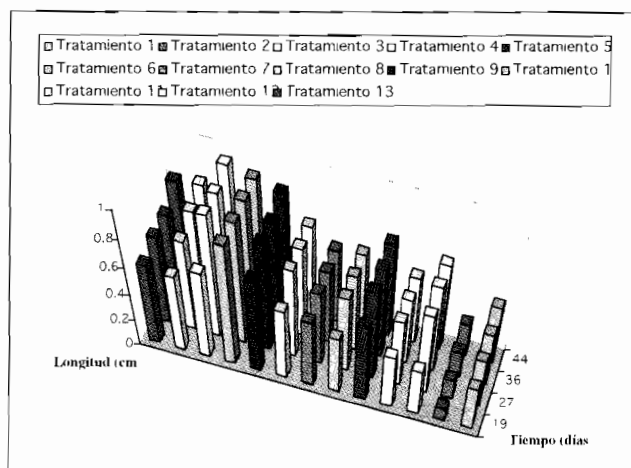


Figura 2: Comportamiento de la longitud del vástago (cm)

La longitud de la raíz a los 19 días de la siembra mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento 11 fue el de mayor respuesta a los 19 y 27 días. A los 44 días de la siembra presentaron mayor longitud de la raíz los tratamientos 10 y 11, que no difirieron entre sí, el tratamiento 10 se diferenció de los demás. Seis tratamientos que no difirieron del testigo presentaron los menores valores de longitud de raíz, entre ellos el tratamiento 2 (Tabla 3). Los resultados de los tratamientos 10 y 11 superan los obtenidos por otros autores (Cruz de la y col, (3) y Martínez y col, (8)) para este cultivo cuando utilizaron otros medios como el Murashige y Skoog modificado (4, 8).

Tabla 3  
Longitud de la raíz (cm)

Tratamiento	19 días	27 días	36 días	44 días
1	0,04 d	0,05 d	0,05 e	0,05 d
2	0,35 cd	0,45 cd	0,60 de	0,68 d
3	0,55 cd	0,65 cd	0,65 de	0,65 d
4	0,20 d	0,30 cd	0,30 e	0,30 d
5	1,67 bc	2,37 b	3,10 bc	3,40 bc
6	0,33 d	0,40 cd	0,50 e	0,50 d
7	0,55 cd	0,60 cd	0,60 de	0,65 d
8	1,63 bc	2,10 b	2,53 cd	2,80 c
9	1,80 b	2,20 b	2,65 bcd	2,85 c
10	1,60 bc	1,60 bc	4,70 a	5,50 a
11	2,80 a	3,85 a	4,25 ab	4,55 ab
12	1,73 b	2,50 b	2,47 cd	2,57 c
13	0,35 cd	0,75 cd	0,75 de	0,80 d
ES	0,1246	0,1592	0,2134	0,2009
CV (%)	37,68	36,73	37,90	32,65

Letras iguales en una misma columna no difieren según Duncan para  $P < 0,05$

## Conclusiones

Se obtuvo una mayor longitud de vástago y raíces en los medios de cultivo preparados con agua residual complementada con 500 y 1000 mg.l<sup>-1</sup> de nitrato de amonio.

Es posible sustituir el medio de cultivo "in vitro" tradicional de embriones de café.

## Bibliografía

1. Alvarez R., Ramón R., Landazury S. & Girón F., 1997. Evaluación del efecto de diferentes sustratos en el cultivo "in vitro" de tejidos de café (embriogénesis y formación de callos). Informe Final para Tesis en Opción al Título de Licenciado en Química. Fondo de Manuscritos ECICC, 48 p.
2. Céspedes O., 1992. Clasificación de genotipos de *Coffea arabica* L. mediante el análisis de componentes principales. Trabajo de Diploma (Ingeniero Agrónomo). Facultad de Agronomía (ISCAB). 25 p.
3. Cruz de la G., Estrada J., Orozco V., Labrada Miriam; Infante Zucel & Martínez Leticia, 1990. Metodología de micropropagación e identificación de variedades de café. Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", 39 p.
4. Dutcher R. & Powell L.E., 1972. Culture of apple shoots from buds *in vitro*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 511-514.
5. Kolmans E. & Vásquez D., 1999. Manual de agricultura ecológica. La Habana: Grupo Agricultura Orgánica ACTAF. 149 p.
6. López P. Cristina, 1990. Establecimiento de un laboratorio de cultivo de tejidos. En: Fundamentos Teóricos Prácticos del Cultivo de Tejidos Vegetales.—Roma: FAO, 112 p.
7. Machado P.G., Landazury S., Girón F. & Ramos R., 1996. Agua residual del Combinado Cárnico en Santiago de Cuba. Informe Sobre Traba de Curso. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Departamento de Química. Universidad de Oriente, 46 p.
8. Martínez F., Cabrera Mireya, I. García Rosa & Rosales O., 1989. Establecimiento de una metodología de propagación "in vitro". Santiago de Cuba. Documentación Técnica. ECICC, 12 p.
9. Murashige T. & Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissues cultures. *Physiol. Plant*, 15, 473- 497.
10. Ramírez Ninosca, 1989. Cultivo de tejidos. Pueblo y Educación, La Habana.
11. Rey H.Y. Burtink O.J., Sansberro & Mroginski L.A., 1991. Medios de Cultivo para el establecimiento "in vitro" de explantes de yerba mate (*Ilex paraguariensis*). *Turrialba* 41(3): 306-310.
12. Rosell C.A., 1990. Introducción. En: Fundamentos teórico prácticos del cultivo de tejidos vegetales. Roma: FAO. 42 p.
13. Santana Nancy, 1989. Efectos de algunos componentes del medio de cultivo sobre embriones de café (*Coffea arabica* L.) cultivado "in vitro". *Cultivos tropicales*, 11, 53-60.
14. Santana Nancy, 1998. Establecimiento de una metodología para la producción de la semilla artificial del café (*Coffea* sp.). Informe Anual Proyecto. INCA-CICY, La Habana.
15. Schenk R.U. & Hildebrandt A.C., 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Can. J. Bot.*, 50, 199-204.
16. Thomazello R., Alves de Toledo J. & Gil E., 1988. Guia para identificação dos defeciências menerais, toxidez, destúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro. Campinas: IBC-GERCA, 81 p.
17. White P.R. 1963. The cultivation of animal and plant cells, Ed. 2, The Ronald Press company. New York.
18. Zok S.P., 1991. Dublín. Multiplication végétative "in vitro" par culture d' apex chez *Coffea arabica* L. Action de solutions minérales et de régulateurs de croissance. *Café Cacao Thé*, 35, 245-256.

R. A. Ramos (Cuba). Licenciado en Ciencias Farmacéuticas. Master en Biotecnología. Investigador Aspirante. \*Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao- Cruce de Los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba, CP 92 700 Cuba. E-mail: cbust@ecicc.ciges.inf.cu

Mireya Cabrera Ochoa (Cuba). Ingeniero Agrónomo. Investigador Auxiliar. \*Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao- Cruce de Los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba, CP 92 700 Cuba. E-mail: cbust@ecicc.ciges.inf.cu

María Esther González (Cuba). Lic. Microbiología. Master en Biotecnología. Investigador Agradado.

S. Landazury (Cuba). Lic. en Química. Profesor Titular. \*Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao- Cruce de Los Baños. Tercer Frente, Santiago de Cuba, CP 92 700 Cuba. E-mail: cbust@ecicc.ciges.inf.cu

F. Girón (Cuba). Lic. en Química. Universidad de Oriente

Yunis Mederos Valdés. Lic. en Biología. Especialista municipal del CITMA. \*\*\* Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio ambiente

# Utilization of Urea Treated and Untreated Cocoa Pod Husk Based Diets by Growing Pigs: An On-farm Study

E.A. Iyayi<sup>1</sup>\*, O. Olubamiwa<sup>2</sup>, A. Ayuk<sup>1</sup>, S. Orowvegodo<sup>1</sup> & E.F. Ogunaike<sup>3</sup>

Keywords: CPH – Urea – Treatment – Utilization – Pigs

## Summary

An on-farm adaptation study of the utilization of urea treated and untreated cocoa pod husk (CPH) by growing pigs was carried out on a commercial pig farm. Thirty-two Landrace X Large White growing pigs (16 males + 16 females) were randomly assigned to 4 experimental diets. Diet 1 was a standard grower ration (control). In Diets 2 and 3 CPH meal was included at 250 g/kg, that used in Diet 3 being treated with a 5% urea solution. Diet 4 was the farmer's diet. There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between diets 3 and the control in their effect on the performance of the animals. These two diets caused a better ( $P < 0.05$ ) feed consumption, weight gain, feed efficiency and feed conversion ratio than diets 2 and 4. Backfat thickness, was significantly reduced ( $P < 0.05$ ) by the CPH diets. Compared to the non treated CPH, treatment with urea increased daily weight gain while no significant ( $P > 0.05$ ) influence on the backfat thickness. Carcass cuts were also not significantly ( $P > 0.05$ ) influenced by inclusion of CPH meal. Results suggest (1) the possibility of formulating diets for growing pigs using CPH meals and (2) that further treatment of the CPH meal with urea improves its nutritive value resulting in better performance and economy of production.

## Résumé

**Utilisation des gousses de cacao traitées ou non-traitées à l'urée comme aliment pour porcs en croissance: étude au niveau d'une ferme**

Une étude au niveau d'une ferme sur l'utilisation des gousses de cacao traitées ou non à l'urée comme aliment pour porcs en croissance a été menée dans une porcherie commerciale. Trente-deux porcs croisés Landrace X Large White en croissance (16 mâles + 16 femelles) ont été soumis à 4 rations expérimentales. La ration 1 était une ration standard de croissance (témoin). Dans les rations 2 et 3, les gousses de cacao étaient incorporées à hauteur de 250 g/kg, celles incorporées dans la ration 3 étant préalablement traitées avec une solution de 5% d'urée. La ration 4 était la ration habituelle de la ferme. Aucune différence significative entre la ration 3 et la ration témoin, en ce qui concerne leurs effets sur la performance des animaux, n'a été observée. Ces deux rations ont entraîné une ingestion, un gain pondéral, une efficacité et une conversion alimentaire significativement plus élevés ( $P < 0,05$ ) que les rations 2 et 4. L'épaisseur du gras postérieur a diminué significativement ( $P < 0,05$ ) pour les rations à base de gousses de cacao. Comparé aux gousses de cacao non traitées, le traitement à l'urée a augmenté le gain de poids quotidien alors qu'aucune influence significative ( $P > 0,05$ ) sur l'épaisseur du gras postérieur n'a été observée. Les parties de la carcasse n'ont pas été significativement ( $P > 0,05$ ) influencées par l'inclusion des gousses de cacao. Les résultats suggèrent (1) la possibilité de formuler des rations pour porcs en y incorporant de la farine des gousses de cacao (2), le traitement ultérieur avec l'urée augmente sa valeur nutritive et induit une meilleure performance et ainsi une productivité économique plus élevée.

## Introduction

Cocoa pod husk (CPH) is a by-product of the cocoa crop, which is grown primarily for the bean. A thriving cocoa industry exists in the South Western part of Nigeria. The husk is the dried material, which is obtained after the removal of the bean and mucilaginous pulp from the cocoa fruit. It has been reported that CPH con-

tains sufficient content of utilizable nutrients, with an energy content of 8.4 KJ/g ME and this could be used as livestock feed (3). The by-product has been extensively used for ruminant feeding (18) and to a limited extent for poultry (19, 20). Barnes *et al.* (8) and Fleischner *et al.* (13) have reported its very limited use in pig

<sup>1</sup> Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

<sup>2</sup> Cocoa Research Institute of Nigeria, (CRIN), P.M.B. 5240, Ibadan, Nigeria.

<sup>3</sup> Hope Farm, Ogunaike Agricultural Enterprises, Ibadan, Nigeria.

\* Corresponding author (Email: eaiyayi@skannet.com.ng)

Received on 14.11.00. and accepted for publication on 20.04.01.

feeding. The crude fiber content (21.49 - 34.82%) (1, 20) discourages its high inclusion in non-ruminant diets. There is therefore a need to subject the CPH to further processing treatment to improve its digestibility. This on-farm study investigated the effect of diets containing treated or untreated CPH in comparison with a control and the farmer's diet on the performance of growing pigs.

## Material and methods

### Animals and location

The study was carried out in Hope Farms, one of the largest livestock farms in Ibadan municipality, South Western Nigeria. The farm is situated about 10 kilometers from the University of Ibadan. Thirty-two Large White and Landrace pigs (16 males and 16 females) with average initial weight of  $15.98 \pm 0.31$  kg were used. Each animal was numbered for easy identification.

### Untreated CPH

Cocoa pod husk was collected after the beans have been extracted from the fruit. They were cut into pieces, sun dried on concrete floors for about seven days and then milled with a resultant characteristic brown colour.

### Urea Treated Cocoa Husk

One kg of urea was dissolved in 25 litres of water. The resulting solution was mixed with CPH on v/w basis. Twenty-five litres of urea solution was mixed with 25 kg of CPH. The urea-mixed CPH was kept in thick polythene bags, tied firmly to eliminate air pockets and kept under shade for 2 weeks. After two weeks, the sheets were uncovered and the urea treated meal removed and sun dried for about two to four days. Properly dried urea treated meal had a brownish colour.

### Experimental diets and design

Four diets were formulated on a dry matter basis as shown in Table 1. Control (Diet 1) had 250 g/kg maize, diet 2 had 250 g/kg urea untreated CPH and 100 g/kg maize. Diet 3 had 250 g/kg urea treated CPH with 100 g/kg maize. Diet 4 was the farmer's diet and had neither maize nor CPH. The diets were almost iso nitrogenous and iso-energetic. Each dietary treatment had eight growing pigs with four replicates of two animals (1 male + 1 female) per replicate. Thus, the animals were distributed to the treatment diets in a randomized complete block design. The pigs were fed *ad libitum* and they had unrestricted access to water.

### Carcass analysis

At the end of twelve weeks, the animals were killed in a standard slaughter abattoir. They were starved of food for 24 hrs prior to slaughter but had access to drinking water. The internal organs were quickly excised and weighed, and the eviscerated carcass weights were recorded. The carcass was divided into two longitudinal halves thereafter. Carcass length was measured from the left half and cuts obtained from each half. Weights of lean cuts (ham, loin, picnic shoulder, and boston butt) were recorded in addition to belly and sparerib accord-

ing to the technique of Aduku and Olukosi (4). All weights were expressed as percentages of carcass weight.

**Table 1**  
Gross composition of experimental diets

g/kg	Diet			
	1	2	3	4
Untreated CPH*	-	250	-	-
Urea treated CPH*	-	-	250	-
Maize	250	100	100	100
Maize offal	220	220	220	220
Wheat offal	250	250	250	250
Wheat dust	-	-	-	-
Flour wheat/dust	-	-	-	-
Cotton seed meal	50	50	50	50
Groundnut cake	100	100	100	100
Palm kernel cake	100	-	-	-
Biscuit dust	-	-	-	-
Oyster shell	10	10	10	10
Bone meal	14	14	14	14
Premix	1	1	1	1
Methionine	-	-	-	-
Lysine	-	-	-	-
Antibiotics	-	-	-	-
Salt	5	5	5	5
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
Analysed nutrient composition of diets				
Crude protein (g/kg)	167.2	168.2	166.7	176.0
Crude fiber (g/kg)	74.8	77.3	77.3	31.8
Energy (KJ/g)	9.55	9.66	9.66	9.88
Ether extract (g/kg)	41.5	32.0	32.0	34.1
Calcium (g/kg)	09.5	10.0	10.0	11.7
Phosphorus (g/kg)	03.8	04.0	04.0	04.5

\* CPH : Cocoa Pod Husk

### Chemical analysis and statistical treatment

Proximate composition of cocoa husk and diets was determined using analytical methods of AOAC (2). Statistical analysis was carried out using the ANOVA technique of Steel and Torrie (1960) and paired means were separated by the Duncan multiple range test (1955).

## Results and discussion

### Chemical composition of urea-treated and untreated CPH

The chemical composition of CPH (treated and untreated) is presented in Table 2. Moisture content and dry matter values were similar for urea-treated and untreated CPH. Values for moisture were low when compared to 86.30 - 88.53% reported in other studies (5, 19). However, results from this study were on a dry matter basis. Sun-drying led to a marked reduction in moisture content.



**Table 2**  
Proximate chemical composition of cocoa husk (g/kg DM)

	Cocoa pod husk	
	Untreated	Urea treated
Moisture (g/kg)	80.0	80.0
Dry matter	920.0	920.0
Crude protein	60.2	90.8
Crude fibre	230.0	210.0
Ether extract	15.0	15.0
Ash	63.0	87.5
Nitrogen free extract	551.80	566.7

The crude protein of 6.02% for untreated CPH was close to 6.08% obtained by Sobamiwa (19), and is within range of 4.6 - 8.11% observed from other studies (6, 18). The value of crude protein for urea treated CPH (908 g/kg) was high. This value represents about a 51% increase in crude protein from the value obtained for untreated CPH. Our results agree with the observation of Sundstol *et al.* (21) who obtained an increase in the crude protein level of straw after being treated with urea. Ammonia as a gas or generated from urea (by bacterial and plant ureases in the ensiling process) hydrolyses the chemical/physical bonds between lignin and cellulose and hemicellulose in the plant cell walls. This also accounted for the reduction in crude fibre value of the urea treated CPH. However, it is pertinent to add that the reports of Chesnot and Kayouli (1997) showed that the additional proteins present in the urea treated diet do not supply amino acids to a monogastric. This nitrogen comes from the remaining urea and the ammonia trapped in the CPH fibres. Ruminants can utilize this protein for production of microbial protein and subsequently growth. But in monogastrics it is very little of this process that takes place in the hindgut with production of volatile fatty acids (VFA) which can increase supply in metabolisable energy.

### Performance

Feed intake (FI), weight gain (WG), efficiency of feed utilization (EFU) and feed conversion ratio (FCR) results are shown in Table 3. There was no significant effect ( $P > 0.05$ ) on the daily feed intake across the diets. But daily weight gain differed significantly ( $P < 0.05$ ). Urea treatment of the CPH resulted in a significantly higher weight gain ( $P < 0.05$ ) of animals on such diet over those on the untreated CPH and farmer's diet owing largely to better feed conversion ratio. Urea treatment has been shown to increase total nitrogen content of treated fibrous material while lowering lignin (15, 16). Increase in nitrogen and decrease in lignin contents may be viewed as an important development in enhancing the nutritive value of CPH when treated with urea because the formed N-compounds have a positive effect on the quality of the feed. Similar results have been reported by Sobamiwa and Longe (20) with growing pullets. The probable conversion of VFA from urea treated CPH, produced by microbial action in the hindgut, to metabolisable energy is a major advantage of treating

CPH with urea. The physiological explanation for a positive effect of the remaining N (Chesnot and Kayouli, 1997) on monogastric performances is not evident. However, urea treatment confers improved digestibility on fibrous materials (20) and according to results of the present study, (Table 2) the carbohydrate fractions are also increased (551.8 to 566.7 g/kg) leading to an increase in supply of metabolisable energy as earlier explained.

**Table 3**  
Performance of growing pigs on experimental diets

Parameters	Diet				SEm
	1	2	3	4	
Daily weight gain (kg)	0.45a	0.38b	0.42a	0.37b	+0.01
Daily feed intake (kg)	1.96	1.83	1.81	1.98	+0.08
Feed conversion ratio	4.36	4.79	4.30	5.39	+0.02
Efficiency of feed					
Utilization	0.23	0.21	0.19	0.19	+0.02

Note: Values without same superscript on same row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

### Carcass measures

Slaughter weight, carcass weight, carcass length, dressing percentage, backfat thickness and cut parts are shown in Table 4. Warm dressing percentage and carcass length were not significantly influenced by dietary treatments. This agrees with previous findings of Babatunde *et al.* (7). Backfat thickness was significantly reduced ( $P < 0.05$ ) by CPH diets. Treatment with urea had no significant ( $P > 0.05$ ) influence on the backfat thickness. Carcass weight and backfat values have been shown to be significantly correlated to percentage carcass lean (17).

### Carcass cuts

Carcass cuts as percentages of total carcass are shown in Table 4. There was no significant ( $P > 0.05$ ) difference in the weight of the cut parts of animals due to dietary treatments. There was a tendency for pigs with lower slaughter weights to have lower percent loin, picnic shoulder and boston butt. This is contrary to findings that suggest an increase in lean content of carcass at a lower slaughter weight (14). However, in this study differences in slaughter weights were minimized. The lower voluntary feed intake of pigs on diet 3 and increased dietary crude protein accruing from urea-treatment suggests leanness. However, it must be noted that the high percentage of belly obtained for pigs on diet 3 suggests these pigs tended to be fatter than pigs on the other diets. The disparity between low backfat values and fatness could suggest that linear measurements of subcutaneous fat thickness may not accurately predict overall carcass fatness (12). In addition, deposition of internal fat and the development of subcutaneous fat in pigs are governed by different physiological and genetic factors (10).

**Table 4**  
**Carcass measures of experimental pigs**

Parameters	Diet				SEm
	1	2	3	4	
Slaughter weight (kg)	60.75	58.50	57.00	52.00	±1.6
Carcass weight (kg)	43.8	40.75	39.00	36.50	±1.3
Dressing (%)	71.99	69.51	68.39	70.15	±0.65
Carcass length (cm)	70.80	69.00	65.00	63.00	±1.55
Backfat thickness (cm)	2.70 <sup>a</sup>	2.10 <sup>b</sup>	1.80 <sup>b</sup>	2.30 <sup>a</sup>	±0.18
Ham (cm)	25.12	27.12	25.12	26.48	±0.50
Lion (cm)	7.63	6.04	5.22	6.26	±0.43
Boston butt (cm)	10.11	10.68	9.80	11.95	±0.41
Picnic shoulder (cm)	14.99	11.68	12.42	12.99	±0.61
Fore lean cut (cm)	57.84	56.11	50.78	57.34	±1.40
Spare rib (cm)	10.75	11.04	9.52	9.98	±0.90
Belly (cm)	8.93	7.58	8.10	8.83	±0.26

<sup>a, b</sup> Treatment means with same letters on the same horizontal lines are not significantly different ( $P > 0.05$ ).

## Conclusion

Results of cocoa pod husk inclusion in growing pig rations showed favourable performance and good carcass quality in comparison with maize and wheat based rations. It is recommended that untreated CPH be included at 25 g/kg. Urea treated CPH can be included at levels higher than 250 g/kg diet because treatment of CPH may give lower feed cost per gain. In addition, urea treatment will change the cell wall architecture of the CPH enabling gut enzymes to reach the high amount of water carbohydrate compounds present in the CPH. It is predictable that fibres from CPH treated with urea will be more digested in the hindgut of pigs, supplying more VFA but nevertheless no increase in protein availability should be expected. Finally techniques for crude fibre breakdown in CPH need to be established leading possibly to increased inclusion level of the by-product.

## Literature

- Abiola S.S. & Tewe O.O., 1990. Chemical evaluation of cocoa by-products. *Trop. Agric.*, Vol 68 (4): 335-336
- A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis (15<sup>th</sup> ed). Association of Official Analytical Chemistry (AOAC), Washington D.C.
- Adeyanju S.A., Ogutuga D.B.A., Sonaiya E.B. & Eshiett N., 1977. Performance of chicks on diets containing graded levels of cocoa husk. *Nutr. Rep Int.*, 15: 165-170.
- Aduku A.O. & Olukosi J.O., 1991. Animal Products: Processing and Handling in the Tropics. Living Books Series, GU Publications, Abuja, 264p.
- Alhasan W.S. & Naawu R.B., 1982. Studies on the use of cocoa by-products in animal feed. 1. Responses of weanling rats to various levels of cocoa pod husk. *Turrialba*, 32: 214-216.
- Asonibare M.M., 1984. Replacement value of cocoa husk in grass silage in sheep and goat nutrition. M.Sc. Thesis. Dept. of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria.
- Babatunde G.M., Fetuga B.C., Oyenuga V.A. & Ayoade A., 1975. The effects of brewers dried grains and maize cobs in the diets of pigs on their performance characteristics and carcass quality. *Nig. Journal of Anim. Prod.* 2 (1): 119-133.
- Barnes A.R., Amega W.K., Manu M. & Rhule T., 1985. Utilization of cocoa husk meal by growing finishing pigs. 9<sup>th</sup> International Cocal Research Conference, Lome, Togo, 1984, pp 449-454, Cocoa Producers Alliance, Lagos.
- Chandra S. & Fuller M.F., 1979. Pig Production in the Tropics. Oxford Tropical Handbooks, Oxford University Press.
- Duniec H.I., Hielanowski J. & Osinska Z., 1961. Variability of chemical fat content in the loin muscle of baconers. *Amin. Prod.* 3: 195-201.
- F.A.O. (1982). Production Year Book Vol 35, Rome, Italy.
- Fetuga B.L. Babatunde G.M. & Oyenuga V.A., 1976. Association among some carcass traits in three weight groups of pigs. *Nigerian Journal of Amin. Production* 2: 2-6.
- Fleischer J.E., Barnes A.R., & Adamako D., 1991. Determination of digestible crude protein, digestible energy and metabolisable energy of cocoa pod husk by pigs. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*. 39. (1), 83-87.
- Fowler V.R., 1976. Some aspect of energy utilization for the production of lean tissue in the pig. *Nutr. Soc.* 35: 75-90.
- Khan M.F., Ali A. & Muller Z.O., 1992. Nutritional evaluation of sugarcane bagasse based rations treated with urea and cattle manure. *Anim. Feed Sci. Technol.* 38: 135-141.
- Niazi A.H.K., Kausar T. Salariya A.M. & Hashmi, A.B., 1994. Effect of ammonia and urea treatment on *in vitro* digestibility of mustard seed hulls. *Pak. J. Sci. Ind. Res.*, 37: 43-45.
- Pertrcavic C.A., Krahk G., Gutymirth D., Meltar T., Layelhos J. & Ksopic, A., 1994. Evaluation of the meatiness of pig carcass and relationships between carcass quality traits. *Zamost i Praska u polyoprioredi i Prepararnenoi tehnologiji* 24 (1): 67-78, Paper presented at 2<sup>nd</sup> international Symposium (Animal Scientific day.) Rosipji, Croatia. 21-23 September, 1994.
- Smith O.B. & Adegbola A.A., 1995. Studies on the feeding value of agro-industrial by-products III. Digestibility of cocoa pod based diets by ruminants. *Anim. Feed Science Technol.* 13: 249-254.
- Sobamiwa O. 1992. Utilization of cocoa pod husk as a broiler feedstuff. PhD. Thesis, University of Ibadan.
- Sobamiwa O. & Longe O.G., 1994. Utilization of cocoa pod husk pericarp fractions in broiler chick diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 47: 237-244.
- Sundstol F., Coxworth E. & Mowat D.N., 1978. Improving the nutritional quality of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia. *World Animal Review*, 26: 13-21.

E.A. Iyayi: Nigerian, PhD, Senior Lecturer, Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

O. Olubamiwa: Nigerian, PhD, Assistant Chief Research Officer. Crop Processing and Utilization Unit, Cocoa Research Institute, PMB 5244, Ibadan, Nigeria.

A. Ayuk: Nigerian, M.Sc. Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

S. Orowegodo: Nigerian, M.Sc., Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

E.F. Ogunaike: Nigerian, Managing Director & Chief Executive, Hope Farm, Ogunaike Agricultural Enterprises, Ibadan, Nigeria.

# Differentiated Gender Ownership of Cassava Fields and Implications for Root Yield Variations in Small Holder Agriculture of Southeast Nigeria

A. A. Enete, F. I. Nweke, Anthonia I. Achike & E. Tollens

Keywords: Gender Ownership – Cassava- Yields Variation – Southeast Nigeria

## Summary

*As a result of their relatively limited access to production resources, it has been variously reported that women obtain lower yields from their individual crop fields than men. Cassava root yields obtained from farmers' fields in three villages of southeast Nigeria were compared using separate ownership of fields by gender as a factor. The result of the analysis fails to confirm lower yields from women's fields. Instead, mean fresh root yield was lower for fields owned individually by men than for those owned individually by women, and about the same for fields owned jointly by the whole family and those owned individually by women. This was apparently because of differences in the use of purchased inputs, especially hired labor and improved cassava varieties, and perhaps also due to differences in the age of cassava at harvest and the intercropping of cassava as a minor crop with yam.*

## Résumé

**Propriété différenciée des champs de manioc selon le genre et implications sur les variations du rendement des tubercules dans l'agriculture paysanne du sud-est du Nigeria**

*Dû à leur accès limité aux facteurs de production, plusieurs études rapportent que les femmes obtiennent des rendements inférieurs pour leurs champs individuels de manioc par rapport aux hommes. Les rendements des tubercules de manioc relevés chez les champs des paysans dans trois villages du sud-est du Nigeria ont été comparés en utilisant la propriété séparée des champs selon le genre comme facteur. Le résultat de l'analyse ne confirme pas l'hypothèse conventionnelle des rendements inférieurs des champs des femmes. Au contraire, le rendement moyen des tubercules frais était inférieur pour les champs individuels des hommes par rapport à ceux des femmes, alors qu'entre les champs familiaux et les champs individuels des femmes, aucune différence de rendement a été constatée. Apparemment, cette différence était liée à l'utilisation d'intrants, notamment de la main-d'œuvre embauchée et des variétés améliorées de manioc, et peut-être aussi à des différences dans l'âge du manioc à la récolte et à l'association du manioc, comme culture secondaire, avec l'igname.*

## Introduction

In Africa, women are responsible for a substantial proportion of agricultural production (6). It is broadly estimated that women in rural areas account for at least 50% of the world's food (9). According to Mputela and Kraft (18), women farmers in many developing countries contribute more than 60% of the effort involved in the production of food crops. Boserup (3) described Africa as a region of female farming par excellence.

In the face of declining *per capita* food production in sub-Saharan Africa and the threatening increase in population pressure, use of purchased inputs has been variously reported as a possible means of avoiding African food crises. According to Vlek (27), in order to arrest the declining *per capita* food output in sub-Saharan Africa in the next century, estimates by the FAO indicate that 50% of the expected crop yield increases will depend on increased use of chemical fertilizer together with improved varieties and management practices. Nweke

*et al.* (21) also reported a strong positive correlation between use of purchased inputs and cassava root yield.

In comparison with men, however, women have been widely reported to have limited access to food crop production resources (4, 5, 22, 25, 26). As a result, they have also been reported to obtain lower yields than men from food crops production. Palmer (25) observed that when men and women grow the same crop in their own accounting units, it has been noted that women's yields are generally lower than men's because of the absence of resource rationalization between them. Quisumbing *et al.* (26) also observed that many studies have shown that plots of land controlled by women have lower yields than those controlled by men because of lower use of labor and fertilizer per acre rather than managerial and technical inefficiency.

Cassava is a very important food crop in Africa. It pro-

vides about 70% of the daily calorie intake of over 50 million Nigerians (28) and about 40% of all calories consumed in Africa (12). It is also the second most important human staple in sub-Saharan Africa (13). Lagemann (16) observed in southeast Nigeria that the great importance of cassava, in both physical and monetary terms makes it relevant to give special attention to this crop.

This paper, based on primary data collected within the framework of the Collaborative Study of Cassava in Africa (COSCA), examines differences in cassava root yields between fields individually owned by the males and those owned by the females or jointly by the whole family. The COSCA study was funded by the Rockefeller Foundation; its objective was to collect authoritative information over a wide area on cassava production systems, processing methods, market prospects and consumption patterns, which will guide research, extension and policy interventions in Africa.

### Location of the study sites

The three villages studied by Lagemann in 1973 and subsequently used for the follow up study of Enete *et al.* (7) were used: Owerre-Ebeiri in Orlu (7.03°E 5.77°N), Umuokele in Abor-Mbaise (7.21°E 5.48°N) and Okwe in Umuahia (7.48°E 5.52°N), all of which are in southeastern Nigeria.

Differences in population density were Lagemann's dominant criterion for selection. He made use of the 1963 census information which showed the estimated densities for the three villages as 100-200 persons/km<sup>2</sup> for Okwe, 350-500 persons/km<sup>2</sup> for Umuokele, and 750-1000 persons/km<sup>2</sup> for Owerre-Ebeiri. Since 1963, Nigeria has conducted two population censuses, one in 1973 and the other in 1991, but neither was accepted by the Nigerian government as accurate (2).

There are fairly homogeneous climatic conditions in all the three villages. According to Lagemann (16), the mean annual rainfall in the survey area was estimated to be in the order of 2200 mm, with peaks in July and September and the so-called 'August break' in between. Mean daily maximum temperatures are highest in January/February (33°C) and lowest in July (28°C), and mean daily minimum temperatures lowest in January/February (20°) and highest in March-April (22°C).

### Method of the study

A list of farm households was compiled in each village with the assistance of key informants: 68 households were listed in Okwe, 53 households in Umuokele and 76 households in Owerre-Ebeiri. The farm households were next grouped into 'large', 'medium' and 'small' smallholder units, also with the assistance of the key informants. Seven farm units were randomly selected from each stratum making a total of 21 in each village; one household was later dropped in Owerre-Ebeiri because it provided no information.

The data collection was conducted in two parts. Part one was aimed at a broad characterization of the village level cassava production systems; farmer groups consisting of men and women with a wide age range were constituted and interviewed in each village using a structured instrument to collect qualitative information

on crop mixtures, and crop rotation systems. Following the interview meetings, the investigators went to the cassava fields and classified the varieties as local or improved. Part two of the data collection was a detailed characterization of cassava production methods; the unit of analysis was the individual field. The information collected included field history, cassava production methods adopted, inputs applied, the gender of field owner and cassava root yield, along with certain agronomic yield components. Yield estimation was made for fields which were six months old and above, except when the farmer harvested at less than that age. The estimation was based on a representative sample plot of 40 m<sup>2</sup>, except when the field was too small in which case a 20 m<sup>2</sup> plot was used. There were one or two plots per field depending on the size and heterogeneity of the field in terms of soil and toposequence. Cassava stands within the sample plot were counted and then harvested. Both the roots and the tops were weighed separately and the roots counted.

## Results and discussion

### The cropping patterns

Cassava was entirely intercropped; sole cropping was not mentioned as a major cropping pattern in any of the three villages. This is not surprising because according to IITA (14), more than 70% of the food crops consumed in the humid tropics, especially tropical Africa comes from intercropping. Onochie (24) also observed that as a rule, most crops in West Africa are sown mixed in a plot though in a number of fashions including intercropping and relay cropping. The advantages of intercropping include higher combined yields of intercrops (1, 10), maximization of output of food crops on limited areas and with limited resources (24), and minimization of risks associated with pests, diseases and price variability as well as optimization of labor and food supplies during the year (8, 23).

In Okwe, two cropping patterns were described. These are cassava/maize/vegetable/melon, with cassava as the main crop; and yam/vegetable/maize/melon, with yam as the major crop. In both systems, the intercrops are grown for one year and the field is left fallow for six years after which the cycle is repeated with the same crops.

In Umuokele, three cropping patterns were described: cassava/groundnut/maize/vegetable/melon, with cassava as the main crop; yam/cassava/maize/vegetable, with yam as the major crop; and cocoyam/maize, with cocoyam as the main crop. The first pattern is used for two successive years on the same field, after which the field is left fallow for four years. The same crops are replanted at the end of the fallow period. The second follows the same pattern as the first. The third is grown for only one year and the field is left fallow for four years after which the same crops are replanted.

In Owerre-Ebeiri, three cropping patterns were described: yam/cassava/maize/vegetable, with yam as the major crop; cassava/maize/vegetable/melon, with cassava as the main crop; and cocoyam/maize/cassava/vegetable, with cocoyam as the major crop. All the crop mixtures in each of the three patterns are grown in the same field, year in year out, without fallow.

### Overall level of cassava root yield

The cassava fresh root yield reported by Enete *et al.* (7) and used for this analysis was on the average for the three villages, 6.06 t/ha, the range was 0.50-19.25 t/ha, and the mode was 6-7 t/ha. Similar estimates by Nweke *et al.* (20) showed the mean cassava root yield for villages around Onitsha to be 10.7 t/ha, 9.2 t/ha for villages around Abakaliki and 36.9 t/ha for villages around Zaki-Biam, all in different ecological zones of southeast Nigeria. Also, Nweke *et al.* (19) estimate for Nigeria as a whole, a mean of 14.74 t/ha and a range of 1.25-67.30 t/ha.

The yield from these villages do not compare favorably with the above estimates probably because of soil conditions. The soil types in these villages as described by Lagemann (16) differ from the major soil types found in the forest and the moist savanna where 75% of cassava in West Africa is grown as described by Lawson *et al.* (17). In addition, Enete *et al.* (7) observed that while the mean cassava plant density was higher, the average age of cassava at harvest in months after planting (MAP) was lower in these villages than the average for the whole of Nigeria. Hence, while cassava plant densities may be higher, age at harvest may be lower than necessary for maximum root yield in these villages. Nweke and Spencer (21) had reported that cassava root yield increases with plant density up to a point, and then declines with further increases in plant density. Moreover, cassava can be harvested from 6 MAP but the edible root continues to grow for up to 48 MAP depending on the cultivar (15).

### Cassava root yield by gender of field owner

The mean cassava fresh root yield was significantly ( $P < 0.01$ ) lower for fields owned individually by men (3.64 t/ha) than for those owned individually by women (6.27 t/ha) (Table 1). It was also significantly ( $P = 0.02$ ) lower for individual male owned than for jointly owned fields (6.22 t/ha) (Table 1). Yields were about the same for the female and jointly owned cassava fields. These estimates fail to corroborate the observations by Palmer (25) and Quisumbing *et al.* (26) that yields from women's fields are generally lower than those from men's fields.

The frequency of use of inorganic fertilizer was 14% for male owned fields, 19% for female owned and 41% for jointly owned cassava fields. That of organic manure was 71% for male owned fields, 19% for female and 22% for jointly owned fields (Table 3). The differences in the yields between the fields owned individually by men or women or jointly by the family could not however be attributed to these differences in the use of fertilizer and manure since yields did not seem to respond positively to the use of these inputs in the area. The mean fresh root yield was significantly lower in fields in which inorganic fertilizer or organic manure was applied than in fields in which they were not applied in the three villages (Table 2). Hahn (11) noted that no positive cassava yield response was observed either to N or K applications on newly cleared land. Instead, tuber yields were depressed with increasing rates of N, particularly without K. Yield tended to increase with liming and with K for certain varieties.

Table 1: Cassava root yield components by gender of field owner

Gender		Fresh root (t/ha)	Plant density (stds/ha)	Average root wt (kg)	Number of roots/plant	Harvest Index	Age at harvest (mths)
Male	mean	3.64	7714	0.19	2.78	0.38	9.60
	minimum	1.75	4000	0.09	1.74	0.24	6.00
	maximum	5.45	11500	0.32	3.71	0.51	21.00
	standard dev.	1.38	2391	0.09	0.71	0.09	3.45
	No. of fields	7	7	7	7	7	20
Female	mean	6.27	11476	0.14	4.64	0.49	11.06
	minimum	1.50	5500	0.06	1.39	0.19	6.00
	maximum	16.35	20500	0.36	8.36	0.75	21.00
	standard dev.	3.49	4275	0.07	2.23	0.13	4.82
	No. of fields	21	21	21	21	20	51
Joint	mean	6.22	11969	0.14	3.68	0.44	9.98
	minimum	0.50	5000	0.01	0.61	0.06	6.00
	maximum	19.25	25500	0.26	9.48	0.70	21.00
	standard dev.	5.05	4477	0.06	2.10	0.15	3.73
	No. of fields	32	32	32	32	32	119

Table 2: Cassava root yield under alternative input applications in the three survey villages

Input		mean	minimum	maximum deviation	standard	No. of fields	T-value
Hired labor:	used	6.63	0.50	19.25	4.53	46	-1.81 (P=0.08)
	not used	4.41	1.20	12.10	3.11	16	
Improved cassava variety:	used	9.33	3.80	16.50	6.10	5	-1.81 (P=0.08)
	not used	5.77	0.50	19.25	4.05	57	
Organic manure:	used	3.91	1.20	16.35	3.58	16	2.41 (P=0.02)
	not used	6.81	0.50	19.25	4.31	46	
Inorganic fertilizer:	used	4.41	0.50	8.80	2.52	18	2.52 (P=0.01)
	not used	6.74	0.90	19.25	4.70	44	

The differences in the root yields may be attributed to differences in the uses of hired labor and improved cassava varieties. Hired labor was used in 57% of the male owned fields, 76% of the female owned and 78% of the jointly owned fields. The mean yield from fields where hired labor was used in the three villages was significantly higher than that from fields where it was not used (Table 2). Nweke *et al.* (19) observed that the higher the number of farm tasks executed with hired labor, the higher the cassava root yield. The frequency of use of improved cassava variety was 5% for female owned fields, and 13% for jointly owned fields, while it was not recorded in male owned fields (Table 3). The mean yield from fields where improved variety was used was significantly higher than that from fields of local land races in the three villages (Table 2). Nweke and Spencer (21) made similar observations in southwest Nigeria.

**Table 3**  
Percentage distribution of cassava fields by use of inputs by gender of field owner

	Male	Female	Joint
Fertilizer	14	19	41
Manure	71	19	22
Improved variety	0	5	13
Hired labor	57	76	78

In addition, there were differences in the age of cassava at harvest. Mean age at harvest in MAP was higher for female owned fields than for male owned or jointly owned fields. There were also differences in the rate at which cassava was intercropped as a minor crop with yam. In about 86% of the male owned cassava fields, 10% of the female owned and 19% of the jointly owned

fields, cassava was grown as minor in yam/cassava intercrop. Nweke *et al.* (19) observed that cassava has low plant density and is often planted late in the season in the yam/cassava intercrop where cassava was the minor crop. They however noted that the effect on cassava root yield may not be so adverse because yam-based intercrops are generally cultivated in fields of fertile soils. In the three villages studied, mean fresh root yield was lower (4.67 t/ha) but not significant ( $P=0.18$ ) in fields where cassava was intercropped as a minor crop with yam than where it was not (6.46 t/ha). It would appear that plant densities were in most cases lower than necessary for maximum root yield in male than in female or jointly owned cassava fields because of the yam/cassava intercrop. Mean cassava plant density was lower for male than for female or jointly owned fields (Table 1).

Although these observations did not confirm Palmer (25) and Quisumbing *et al.* (26) observations on yields from men's and women's fields, they however, suggest that lower yields from women's fields if and when they happen do not imply managerial or technical inefficiency on the part of women but limited access to resources as also noted by Quisumbing *et al.* (26).

## Conclusion

Cassava root yield was higher for female than for male owned fields. It was also higher for jointly than for male owned fields and about the same for female and jointly owned fields. This was due to differences in the use of hired labor and improved cassava varieties by gender of field owner. In addition, the age of cassava at harvest was higher for female owned than for the male and jointly owned fields. Cassava was a minor crop in yam/cassava intercrop in predominantly more of the male owned than female or jointly owned cassava fields.

## Literature

- Andrew D.J. 1972. Intercropping with sorghum in Nigeria. *Experimental Agriculture*, 13: 139-150
- Asadu, C.L.A. & Enete A.A., 1997. Food crop yields and soil properties under population pressure in sub-Saharan Africa. The case of cassava in southeast Nigeria. *Outlook on Agriculture* 26: 29-34
- Boserup E., 1970. *Women's role in Economic development*. St. Martins Press, New York.
- Chenoweth F.A., 1984. *Women in the food systems-Zambia GCP/RAF/193 (NOR)*; Mission Report Jan.-April 1984, FAO, Rome.
- Due J.M., White Marcia & Schwart René, 1985. Female farm households in Zambia: Further evidence of poverty. Illinois Agricultural Economics staff paper, Department of Agricultural Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Ebo E.C. & Ogbazi J.U., 1990. The Role of women in Nigerian agricultural production and development. In: *The Challenges of Agriculture in National Development*, A.I. Ikeme (ed), a production of The Faculty of Agriculture, University of Nigeria, Nsukka, pp 117-126.
- Enete A.A., Nweke F.I. & Okorji E.C., 1995. Trends in food crop yields under demographic pressure in sub-Saharan Africa: the case of cassava in southeast Nigeria. *Outlook on Agriculture*, 24 (4): 249-254.
- Ezumah H.C., Hahn S.K., Okigbo B.N. & Gebremeskel T., 1986. Root crops-based farming systems research at IITA. Paper presented at workshop on farming systems research ICRIASAT, India.
- FAO, 1984. *Women in Agriculture in Asia-Pacific Region*; Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA) monograph number 14, Bangkok, Thailand.
- Finlay R.C., 1975. Intercropping soyabean with cereals. In: *Proceedings of a Regional Soyabean conference on Production, Protection and Utilization*, D. Whighan (ed.), INTSOY series No. 6. University of Illinois, Urbana, U.S.A. pp 77-85.
- Hahn S.K., 1984. *Tropical Root Crops: Their Improvement and Utilization*. Conference paper 2. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- IITA, 1990. *Cassava in Tropical Africa: A Reference Manual*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- IITA, 1988. *IITA Strategic Plan 1989-2000*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- IITA, 1985. Maize plant „architecture“: important factor in intercropping with cassava. In: *Farming Systems Program Research Highlights 1981-1984*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria: pp 92-95.
- Jones W.O., 1959. *Manioc in Africa*. Stanford University Press, Stanford, USA.
- Lagemann J., 1977. *Traditional Farming Systems in Eastern Nigeria*. IFO Institut für Wirtschaftsforschung, Munich.
- Lawson T.L., Lal R. & Odoro-Afryiei K., 1981. Rainfall redistribution and microclimatic changes over a cleared watershed. In: Lal, R. and Russell, E.W. (eds). *Tropical Agricultural Hydrology Watershed Management and Land Use*. John Wiley and Sons, Boston, USA. pp.141-151.
- Mputela M. & Kraft S.E., 1994. Women Farmers' Role in Managing Cassava Production in Bandundu, Zaire. *Journal of Farming Systems Research-Extension* vol 4 no 2. pp 57-70.
- Nweke F.I., Dixon A.G.O., Asiedu R. & Folayan S.A., 1994. Cassava varietal needs of farmers and the potential for production Growth in Africa. Collaborative Study of Cassava in Africa (COSCA) working paper No. 10.
- Nweke F.I., Ugwu B.O., Asadu C.L.A. & Ay P., 1991. Production costs in the yam-based cropping systems of southeast Nigeria. RCMP Research

- Monograph No. 6, Resource and Crop Management Program, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
21. Nweke F.I. & Spencer D.S.C., 1995. Future prospects for cassava root yield in sub-Saharan Africa. *Outlook on Agriculture* 24, 35-42.
  22. Ogbonna K. I., 1989. Factors affecting the productivity of rural women in agriculture in Imo state, MSc. thesis, Dept of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka.
  23. Okigbo B.N., 1978. Cropping Systems and Related Research in Africa. Association for the Advancement of Agricultural Sciences in Africa (AAASA) occasional publication series 1.
  24. Onochie B.E., 1975. A review of existing traditional cropping system in West Africa. Paper presented in Processing workshop on cropping systems in Africa, Nwangoro Tanzania 1-6 Dec. 1975. Association for the Advancement of Agricultural Science in Africa.
  25. Palme Ingrid, 1991. Gender and population in the adjustment of African economies: Planning for change. *Women, Work and Development*, 19, International Labour Office, Geneva, Switzerland.
  26. Quisumbing A.R., Brown L.R., Fildstein H.S., Haddad L. & Pena C., 1995. Women: The key to food security. Food Policy Report, The International Food Policy Research Institute, Washington DC, USA.
  27. Vlek P.L.G., 1990. The role of fertilizers in sustaining agriculture in sub-Saharan Africa. *Fertilizer Research*. 26:327-339.
  28. Ugwu B.O., Ajobo O. & Okwor G., 1989. Cassava research and utilization in Nigeria. In: Status of Data on Cassava in Major Producing Countries in Africa, F. I. Nweke, John Lynam and Coffi Prudencio (eds.), Collaborative Study of Cassava in Africa (COSCA), working paper number 3, IITA, Ibadan, Nigeria. pp 19-21.

A.A. Enete, Nigerian, Ph.D., Research student at the Department of Agricultural Economics, Katholieke Universiteit, Leuven. From 1995-1998, he was a Research Fellow with the Collaborative Study of Cassava in Africa (COSCA), which was based at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.

F.I. Nweke, Nigerian, Professor of Agricultural Economics and visiting scientist at the Department of Agricultural Economics, Michigan State University, East Lansing, U.S.A. From 1988-1998, he was the Project Leader of COSCA, IITA, Ibadan, Nigeria.

Anthonia I. Achike, Nigerian, Lecturer and Research Fellow at the Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

E. Tollens, Belgian, Professor, Department of Agricultural Economics, K.U. Leuven, De Croylaan, 42, B-3001 Leuven.

### 54<sup>th</sup> International Symposium on Crop Protection

Will be held on May 7, 2002 at the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Ghent University, Belgium.

The symposium will give attention to all tropics related to crop protection.

Deadline for the submission of abstracts is January 31, 2002. The full programme will be available in March 2002.

The proceedings will be published in a special issue of the journal « Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent ».

All practical information on the symposium can be found at our website :  
<http://allserv.rug.ac.be/~hvanhost/symposium>.

All correspondence should be sent to the secretary general Professor P. De Clercq, Department of Crop Protection, Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium.

e-mail : [Patrick.DeClercq@rug.ac.be](mailto:Patrick.DeClercq@rug.ac.be), tel. : 32(0)9 264 61 58, Fax : 32(0)9 264 42 39

# Etude comparative de l'irrigation au goutte-à-goutte et à la raie sur une culture de pomme de terre de saison

A. Boujelben, K.B. Mbarek & A. Bel Aid\*

Keywords: Potato crop - Furrow irrigation - Drip irrigation - Doses - Agronomic parameters.

## Résumé

*Dans les conditions d'un climat semi-aride, l'efficacité de l'eau d'irrigation à la raie pour une culture de pomme de terre est relativement faible en comparaison avec celle de l'irrigation localisée au goutte-à-goutte. Un essai expérimental a été réalisé à la Station de Recherche Agricole de Chott Mariem située dans le centre est de la Tunisie visant la comparaison de ces deux techniques d'irrigation avec une dose ( $D = 210$  mm) pour la raie et des doses respectives ( $D$ ); ( $0,75D$ ) et ( $0,5D$ ) pour le goutte-à-goutte. Le système goutte-à-goutte avec la dose ( $D$ ) a engendré les résultats les plus performants au niveau des quantités de matières fraîche et sèche des tiges, des feuilles et des tubercules, du taux de couverture végétale du sol et de la hauteur moyenne des plantes. La réduction de la dose d'irrigation à ( $0,75D$ ) et ( $0,5D$ ) avec le système goutte-à-goutte a donné des résultats similaires à ceux obtenus par l'irrigation à la raie avec la dose ( $D$ ).*

## Summary

### Comparative Study of the Drip and Furrow Irrigation on Seasonable Potato Crop

*Under semi-arid climate conditions, use of furrow irrigation for potato is relatively low when compared to drip irrigation. An experimental trial was carried out at the Agricultural Research Station at Chott-Mariem located in the Center East of Tunisia. A drip irrigation system with three amounts ( $D$ ,  $0.75D$  and  $0.5D$ ) was compared to blocked furrows ( $D$ ) on potato.*

*The drip irrigation system ( $D = 210$  mm) produced best results for dry and fresh matter production in leaves and stems, and in tubers, percentage cover of soil and plant height. Lower amounts of water applied ( $0.75D$  and  $0.5D$ ) with drip irrigation gives similar results to those obtained with furrow irrigation ( $D$ ).*

## Introduction

L'efficacité de l'irrigation permet d'évaluer l'importance des pertes d'eau par rapport aux apports. Elle ne dépasse pas 40 à 60% dans le cas de l'irrigation traditionnelle à la raie (1). Le système goutte-à-goutte, qui a une efficacité de 80 à 90%, limite les pertes d'eau et en assure une répartition homogène dans le temps et dans l'espace. Vu les disponibilités limitées de la Tunisie en eau, il serait utile de comparer les deux systèmes d'irrigation sur une culture de pomme de terre dont certaines variétés sont connues très sensibles au stress hydrique (9).

Dans ce but, un essai expérimental a été implanté dans la Station de Recherche Agricole de Chott Mariem, visant la comparaison de l'irrigation à la raie avec une dose ( $D = 210$  mm) et l'irrigation au goutte-à-goutte avec différentes doses: ( $D$ ); ( $0,75D$ ) et ( $0,5D$ ).

Afin d'étudier la réponse de la culture de pomme de terre à la technique d'irrigation et à la dose d'eau apportée, certains paramètres agronomiques, en l'occurrence, le taux de couverture du sol par le végétal, la hauteur moyenne des plantes, les quantités de matière fraîche et de matière sèche des feuilles et des tiges, des tubercules, et le rendement quantitatif ont été évalués.

## Matériel et méthodes

L'essai a été conduit dans une parcelle de 0,5 ha (50 m x 100 m). La zone de Chott Mariem est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle de 350 mm. Les températures moyennes des maxima et des minima sont respectivement 14 °C et 23 °C. Le vent est généralement calme. L'humidité relative moyenne est de l'ordre de 68%.

Le sol a une texture sablonno-argileuse et une pente de l'ordre de 1,3% dans le sens des billons. Sa densité apparente moyenne est de 1,52. Ses réserves utiles en eau sont de 8% (pondérales). Le taux de matière organique est de l'ordre de 0,5%. Son pH est alcalin et varie de 8 à 8,5 selon la profondeur. Le taux de calcaire actif varie de 0,3 à 0,4% suivant la profondeur. La conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée est en moyenne 0,15 mS/cm.

Le précédent cultural était une culture de légumineuse à graines (fève). La préparation du sol consistait à un gros labour suivi de deux recroisements pour l'enfouissement de la fumure de fond. En effet, la parcelle a reçu 25 t/ha de fumier de ferme d'origine bovine, bien décomposée, ayant une salinité de 2 g de NaCl par kg de fumier. La fumure minérale est composée de 150 unités/ha de superphosphate (45%) et 200 unités/ha de

\*Département des Sciences du Milieu Naturel, Ecole Supérieure d'Horticulture, B.P. 47, 4042 Chott Mariem (Sousse) - Tunisie.  
Reçu le 23.08.99 et accepté pour publication le 01.08.01.



sulfate de potasse. La fumure d'entretien consistait à 100 unités/ha de nitrate d'ammonium (33,5%) réparties en trois apports au cours du cycle végétatif de la culture.

La variété Spunta, très estimée par les agriculteurs et les consommateurs tunisiens a été utilisée. Elle est demi-précoce et relativement tolérante au stress hydrique (7). La plantation a été effectuée avec une machine planteuse-butteuse, le 2 février 1996, avec une densité de 42000 plants/ha soit 3 plants par mètre linéaire sur des billons de 90 m de long, espacés de 0,8 m. La récolte a eu lieu 118 jours après la plantation. Un désherbage chimique a été réalisé en prélevé. Le produit utilisé est le lexon dont la matière active est la métribusine, à raison de 700 g/ha.

Au cours de la culture, quatre traitements anti-mildiou ont été effectués en alternance avec les produits: Manèbe 80 et prévicur N.

L'eau d'irrigation provient du réseau collectif de Nebhana, ayant un résidu sec de 1 g/l, un pH de 8 et une conductivité électrique de 1 mS/cm.

En se basant sur la méthode de calcul des besoins en eau des cultures, proposée par la F.A.O. (3) et les données climatiques de la région, on a déterminé les besoins en eau de la culture de pomme de terre de saison. Ils s'élèvent à 555 mm. Durant le cycle végétatif de la culture, la pluviométrie enregistrée a été de 345 mm. Ceci a limité le nombre d'irrigation à 3 et la quantité totale d'eau administrée à 210 mm, ce qui représente la dose la plus élevée (D).

Plusieurs systèmes d'irrigation peuvent être utilisés pour la pomme de terre. Les systèmes les plus utilisés sont l'irrigation à la raie (ou par sillons), par aspersion et au goutte-à-goutte.

L'irrigation à la raie est peu coûteuse car elle ne nécessite pas une infrastructure de base. Mais le sol doit être bien nivelé lors de sa préparation, avec une pente inférieure à 2%, pour éviter l'érosion et homogénéiser la répartition de l'eau le long des sillons (5). La consommation en eau d'irrigation est généralement élevée. L'é-

tat du sol, couramment mouillé, facilite l'invasion par les mauvaises herbes et entrave le déroulement des travaux d'entretien de la culture.

L'aspersion qui permet de lutter contre la gelée blanche (assez redoutable en Tunisie), assure une meilleure uniformité d'arrosage. Elle exige une eau de bonne qualité et nécessite l'achat de matériel approprié. Elle est mal adaptée aux zones ventées (8).

L'irrigation localisée au goutte-à-goutte permet une utilisation plus rationnelle de l'eau. Elle se prête bien à l'automatisation. Par opposition aux techniques précédentes, avec le goutte-à-goutte, le développement des adventices est limité. Les travaux d'entretien sont possibles à tout moment. La partie aérienne de la plante n'est pas mouillée et par conséquent les attaques par le mildiou (parasite le plus redoutable sur la pomme de terre en Tunisie) sont réduites. Seulement, ce système n'est pas épargné d'inconvénients. Il nécessite des investissements plus importants pour l'achat du matériel et exige une eau moins chargée à cause des risques d'obstruction et d'accumulation des sels (6).

Dans le cas de notre essai, nous avons adopté les deux systèmes d'irrigation à la raie et au goutte-à-goutte.

L'installation d'irrigation au goutte-à-goutte est composée d'une station de tête équipée de deux filtres à gravier et à tamis et d'un mélangeur d'engrais. Le porte-rampes est constitué par un tuyau en polyéthylène haute densité de diamètre 50/63 mm. Les rampes, en polyéthylène basse densité de diamètre 13/16 mm, sont munies de goutteurs Nétafim de débit nominal 2 l/h et espacés de 60 cm.

Le dispositif expérimental adopté est le split-bloc avec trois répétitions et quatre traitements, en utilisant les deux systèmes d'irrigation: à la raie avec une dose D d'une part, et au goutte-à-goutte avec trois doses différentes: D; 0,75D et 0,5D d'autre part (Figure 1).

Chaque traitement ou mode d'irrigation est formé de 3 billons, seulement le billon du milieu a fait l'objet de mesures et de comptages. Les deux autres billons ont été utilisés comme bordure.

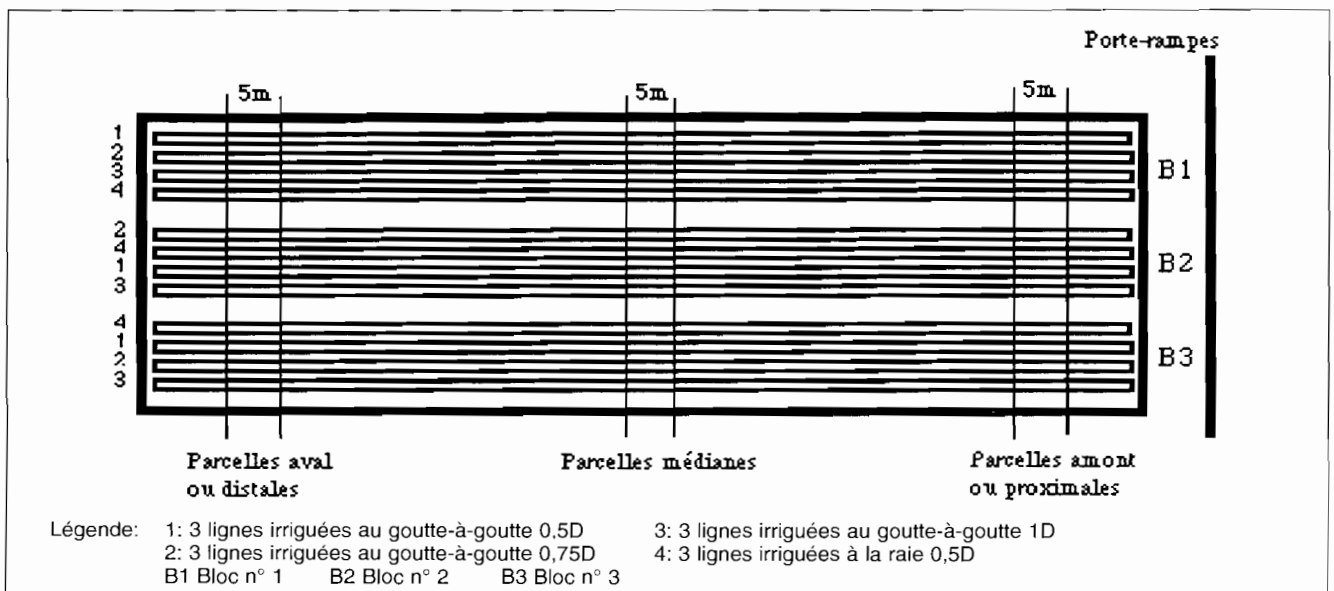


Figure1: Schéma du dispositif expérimental.

Cent jours après la plantation, pour chaque traitement, trois parcelles élémentaires de 5 mètres de long ont été délimitées à travers les billons en positions amont ou proximale, médiane et avale ou distale (Figure 1). Des observations et des mesures ont été effectuées au niveau de chaque traitement suivant la position de la parcelle élémentaire et ce pour déceler les effets du mode d'irrigation et de l'uniformité de distribution de l'eau d'irrigation sur:

– le taux de couverture du sol par le végétal (C): Il est déterminé à l'aide d'une grille rectangulaire (80 cm x 60 cm), comprenant 48 mailles (10 cm x 10 cm). Pour chaque parcelle élémentaire, trois mesures ont été réalisées en plaçant correctement la grille au-dessus des plantes du billon central. Puis, on compte le nombre de mailles interceptées par le feuillage. (C) est calculé comme suit:

$$C = 100 \times (\text{nombre de mailles interceptées par le feuillage} / 48);$$

– la hauteur moyenne des plantes représente la moyenne de cinq mesures de la longueur de la tige la plus longue de cinq plantes choisies au hasard par parcelle élémentaire;

– les quantités de matière fraîche des feuilles et des tiges, et des tubercules: on a prélevé la partie aérienne puis les tubercules des cinq plantes ainsi choisies. On les a pesés pour chaque plante séparément;

– les quantités de matière sèche des feuilles et des tiges, et des tubercules: ces mêmes échantillons ont été mis dans une étuve à une température de 105 °C durant 48 h. Puis on a effectué les pesées de la matière sèche;

– le rendement moyen en tubercules par plante: au niveau de chaque traitement, vingt plantes, choisies au hasard le long du billon, ont été récoltées 118 jours après la plantation. Après pesage, on a déterminé le rendement moyen par plante.

Les résultats ainsi obtenus ont été soumis à l'analyse de la variance. Par la suite, on a effectué une comparaison des moyennes à l'aide du test de la plus petite différence significative (P.P.D.S.).

## Résultats et discussion

### Le taux de couverture du sol par le végétal

Les résultats des mesures du taux de couverture du sol par le végétal pour les différents traitements sont présentés dans la figure 2. Pour un même mode d'irrigation et une même dose, la position de la parcelle élémentaire a un effet significatif, au seuil de 5%, sur le taux de couverture du sol par le végétal. Cette différence pourrait être due à une mauvaise uniformité de distribution de l'eau d'irrigation le long du billon des deux modes d'irrigation.

Concernant le mode d'irrigation et son interaction avec la position de la parcelle élémentaire, il n'y a pas de différence significative (Tableau 1). Ceci pourrait indiquer que l'irrigation à la raie et au goutte-à-goutte avec les différentes doses ont eu la même incidence sur le taux de couverture du sol par le végétal. Cependant, le calcul des moyennes du taux de couverture du sol par le végétal, sans tenir compte de la position de la parcelle élémentaire, a montré que le goutte-à-goutte avec la dose (D) a donné le taux le plus élevé (37,4 %)

(Tableau 2). L'irrigation à la raie avec la dose (D) et au goutte-à-goutte avec des doses respectives 0,75D et 0,5D ont donné des résultats similaires (de l'ordre de 33 %). Il est clair que le goutte-à-goutte avec la dose D a favorisé le développement du taux de couverture du sol par le végétal.

### La hauteur moyenne des plantes

Il y a une différence hautement significative pour le mode d'irrigation et la position de la parcelle élémentaire au seuil de 1%. De même, il y a une différence significative au seuil de 5 % pour l'interaction de ces deux paramètres (Tableau 1). Le goutte-à-goutte, avec la dose (D), a engendré la hauteur de plante la plus élevée au niveau des parcelles élémentaires proximales et distales (Figure 3).

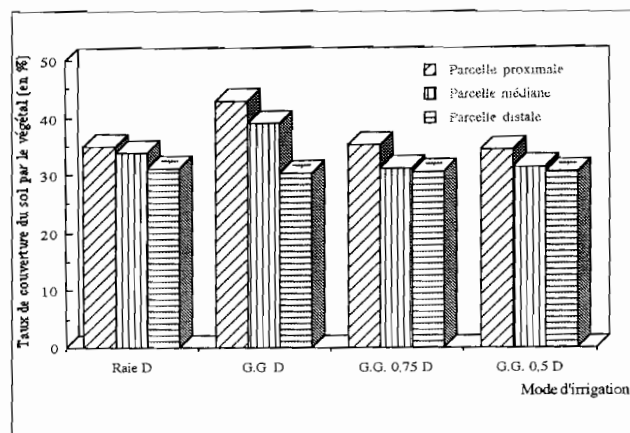


Figure 2: Effet du mode d'irrigation et de la position de la parcelle élémentaire sur le taux de couverture du sol par le végétal.

Le goutte-à-goutte avec les doses respectives (D) et (0,75D) a donné une même hauteur moyenne (26 cm). Par contre, l'irrigation à la raie avec la dose (D) et au goutte-à-goutte avec la dose (0,5D) ont donné une hauteur moyenne par plante moins élevée (24 cm) (Tableau 2). Ceci pourrait indiquer qu'avec une dose d'irrigation réduite à moitié (0,5D), le goutte-à-goutte a donné un résultat comparable à celui de la raie. De même, la réduction de la dose d'irrigation au 3/4 avec le goutte-à-goutte n'a pas d'incidence négative sur la hauteur de la plante.

Le mode d'irrigation et son interaction avec la position de la parcelle élémentaire ont un effet significatif au seuil de 5% sur la hauteur moyenne des plantes (Tableau 1). Ceci montre que pour une même position de la parcelle élémentaire et une même dose d'irrigation, la hauteur moyenne des plantes diffère selon le mode d'irrigation (goutte-à-goutte ou raie). Ces résultats ne sont pas conformes à ceux obtenus au niveau du taux de couverture du sol par le végétal. En effet, la variété de pomme de terre utilisée (Spunta) est caractérisée par un port érigé plutôt qu'étalé (4).

### Quantité de matière fraîche des feuilles et des tiges

Concernant ce paramètre, l'analyse de la variance a montré que les différences sont non significatives pour l'effet du mode d'irrigation, de la position de la parcelle élémentaire et de leur interaction (Tableau 1).

**Tableau 1**  
**Résultats d'analyse de la variance des paramètres étudiés**

Source de variation	D.D.L.	Taux de couverture du sol par le végétal (en %)	Hauteur moyenne des plantes (en cm)	Quantité de matière fraîche des feuilles et des tiges (en g/plante)	Quantité de matière sèche des feuilles et des tiges (en g/plante)	Quantité de matière fraîche des tubercules (en g/plante)	Quantité de matière sèche des tubercules (en g/plante)
Blocs	2	45,65 ns	2,94 *	1293,09 ns	15,73 ns	32131/2 *	337,73 ns
Mode d'irrigation (M.I.)	3	55,9 ns	23,19 **	1568,81 ns	45,21 ns	124369,7**	1692,87 **
Position de la parcelle élémentaire (P.P.E.)	2	118,1 *	36,22 **	41,59 ns	98,75 *	20792 ns	1613,05 **
Interaction M.I. x P.P.E.	6	17,38 ns	3,28 *	864,45 ns	2,97 ns	3638547,33 ns	111,13 ns
Coefficient de variation M.I. (%)	-	17,3	2,2	17,6	22	14,2	14,3
Coefficient de variation P.P.E. (%)	-	11,5	2,5	8,6	15,9	13,4	2,5

ns: non significatif

\*: Significatif au seuil de 5%

\*\*: Significatif au seuil de 1%

Cependant, la comparaison des moyennes des quantités de matière fraîche des feuilles et des tiges par mode d'irrigation a montré que le goutte-à-goutte avec la dose (D) a donné la quantité la plus élevée en matière fraîche des feuilles et des tiges (141 g/plante). Alors que pour les autres, il n'y a pas eu de différence significative (115 g/plante) (Tableau 2). Il est clair que la quantité d'eau administrée par le goutte-à-goutte avec la dose (D = 210 mm) est suffisante pour favoriser la synthèse de la matière verte et le développement végétatif de la plante. Ce résultat confirme les observations de Mauromicale *et al.* (3) qui indiquent que la pomme de terre est généralement sensible au déficit en eau dans le sol. Il peut entraîner une réduction du développement de la surface foliaire et de la photosynthèse.

### Quantité de matière sèche des feuilles et des tiges

L'effet de la position de la parcelle élémentaire sur la quantité de matière sèche des feuilles et des tiges est significatif au seuil de 5% (Tableau 1). Le mode d'irrigation et son interaction avec la position de la parcelle élémentaire ont donné des résultats non significatifs. Cependant, la quantité de matière sèche des feuilles et des tiges est plus élevée au niveau des parcelles proximales pour tous les modes d'irrigation (Figure 4).

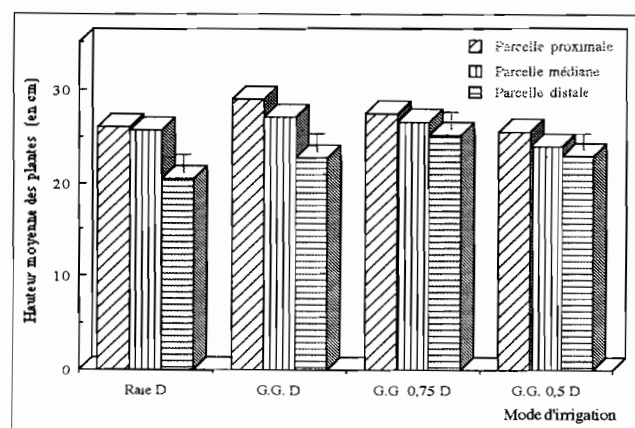


Figure 3: Effets du mode d'irrigation et de la position de la parcelle élémentaire sur la hauteur moyenne des plantes (en cm).

La comparaison des moyennes a montré que le goutte-à-goutte avec la dose (D) a donné la quantité la plus élevée de matière sèche des feuilles et des tiges (20,2 g/plante). L'irrigation à la raie et au goutte-à-goutte avec les doses (0,75D) et (0,5D) ont donné les quantités les plus faibles (respectivement 15,8 et 15,2 g/plante) (Tableau 2). Ceci pourrait être expliqué par l'amélioration de la masse de matière verte qui s'est répercutée positivement sur la matière sèche au niveau de la partie aérienne de la plante.

### Quantité de matière fraîche des tubercules

Un effet hautement significatif a été décelé au niveau du mode d'irrigation et non significatif au niveau de la position de la parcelle élémentaire et de l'interaction (Tableau 1). L'irrigation à la raie et au goutte-à-goutte avec la dose (D) ont engendré des quantités plus élevées et similaires de matière fraîche des tubercules (respectivement 566 et 624 g/plante). Des quantités plus faibles 446 et 363 g/plante ont été obtenues au niveau du goutte-à-goutte avec les doses respectives (0,75D) et (0,5D) (Tableau 2).

### Quantité de matière sèche des tubercules

L'analyse de la variance a montré un effet hautement significatif pour le mode d'irrigation et la position de la parcelle élémentaire et non significatif pour l'interaction de ces deux facteurs. Au niveau des parcelles proximales et à travers les deux modes d'irrigation, la quantité de matière sèche des tubercules est plus élevée (Figure 5).

La comparaison des moyennes a montré que la quantité de matière sèche des tubercules au niveau du goutte-à-goutte avec la dose (D) est la plus importante (83 g/plante). Il ressort qu'au niveau de ce traitement, l'eau disponible à la plante est assez importante et que cette dernière en a bien profitée pour activer la photosynthèse. L'irrigation à la raie (D) et au goutte-à-goutte (0,75D) ont engendré des quantités de matière sèche similaires (respectivement 73,2 et 68,9 g/plante). Avec la dose (0,5D), le goutte-à-goutte a donné la quantité la plus faible en matière sèche (49,4 g/plante). Il semble à ce niveau, que la quantité d'eau administrée est assez réduite et la plante a subi un stress hydrique.

**Tableau 2**  
**Résultats de la comparaison des moyennes relatives aux paramètres étudiés**

Source de variation	Taux de couverture du sol par le végétal (en %)	Hauteur moyenne des plantes (en cm)	Quantité de matière fraîche des feuilles et des tiges (en g/plante)	Quantité de matière sèche des feuilles et des tiges (en g/plante)	Quantité de matière fraîche des tubercules (en g/plante)	Quantité de matière sèche des tubercules (en g/plante)
Raie (D)	33,3 (b)	24 (b)	111 (b)	15,8 (b)	523 (c)	73,2 (b)
Goutte-à-goutte (D)	37,4 (a)	26 (a)	141 (a)	20,2 (a)	728 (a)	83 (a)
Goutte-à-goutte (0,75D)	32,4 (b)	26,2 (a)	120 (b)	16,6 (b)	607 (b)	68,9 (b)
Goutte-à-goutte (0,5D)	32,1 (b)	24,1 (b)	115 (b)	15,2 (b)	507 (c)	49,4 (c)

(a), (b), (c): Les moyennes de la même colonne suivies par la même lettre ne diffèrent pas entre elles au seuil de 5%.

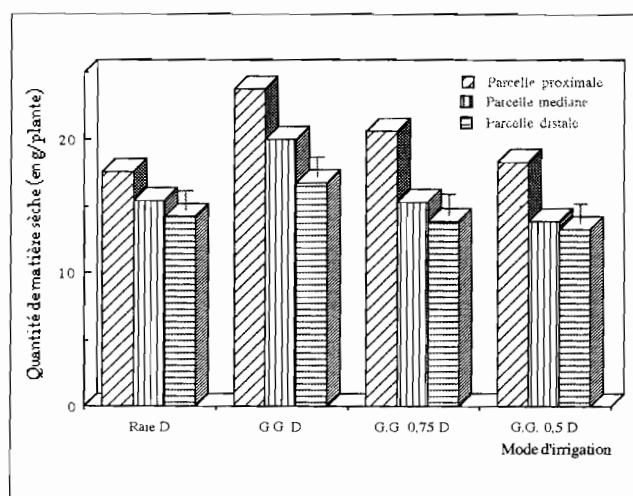


Figure 4: Effets du mode d'irrigation et de la position de la parcelle élémentaire sur la quantité de matière sèche des feuilles et des tiges (en g/plante).

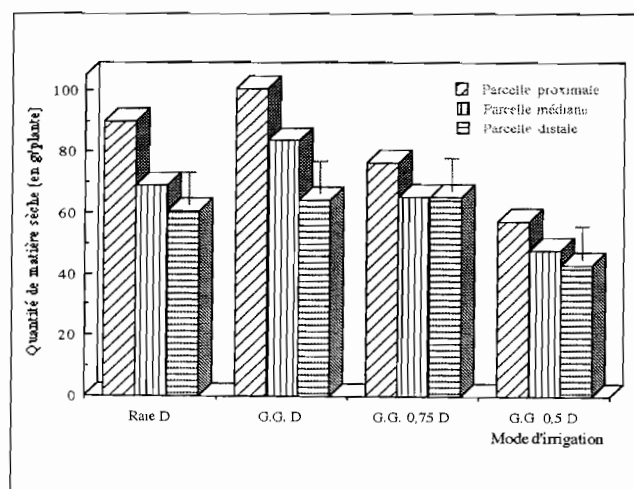


Figure 5: Effets du mode d'irrigation et de la position de la parcelle élémentaire sur la quantité de matière sèche des tubercules (en g/plante).

### Rendement par plante

L'analyse de la variance a montré qu'il y a un effet hautement significatif pour le mode d'irrigation avec un coefficient de variation de 8,6 % (Tableau 3).

**Tableau 3**  
**Résumé de la somme des carrés des écarts et du coefficient de variation du rendement par plante**

Sources de variations	D.D.L.	Rendement par plante
Blocs	2	0,00531 ns
Modes d'irrigation	3	0,031 **
Coefficient de variation	-	8,6 %

ns: non significatif

\*\* : Significatif au seuil de 1%

La comparaison des moyennes a montré que le goutte-à-goutte avec la dose (D) a engendré le rendement le plus élevé, estimé à 0,728 kg/plante. Les rendements obtenus au niveau des autres traitements sont moins élevés. Les rendements des traitements d'irrigation à la raie (D) et au goutte-à-goutte (0,5D) ne diffèrent pas entre eux. Ils sont estimés respectivement à 0,523 et 0,507 kg/plante (Tableau 2). Par contre, au niveau de la raie, il y a eu une certaine hétérogénéité de répartition de l'eau d'irrigation. Il serait possible que le goutte-à-goutte avec la dose (D) a permis aux plantes de pomme de terre de profiter au maximum des quantités d'eau administrées et par conséquent de stimuler la photosynthèse.

Au niveau du goutte-à-goutte, avec les doses (0,75D) et (0,5D), les quantités d'eau apportées sont relativement faibles, ce qui pourrait engendrer un stress hydrique pour les plantes de pomme de terre.

### Conclusion

D'après les résultats obtenus lors de cet essai, on peut retenir que:

- l'irrigation au goutte-à-goutte avec les doses (D = 210 mm et 0,75D = 158 mm) comparée à celle à la raie avec la dose (D) a permis une nette amélioration des performances de la culture de pomme de terre (croissance, taux de couverture du sol par le végétal, rendement, etc...);

- avec une dose d'irrigation réduite à moitié (0,5D = 105 mm), le goutte-à-goutte un résultat comparable à celui de la raie (D) au niveau du taux de couverture du sol par le végétal, de la hauteur moyenne des plantes et des quantités de matières fraîche et sèche des feuilles et des tiges. De même, la réduction de la dose d'irrigation au 3/4 avec le goutte-à-goutte n'a pas d'incidence négative sur la hauteur de la plante;
- une dose d'irrigation de (0,5D = 105 mm) apportée par le goutte-à-goutte s'est avérée insuffisante puisque les quantités de matières fraîche et sèche des tubercules sont réduites significativement;
- les rendements de la culture irriguée à la raie (D) et au goutte-à-goutte (0,5D) sont comparables (respectivement 0,523 et 0,507 kg/plante), ce qui a entraîné une économie en eau d'irrigation de l'ordre de 50%;
- l'irrigation au goutte-à-goutte a permis une meilleure distribution de l'eau dans le sol et par conséquent une meilleure alimentation hydrique de la culture. Ce qui a contribué à l'amélioration des rendements en tubercules: 32,8 t/ha contre 22 t/ha pour la dose (D) apportée respectivement au goutte-à-goutte et à la raie. Des rendements de 25,5 t/ha et 21,3 t/ha sont obtenus respectivement avec les doses (0,75D) et (0,5D) suite à des économies en eau d'irrigation respectives de 25 et 50%.

### Références bibliographiques

1. Bos M.G. & Nugteren J., 1983. On irrigation efficiencies. Publication n° 19, International Institute for Reclamation and Improvement, ILRI, Wageningen, The Netherlands, 138p.
2. Boujelben A. & Mbarek K.B., 1996. Potato response to drip irrigation system. Second International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. Chania, Crete, Greece 9-13 September, 1996.
3. Doorenbos J. & Pruitt W.O., 1975. Besoins en eau des cultures. Publication n° 24, F.A.O. Rome.
4. Hannachi C., 1996. Amélioration de la tolérance de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à la salinité (NaCl) par voie biotechnologique. Thèse présentée à la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologie Appliquée de l'Université de Gent (Belgique), 152p.
5. Haverkort A. J., 1987. La gestion de l'eau dans la production de la pomme de terre. La pomme de terre: Bulletins d'information technique 1 à 19, Centre International de la Pomme de terre (CIP). Edition Waegaert - Bruxelles.
6. Keller J. & Karmeli D., 1975. Manuel de calcul d'un réseau d'irrigation goutte-à-goutte. Traduction C.T.G.R.E.F. de "Trickle Irrigation Design ", Rain Bird- Glendora- Californie.
7. Netherlands Potato Consultative Institute, 1980. Netherlands Catalogue of Potato varieties. NIVAA, Den Haag - Rivo, Wageningen.
8. Rieul L., 1993. Les techniques modernes d'irrigation et les économies d'eau. Revue du C.E.M.A.G.R.E.F.: Courants n° 20 (mars- avril 1993) pp: 60- 69.
9. Steyn J.M. & Du Plessis H.F., 1993. Evaluation of the drought resistance of three potato cultivars in South Africa. Résumé de la 12<sup>ème</sup> conférence triennale de l'Association Européenne pour la Recherche sur la Pomme de Terre. Paris- France, 18- 23 Juillet 1993.

A. Boujelben, Tunisien, Maître assistant en Génie rural

K. Ben Mbarek, Tunisien, Ingénieur principal spécialisé, Phytotechnie amélioration des plantes

A. Bel Aid, Tunisien, Ingénieur adjoint, Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Elevage de Chott Mariem Sousse, Tunisie

# Réponses agro-physiologiques et efficacité d'utilisation de l'eau chez le maïs (*Zea mays* L. – cv. *Synthetic-C*) soumis au déficit hydrique

M. Diouf<sup>1</sup>, B. Sarr, O. Diouf, A. Bâ & H. Roy-Macauley

Keywords : Drought – Plant water status – Gas exchanges – Water use efficiency – Productivity – *Zea mays* L. cv. *Synthetic-C*.

## Résumé

Au Sénégal, face à la baisse de la pluviométrie et la forte probabilité d'occurrence de périodes sèches au cours du cycle cultural, l'étude des réponses agro-physiologiques du maïs (*Zea mays* L. – cv. *Synthetic-C*) a été effectuée dans la zone du Bassin Arachidier. Le but de ce travail était de caractériser à l'échelle de la plante entière et de la culture, les réponses physiologiques d'une part, et d'évaluer l'efficacité de l'utilisation de l'eau consommée d'autre part. Le déficit hydrique a été appliqué respectivement pendant la phase végétative (T1), durant la phase reproductive (T3) et à la fois durant les phases végétative et reproductive avec une période de réhydratation entre ces dernières (T2). Pour les témoins (T0), un complément d'eau a été apporté par irrigation pendant les périodes de déficit pluviométrique pour maintenir des conditions hydriques optimales d'alimentation en eau des plantes pendant la croissance. Les quantités pour l'irrigation complémentaire ont été déterminées à partir de l'évapotranspiration bac et des coefficients culturaux du maïs pour différentes phases phénologiques.

Les résultats ont permis de montrer que les réponses physiologiques et agronomiques de la *Synthetic-C* face au déficit hydrique sont variables suivant le stade d'occurrence du stress. En effet, l'état hydrique interne des plantes (contenu relatif en eau – CRE – et potentiel hydrique foliaire -  $\psi$  -) et l'indice de stress de la culture (CWSI) ont été moins sensibles au stress hydrique avec une baisse plus modérée au cours de la phase florale qu'au cours de la phase végétative. En revanche, les échanges gazeux [conductance stomatique (Gs) et la transpiration (Tr)] se sont révélés plus sensibles au stade reproductif avec une chute plus marquée et permettant de distinguer les traitements considérés. Le rendement en graines et l'efficacité d'utilisation de l'eau ont indiqué une baisse significative pendant cette phase reproductive. En outre, sur la base des paramètres physiologiques et de la production, la *Synthetic-C* a manifesté une bonne capacité de reprise de ses fonctions après cessation de la contrainte hydrique en phase végétative ce qui semble témoigner de sa bonne plasticité.

## Summary

### Agrophysiological Responses and Water Use Efficiency of Maize (*Zea mays* L. – cv. *Synthetic-C*) in Water Deficit Conditions

Senegal is known to have very low rainfall with high probability of drought occurring during crop development. The study on the growth of maize under water deficit conditions aimed at characterising its agro-physiological responses and the evaluation of its water use efficiency (WUE). A water deficit was applied respectively during the vegetative phase (T1), at flowering start (T3) and both during the vegetative phase and at flowering start (T2) with a period of rewatering between these two phases. For the control (T0) water was applied by irrigation to maintain optimal water conditions for growth. The amount of water to complete (in low rainfall conditions during the cycle) was determined by measuring "bac" evapotranspiration and using crop coefficient (Kc) for maize during the different phases.

The results show that *Synthetic-C* variety was sensitive to water deficit during the flowering phase. Actually, the relative water content (RWC), leaf water potential ( $\psi$ ) and crop water stress index (CWSI) were less sensitive to water deficit during the flowering phase than during the vegetative phase. These parameters showed a higher rate of decrease during the vegetative phase. On the other hand, gaseous exchanges [stomatal conductance (Gs) and transpiration (Tr)] were found to be more sensitive to water deficit during the reproductive stage. Moreover, significantly low grain yield and WUE were observed during this phase of development. However, on the basis of physiological parameters and productivity, *Synthetic-C* showed a good capacity to resume its physiological activities after rewatering during the vegetative phase, similar to a good plasticity of the control.

<sup>1</sup> CERAAS, BP 3320 Thiès-Escale, Thiès (Sénégal). Tél. : (221) 951-49-93/94  
Tél./Fax : (221) 951-49-95 e-mail : ceraas@telecomplus.sn  
Reçu le 12.10.99. et accepté pour publication le 01.08.01.

## Introduction

Depuis les années 1970, la baisse de la pluviométrie constitue la principale limite pour l'agriculture des pays du Sahel. La sécheresse devenue chronique, contribue largement à l'accroissement du déficit céréalier des états sahéliens. En effet, en 1984-1985, le déficit vivrier atteignait 1 771 500 t dans les pays membres du Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) (11). Ces auteurs estiment ce déficit à plus de 3 millions de tonnes à l'an 2000 si la production agricole n'évolue pas. Pour permettre à ces pays d'être autosuffisants à l'avenir, les recherches se sont fixées comme objectif majeur d'atteindre dans ces conditions limitantes, un bon niveau d'efficacité de l'utilisation de l'eau par les cultures.

Au Sénégal, la zone de culture du maïs (*Zea mays* L.) correspond aux domaines soudano-sahélien et soudanien (400 à 900 mm) comme définis par Lecoer *et al.* (10). Cette étude a porté sur la variété *Synthetic-C*, à base génétique large, résistante à la verse avec un potentiel de rendement de 4 t.ha<sup>-1</sup> (2). Cependant, on assiste à une fluctuation importante de ses rendements liée aux périodes de déficit hydrique intervenant au cours de son cycle. L'objectif de ce travail est d'une part, de caractériser les réponses agronomiques et physiologiques (état hydrique des plantes, potentiel hydrique foliaire et contenu relatif en eau, indice de stress de la culture ou CWSI, échanges gazeux et notamment la transpiration et la conductance stomatique) de *Zea mays* L. cv. *Synthetic-C* sous irrigation; et d'autre part, d'évaluer l'efficacité de l'utilisation de l'eau chez cette variété *Synthetic-C* en conditions de déficit hydrique pendant les phases végétative et reproductive.

## Matériel et méthodes

### Site expérimental

L'étude a été conduite à la station du Centre Nord Bassin Arachidier (CNBA) de Bambey (14°42'N et 16°28'O) pour les conditions expérimentales favorables qu'elle offre malgré le fait que la culture est surtout pratiquée dans les zones centre (Nioro du Rip) et sud du pays (Moyenne et Haute Casamance). Son climat est de type soudano-sahélien caractérisé par une saison sèche longue (8 à 9 mois: octobre à mai) et une saison pluvieuse courte (3 à 4 mois: juin à septembre). La température moyenne annuelle varie entre 21 et 38°C et la pluviométrie atteinte ou dépassée 2; 5 et 8 années sur 10, est successivement d'environ 571; 460 et 375 mm (source ISRA/Bambey: période 1966-1995). Le sol du site expérimental est de type dior modal, ferrugineux tropical faiblement lessivé. Sa teneur en argile varie entre 7,5 et 9,3% et son pH est compris entre 6 et 6,5 (3).

### Matériel végétal et conduite de la culture

La variété de maïs *Synthetic-C* étudiée a été créée à l'ISRA de Bambey en 1982, et son cycle dure 90 jours. Sa tige peut atteindre 2,20 m de hauteur avec un nombre de feuilles de 14 à 16. La hauteur d'insertion de l'épi peut se situer jusqu'à 1,10 m. L'essai a été installé sur un précédent cultural cotonnier après un labour à sec de 20 cm de profondeur suivi d'un hersage. Le semis a été effectué en humide à raison de 2 graines par poquet

après une pré-irrigation de 20 mm, le 08 juillet 1997 pour une géométrie de 0,8 m x 0,2 m avec des semences enrobées au granox (captafol 10%, benomyl 10% et carbofuran 20%) pour les protéger contre les champignons et les insectes. Le démarrage à un pied par poquet, en humide, a eu lieu 15 jours après le semis (jas). Des sarclo-binages, un buttage pour améliorer l'efficacité d'utilisation de l'engrais et la résistance à la verse (41 jas), et des traitements phytosanitaires contre des criquets, des pucerons, des chenilles défoliatrices et des termites respectivement, avec du sumithion 500 CE (fénitrothion) 1l.ha<sup>-1</sup>, du spidane 500 (endosulfan) 660 cc.l<sup>-1</sup> et du thimul 35 (endosulfan) 2,5 l.ha<sup>-1</sup> ont été réalisés. Un apport de 200 kg.ha<sup>-1</sup> NPK (8-18-27) a été effectué au semis, et de l'urée (46-0-0) à la dose de 100 kg.ha<sup>-1</sup> au 27<sup>ème</sup> et au 41<sup>ème</sup> jas. L'irrigation a été assurée par un système de rampes oscillantes de six mètres de portée et les hauteurs d'eau apportées sont recueillies dans des pluviomètres installés dans chaque parcelle. Le pilotage hebdomadaire de l'irrigation a été réalisé à l'aide des logiciels Bipode Nema (IER-CIRAD-CA, version 4.04) et Excel. Pour ce faire, la relation ETM-ETR (en mm.j<sup>-1</sup>); ETM ou évapotranspiration maximale de la *Synthetic-C* correspondant à une alimentation hydrique optimale et calculée à partir des coefficients culturaux (Kc) donnés par Vanderchmitt (14) pour différentes phases du cycle de développement et de l'évapotranspiration du bac (Evbac) mesurée sur une longue série climatique. L'évapotranspiration réelle (ETR) représente la consommation en eau de la culture. L'Evbac mesurée au niveau de la station météorologique au cours de l'essai correspond à la valeur de l'évaporation sur une nappe d'eau libre.

### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés avec trois répétitions, soient 12 unités expérimentales de 6 m x 4,8 m chacune. Chaque parcelle unitaire comprend 6 lignes de 6 m avec des interlignes de 0,8 m et 2 lignes centrales forment le carré de rendement de 2 m x 1,6 m. Le facteur étudié est le régime hydrique, comprenant 4 niveaux :

- T0: (traitement témoin soumis au régime pluvial avec une irrigation complémentaire pendant les périodes à pluviométrie déficitaire pour maintenir les plantes dans des conditions d'alimentation en eau optimales durant tout le cycle).
- T1: (traitement stressé par couverture des parcelles en phase végétative: du 27<sup>ème</sup> au 42<sup>ème</sup> jas).
- T2: (traitement stressé par couverture des parcelles pendant la phase végétative puis la phase reproductive; les deux périodes de stress étant séparées par une période de récupération après la phase végétative).
- T3: (traitement stressé par couverture des parcelles en phase reproductive: du 52<sup>ème</sup> au 67<sup>ème</sup> jas).

Pendant les périodes d'application du stress, les parcelles stressées ont été recouvertes de bâches transparentes et imperméables à l'eau au moment des pluies et pendant la nuit. En raison de la baisse des températures nocturnes comprises entre 20 et 25°C d'une part, et de l'aération assurée sur une hauteur de 50 cm à la base du dispositif d'autre part, le bâchage n'a pas signi-

ficativement influencé le microclimat des plantes des traitements concernés.

### Paramètres étudiés et techniques de mesure

Les paramètres climatiques ont été relevés quotidiennement à partir d'une station météorologique automatique de type Cimel. Le suivi de l'état hydrique du sol a été réalisé de manière hebdomadaire à l'aide d'un humidimètre à neutrons de type Troxler T7 à partir d'un tube d'accès de 4 m de long préalablement installé au milieu (position centrale) de chacune des parcelles élémentaires.

Les quantités d'eau réellement consommées par la culture ou évapotranspiration réelle (ETR) ont été estimées à partir de l'équation du bilan hydrique qui s'exprime comme suit :

$$ETR (\text{mm.j}^{-1}) = P + I + \Delta S \pm R \pm Dr; \text{ avec}$$

P: la pluviométrie enregistrée au niveau d'une station météorologique située à 300 m de la parcelle expérimentale,

I: la quantité d'eau apportée par irrigation,

$\Delta S$ : la variation de stock d'eau mesurée entre deux dates différentes telle que S1 représente le stock mesuré à la date D1 et S2 celui mesuré à la date D2,

R: le ruissellement et

Dr: le drainage.

Il est à noter que R et Dr ont été négligés dans le cas de notre dispositif d'une part par un buttage des parcelles, et d'autre part, par l'installation des tubes d'accès à une profondeur que le front d'humectation ne dépasse pas (4 mètres).

Par ailleurs, l'eau disponible dans le sol ou Available Soil Water (ASW) exprimée en pourcentage a été calculée selon la formule proposée par Lecoœur *et al.* (9). Cette relation prend en compte les stocks d'eau à la profondeur d'extraction racinaire (PER), au point de flétrissement permanent (pF 4,2) et à la capacité au champ (pF 3) pour une profondeur donnée. Elle s'exprime comme suit :

$$ASW (\%) = (\text{Stock PER} - \text{Stock pF 4,2}) / (\text{Stock pF 3} - \text{Stock pF 4,2})$$

Les paramètres physiologiques (contenu relatif en eau, potentiel hydrique foliaire, conductance stomatique, transpiration et indice de stress) ont été mesurés une fois par semaine entre 11 h et 13 h en période d'alimentation en eau optimale et deux fois par semaine en période de déficit hydrique sur la 3<sup>ème</sup> feuille à partir du sommet de la tige.

Le contenu relatif en eau (CRE) a été déterminé au laboratoire par gravimétrie et exprimé en pourcentage suivant la méthode de Weatherley (15), puis calculé à partir de la relation

$$CRE (\%) = [(PF-PS) / (PT - PS)] \times 100; \text{ avec}$$

PF: poids frais de l'échantillon (disque foliaire prélevé à l'emporte-pièce) en mg,

PS: poids de l'échantillon après séchage à l'étuve à 85°C pendant 24 heures exprimé en mg,

PT: poids de l'échantillon à pleine turgescence en mg après séjour pendant une nuit à 4°C dans de l'eau distillée et à l'obscurité.

Le potentiel hydrique foliaire ( $\Psi$ ) a été déterminé au champ au moyen d'une presse hydraulique de type

Campbell J-14 et est exprimé en unité de pression qui est le mégapascal (MPa). La mesure a consisté à prélever un morceau de feuille d'un côté de la nervure principale de la 3<sup>ème</sup> feuille en partant de l'extrémité de la tige de la plante, puis à l'introduire, entre deux feuillets de papier buvard, dans la chambre de mesure étanche de la presse. Par la suite, une pression mécanique est exercée sur l'échantillon jusqu'à l'apparition de taches humides au niveau des extrémités des nervures secondaires correspondant à l'émission de la sève, donc à l'énergie nécessaire pour extraire l'eau du tissu végétal et la porter à l'état libre. Cette mesure a été réalisée sur 3 plantes pour chaque traitement et à chaque date du suivi.

La résistance stomatique ( $R_s$ ) et la transpiration foliaire ( $T_r$ ) ont été déterminées de manière automatique à l'aide d'un poromètre à diffusion à régime stationnaire Licor-1600 ou steady state porometer (Licor Inc., Lincoln, Nebraska, USA) ; puis la conductance stomatique ( $G_s$ ) a été calculée à partir de la relation :  $G_s (\text{cm.s}^{-1}) = 1/R_s (\text{s.cm}^{-1})$ . Les mesures ont été effectuées sur la 3<sup>ème</sup> feuille (en partant de l'extrémité de la tige de la plante) en enfermant celle-ci dans la chambre de mesure de l'appareil dont l'ouverture est exposée au soleil, et en réalisant l'état d'équilibre qui doit précéder la mesure automatique. Cette mesure des échanges gazeux a été répétée sur 5 plantes.

Les mesures de la température du couvert et du différentiel de température entre le couvert végétal et l'air ambiant ( $T_c - T_a$  en °C) ou  $\Delta T$  ont été effectuées à l'aide du radiothermomètre infrarouge type Telatemp AG 42 avec 4 répétitions par parcelle avec un angle de visée de 30° sur une distance d'environ 2 m. Les températures sèche et humide de l'air ont été déterminées à partir d'un psychromètre ventilé, et utilisées pour le calcul du déficit de pression de vapeur (DPV en mb) grâce au logiciel Sanji version 5 Béta-test. Les couples de valeurs ( $T_c - T_a$ ) - DPV obtenus à partir des mesures réalisées concomitamment sur des parcelles en condition d'alimentation hydrique optimale et sur des parcelles sévèrement stressées, ont permis de déterminer la ligne de base (Figure 1) à partir de laquelle l'indice de stress de la culture ou Crop Water Stress Index (CWSI) défini par Idso (6) a été obtenu.

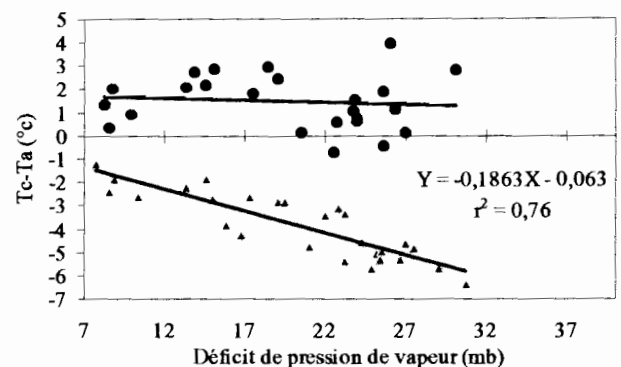


Figure 1 : Evolution du différentiel de température entre le couvert végétal et l'air ambiant en fonction de la demande évaporative. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

Le CWSI est le rapport de la distance verticale d'un point donné situé au-dessus de la limite inférieure sur la



distance totale entre les limites inférieure et supérieure. Ce rapport indique le niveau de transpiration de la culture pour des valeurs du CWSI comprises entre 0 (alimentation hydrique maximale) et 1 (stress hydrique extrême).

Le rendement de la variété (RDT) pour les différents traitements considérés et ses composantes (nombre de graines par mètre carré ou NGM<sup>2</sup>, et le poids de mille graines ou PMG) ont été déterminés à la récolte.

### Analyse des résultats

Les données obtenues ont été analysées à l'aide du logiciel STAT-ITCF suivant le processus d'analyse de variance (ANOVA), et le test de comparaison des moyennes multiples de Newman-Keuls au seuil de 5%.

### Résultats

Une pluviométrie de 397 mm déficitaire de 63 mm par rapport à la moyenne de la série 1966-1995 a été enregistrée, et correspond à une récurrence de 8 années sur 10. Les températures minimales mesurées à l'échelle horaire ont été comprises entre 21 et 25,5°C et les températures maximales entre 27,6 et 38,7°C. Les humidités relatives mesurées à l'échelle horaire ont varié entre 37 et 81% pour les minima et entre 84 et 100% pour les maxima.

### Consommation en eau des plantes et disponibilité de l'eau du sol

La figure 2a permet de remarquer que sur l'ensemble des traitements, la consommation journalière ou ETR de 8 mm.j<sup>-1</sup> est quasiment la même à 27 jas. En revanche, l'application du stress a entraîné une diminution de l'ETR des plantes des traitements T1 (1,8 mm.j<sup>-1</sup>) et T2

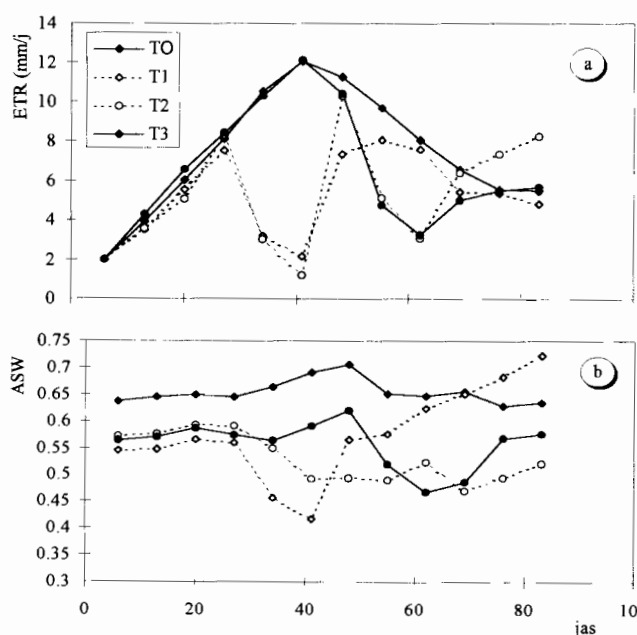


Figure 2: Evolution de la consommation en eau du maïs ou ETR (a) et de l'eau disponible ou Available Soil Water -ASW- (b) au cours du cycle cultural pour les différents traitements. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

(0,8 mm.j<sup>-1</sup>) à 41 jas, alors qu'elle était très voisine de 10 mm.j<sup>-1</sup> pour T0 et T3. Au 62<sup>ème</sup> jas, l'ETR de T2 et T3 alors stressés atteint la valeur de 1,9 mm.j<sup>-1</sup>, pendant que T0 et T1 présentent une ETR de l'ordre de 7 mm.j<sup>-1</sup> (Figure 2a).

Cette baisse de l'ETR, induite par un déficit hydrique du sol, s'explique par une faible disponibilité en eau du sol matérialisée par la chute concomitante de ASW chez les plantes stressées. La figure 2b montre l'évolution du ASW au cours du cycle pour les différents traitements appliqués. Il apparaît que la contrainte hydrique provoque toujours une chute brutale de ASW. Ainsi, celui-ci atteint des valeurs seuils très faibles au 41<sup>ème</sup> jas (T1: 40% ; T2: 49%) et au 62<sup>ème</sup> jas (T2: 50% ; T3: 45%) correspondant respectivement au stress en phases végétative et reproductive. Chez les témoins (T0), l'irrigation de complément au cours du cycle a permis de maintenir une bonne disponibilité de l'eau du sol pour les plantes avec un taux presque constant et voisin de 75%.

Pendant la phase de réhydratation, on note que la reprise de la consommation est plus rapide et plus complète après le stress en phase végétative qu'à la suite du stress en phase reproductive, mais aussi est bien corrélée à ASW (Figure 2).

Les résultats de l'indice de stress hydrique des cultures (CWSI) montrent une nette différence entre Tc-Ta du couvert des plantes stressées et celui des plantes non stressées. En effet, sur les parcelles T0, on note une baisse de Tc-Ta avec une augmentation du DPV. Le CWSI varie de 0 à 0,2 pour les témoins T0 durant tout le cycle, et de 0 à 0,07 (51 jas) chez les T3 avant l'application du stress (Figure 3). Au cours du stress en phase de floraison, les valeurs du CWSI pour le même traitement T3 ont varié de 0,47 à 0,69.

Pour T1 (stress en phase végétative), le CWSI atteint la valeur de 1 à 41 jas pour un Tc-Ta de -3,49°C et un DPV moyen de 14,90 mb. Le traitement T2 (stress en phase végétative et en phase de floraison) présente des valeurs du CWSI variant entre 0 et 1 puis de 0,1 à 0,57 correspondant respectivement à la fin du premier et du deuxième stress. Les valeurs comprises entre 0 et 1 traduisent la sévérité du stress.

### Réponses physiologiques au déficit hydrique

Le stress hydrique appliqué pendant la phase végétative a engendré, pour le CRE, une différence significative entre les traitements à partir du 7<sup>ème</sup> jas (F11/3 = 25,01\*\*\*,  $\alpha=5\%$ ), jusqu'à la reprise de l'irrigation au 15<sup>ème</sup> jour de stress. Le CRE qui était de 95%

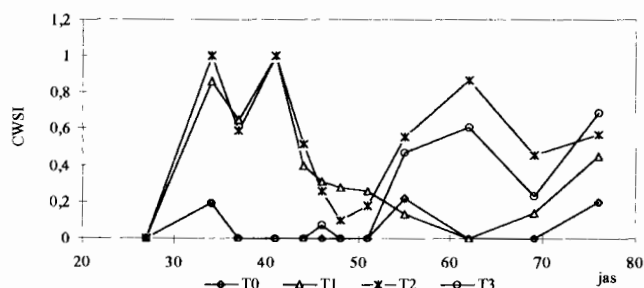


Figure 3: Evolution de l'indice de stress hydrique (CWSI) au cours du cycle cultural pour les différents traitements. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

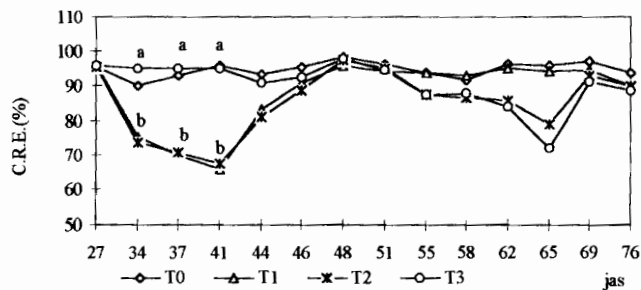


Figure 4: Evolution du Contenu Relatif en Eau (CRE) au cours du cycle cultural pour les différents traitements hydriques. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

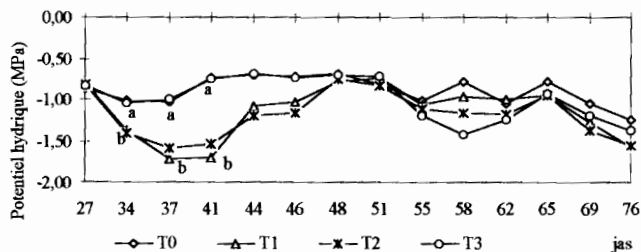


Figure 5: Evolution du potentiel hydrique foliaire au cours du cycle cultural pour les différents traitements hydriques. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

le 1<sup>er</sup> jour de l'arrêt de l'irrigation pour tous les traitements est passé de 75,7 à 66% entre le 7<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour de stress pour T1, et de 74 à 67,7% pour T2. Par contre, au 3<sup>ème</sup> jour de la reprise de l'irrigation, l'effet du stress disparaît (Figure 4). L'analyse sur l'évolution du CRE en floraison ne permet pas de mettre en évidence un écart significatif entre traitements.

Le potentiel hydrique foliaire (Ψ) montre une différence significative entre les plantes bien alimentées (T0 et T3) et celles stressées (T1 et T2) pendant le déficit hydrique en phase végétative (Figure 5). En effet, entre le 7<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour de stress, le test de Newman-Keuls a permis de déterminer deux groupes homogènes identiques à ceux obtenus pour le CRE. Ainsi, le Ψ des plantes T2 varie entre -0,80 et -1,60 MPa, tandis que celui des plantes T1 passe de -0,80 à -1,72 MPa. Au 3<sup>ème</sup> jour après l'arrêt du stress, comme pour le CRE, l'effet traitement ne s'exprime plus. Pendant la floraison, on constate une autre chute du potentiel indifféremment du traitement.

L'évolution de la transpiration (Figure 6) et de la conductance stomatique (Figure 7) au cours des différentes phases de stress et pendant la récupération indique une sensibilité des échanges gazeux au stress hydrique. Entre le 7<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour suivant le premier stress, on distingue significativement ( $F = 38,89^{***}$  à  $\alpha = 5\%$ ) les irriguées (T0 et T3) des stressées (T1 et T2). T0 et T3 ont un effet quasi similaire mais différent de celui de T1 et T2. Au 10<sup>ème</sup> jour après l'initiation du stress, Tr et Gs des traitements T0 et T3 augmentent régulièrement et atteignent respectivement  $13 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  et  $10 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  puis  $0,77 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  et  $0,59 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ , alors que T1 et T2 indiquent une évolution inverse de Tr et Gs. Gs atteint une valeur nulle dès le 10<sup>ème</sup> jour de stress tandis qu'une transpiration résiduelle de l'ordre de  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  est maintenue. Au 3<sup>ème</sup> jour de la reprise, Gs et Tr augmentent à nouveau matérialisant ainsi la

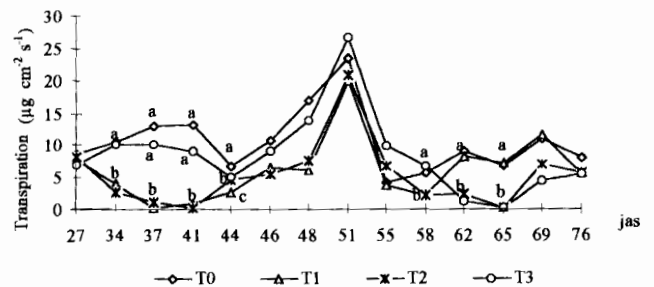


Figure 6: Evolution de la transpiration foliaire au cours du cycle cultural pour les différents traitements. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

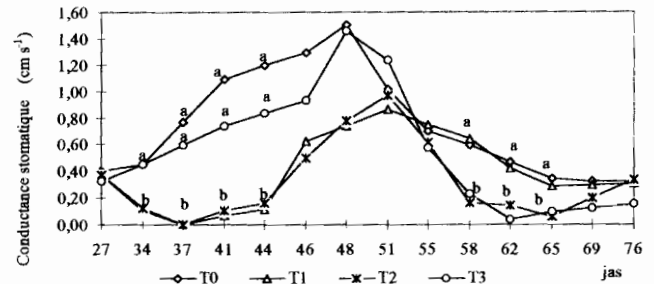


Figure 7: Evolution de la conductance stomatique au cours du cycle cultural pour les différents traitements. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

phase de récupération. Suite à la réhydratation, il n'existe plus de différences significatives entre les traitements, puis Gs et Tr continuent à augmenter pour atteindre leur optimum avec le début de la floraison.

Pendant la floraison, l'analyse révèle une différence significative entre les traitements. Gs est de l'ordre de  $0,04 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  pour les plantes sur traitement T3 et de  $0,15 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  pour les plantes stressées deux fois (T2). Parallèlement, la conductance moyenne des plantes non stressées est égale à  $0,47 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Par ailleurs, la différence entre les stressées et les non stressées pour Gs et Tr est significative ( $F_{11/3} = 15,42^{**}$ ,  $\alpha = 5\%$ ). Ces différences se sont d'ailleurs maintenues pendant neuf jours après la levée du stress. A partir de la floraison, on remarque une seconde baisse de l'amplitude de ces paramètres du fait du 2<sup>ème</sup> stress (T2 et T3). Cette chute, même si elle est plus accentuée chez les stressées (Gs de  $0,9$  à  $0,1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  T2 ; de  $1,5$  à  $0 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  T3, et Tr de  $20$  à  $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  T2 ; de  $27$  à  $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  T3) que chez les irriguées (Gs de  $1,5$  à  $0,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  T0 ; de  $0,9$  à  $0,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  T1, et Tr de  $25$  à  $10 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  T0 ; de  $20$  à  $10 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  T1) se manifeste sur tous les traitements. En fait, la réduction accusée par les traitements bien alimentés est imputable à la sénescence qui accompagne la phase reproductive. Ainsi, on peut considérer que le flux transpiratoire est lié à l'âge des plantes, puisque les témoins (T0) montrent une chute de Tr et Gs à partir de la floraison.

Après le stress en phase floraison (9 jours), Gs ( $0,10$  à  $0,30 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ) et Tr ( $0$  à  $5 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ont montré une faible réaction à la réhydratation, période pendant laquelle la sénescence s'accroît.

### Efficacité d'utilisation de l'eau et rendement

Les résultats obtenus mettent en évidence une importante variation des quantités d'eau consommées au cours de la contrainte hydrique (Tableau 1). L'effet trai-

tement est significatif, et distingue trois niveaux de consommation en eau (625 mm pour T0; 553 mm pour T3; et 465 puis 430 mm pour respectivement T1 et T2). On peut donc constater que les quantités d'eau consommées par les plantes du traitement T3 (stressées en floraison) sont plus élevées que celles consommées par T1 (stressées en phase végétative).

Globalement, le stress hydrique est couplé à une diminution importante de l'efficacité d'utilisation de l'eau par la *Synthetic-C* avec une meilleure efficacité pour T0 (6,5 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>), puis T1 (5,2 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>) et enfin, T2 et T3 avec respectivement 2,9 et 3 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup> (Tableau 1). Le nombre de graines par mètre carré et le poids de 100 graines indiquent une meilleure performance pour T0 et une évolution similaire à celle du rendement et de E.U.E. Le plus grand rendement en graines est obtenu avec T0 (4,05 t.ha<sup>-1</sup>) et T1 manifeste une perte de rendement moins forte avec 2,44 t.ha<sup>-1</sup>, puis T2 et T3 montrent des rendements similaires respectivement de 1,28 t.ha<sup>-1</sup> et 1,65 t.ha<sup>-1</sup> (Tableau 1).

**Tableau 1**  
Consommation en eau et rendement en graines pour les différents traitements hydriques. T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental)

Traitement	ETR <sub>cycle</sub> (mm)	NGM <sup>2</sup>	PMG (g)	RDT (t.ha <sup>-1</sup> )	E.U.E. (kg.ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup> )
T0	625	1240 a	32,7	4,05a	6,5
T1	465	763,7b	25,2	2,44b	5,2
T2	430	324,7c	13,3	1,28c	2,9
T3	553	315,3c	17,7	1,65c	3

ETR cycle: évapotranspiration réelle (consommation en eau) pendant tout le cycle;

NGM2: nombre de graines par mètre carré;

PMG: poids de mille graines;

RDT: rendement;

E.U.E.: efficacité d'utilisation de l'eau;

T0 à T3: traitements hydriques appliqués (voir dispositif expérimental).

Les valeurs affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Newman-Keuls.

## Discussion

Au cours du cycle cultural, les résultats ont montré une diminution de la consommation en eau (ETR) pour T1, T2 et T3. Cette baisse est liée au dessèchement du sol qui est confirmé par l'évolution de ASW et du CWSI. Parallèlement, les autres paramètres physiologiques ont révélé des réponses variables selon le stade d'application de ce stress. Pendant la phase végétative, le CRE et  $\Psi$  ont été très sensibles au déficit en eau. On note globalement pour T1 et T2, une diminution significative à partir du 7<sup>ème</sup> jour de stress, et ceci jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour; ce qui pour  $\Psi$ , rejoint les résultats de Landi *et al.* (8). Par ailleurs, pour les deux paramètres, cette chute est suivie d'une bonne récupération en phase végétative dès le 3<sup>ème</sup> jour suivant la reprise de l'irrigation. Toutefois, il faut signaler que la sensibilité de  $\Psi$  au stress est réduite au stade floraison, et on observe plus de différence entre les traitements avec  $\Psi$  qui continue à chuter même après la réhydratation. Ceci pourrait traduire une déshydratation des feuilles (baisse de turgescence) du fait de la sénescence.

Ces résultats traduisent selon Landi *et al.* (8) une plus grande sensibilité du CRE et de  $\Psi$  au stress en phase

végétative qu'en phase de floraison de même durée (15 jours). Ils traduisent une bonne capacité de récupération de la *Synthetic-C* après une sécheresse de quinze jours pendant la phase végétative.

En outre, la stabilité de  $\Psi$  entre le 10<sup>ème</sup> jour et le 15<sup>ème</sup> jour de stress pendant que le CRE diminue, semble témoigner de l'existence du phénomène d'ajustement osmotique. Ceci semble être confirmé par l'évolution du CRE et de  $\Psi$  pour T2 entre le premier et le second stress. Comparativement à T3 et T1, T2 présente au cours du second stress des valeurs moins basses de ces paramètres. L'ajustement osmotique permet, par une modification de la composante osmotique de  $\Psi$ , de maintenir un niveau de turgescence relativement élevé pendant le déficit hydrique. Ce mécanisme a d'ailleurs été mis en évidence chez plusieurs génotypes de maïs (12; 13).

Tout comme le CRE et  $\Psi$ , Gs et Tr, avec une évolution similaire, ont été très sensibles au déficit hydrique comme évoqué par Ackerson et Krieg (1) et Robelin (13). A partir du 10<sup>ème</sup> jour (37 jas) de stress, on constate que les stomates se ferment. La conductance stomatique devient nulle, mais une transpiration résiduelle de l'ordre de 0,3  $\mu\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$  s'observe. Cette transpiration d'une intensité moindre serait probablement d'origine cuticulaire, et confirmerait les résultats obtenus par Hema (5) sur quelques génotypes de maïs.

La sensibilité de Gs et Tr au stress se maintient même pendant la floraison, contrairement au CRE et au  $\Psi$ . Ce dernier résultat s'oppose aux travaux de Ackerson et Krieg (1) qui montrent que les stomates du maïs ne sont plus sensibles au stress en floraison. D'autre part, Gs et Tr montrent une plus faible capacité de récupération (plus lente et moins complète).

Les valeurs seuil de CRE, de  $\Psi$  et de CWSI correspondant à cette fermeture stomatique en phase végétative sont respectivement 70%, -1,7 MPa et 0,85 à 1. L'augmentation du CWSI observée en fin de cycle chez les plantes irriguées et celles stressées puis réhydratées, serait liée à la sénescence fortement corrélée à la diminution de la transpiration foliaire.

La récupération observée sur ces paramètres physiologiques traduirait le maintien l'intégrité des structures cellulaires. On constate que le stress appliqué pendant le stade végétatif a moins d'impact sur la production que celui appliqué pendant la phase de floraison. Ceci pourrait s'expliquer par une très bonne récupération exprimée par les plantes au niveau physiologique. Par ailleurs, les résultats montrent que le stress hydrique réduit considérablement le rendement en graines et ses composantes pendant la phase de floraison. Ce qui confirme les résultats de Hall *et al.* (4) et Robelin (13) sur la plus grande sensibilité de cette phase à la contrainte hydrique. En effet, à ce stade, le déficit hydrique induirait un mauvais remplissage des graines, donc une moins bonne production.

La diminution de l'activité photosynthétique, donc de la production, probablement induite par le déficit hydrique par l'intermédiaire de la régulation stomatique serait donc responsable de la baisse de rendement observée chez la *Synthetic-C*. L'action synergique de ces paramètres induit un faible niveau de rendement en graines et de ses composantes, surtout pour les plantes stressées en floraison. Ce qui témoigne donc de la plus grande sensibilité de la *Synthetic-C* au déficit hydrique au cours de la phase florale. Quant au traitement T2,

cette forte réduction s'explique par l'effet additif des 2 cycles de déficit hydrique subis.

## Conclusion

Pendant le déficit hydrique, la *Synthetic-C* révèle une très grande sensibilité des paramètres physiologiques et agronomiques associée à une bonne capacité de récupération qui traduirait en une bonne tolérance protoplasmique. Par ailleurs, en corollaire à la baisse de

l'efficience de l'eau, le rendement en graines et ses composantes ont montré une réduction significative après un stress en phase de floraison. Cette phase apparaît ainsi comme la phase critique du cycle de cette variété de maïs. Il ressort également qu'au cours du stress, la *Synthetic-C* développe, entre autres, une stratégie d'évitement plus efficace en phase végétative (perte de rendement de 53%) qu'en phase reproductive (perte de rendement de 87%).

## Références bibliographiques

- Ackerson R. C. & Krieg D.R., 1977. Stomatal and nonstomatal regulation of water use in cotton, corn and sorghum. *Plant Physiology* 60, 850-853.
- Camara P.A., 1993. Catalogue des variétés de maïs créées par l'ISRA/Sénégal, 16 p.
- Dancette C., Vachaud G., Sonko S. & Thony J. L., 1978. Méthodes de caractérisation hydrodynamique *in situ* d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique. *Annales Agronomiques* 29, 1-36.
- Hall A. J., Lemcoff J. H. & Trapani N., 1981. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield, its components, and their determinants. *Maydica* 26, 19-38.
- Hema I., 1990. Adaptation à la sécheresse du maïs. Rapport CERAAS, 18 p.
- Idso S.B., 1982. Non water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology* 27, 59-70.
- Jost S. & Gabas J.-J., 1997. Campagne agricole 1996 - 1997; récoltes céréalières moyenne au Sahel. Bulletin d'information Club du Sahel 16, p.30.
- Landi P., Conti S., Gherardi M., Sanguineti M. C. & Tuberosa R., 1995. Genetic analysis of leaf ABA concentration and of agronomic traits in maize hybrids grown under different water regimes. *Plant Cell Environment* 40, 179-186.
- Lecoeur J., Wery J. & Sinclair T.R., 1995. Model of leaf area expansion in field Pea subjected to soil water deficits. *Agronomy Journal* 88, (1), 7-15.
- Le Houérou H.N., 1989. The grazing land ecosystems of the african Sahel, *Ecological Studies* 75. Springer-Verlag, Berlin. Paris, Tokyo, New York, Hong Kong, 282 p.
- Loynet G. & Kere A., 1991. Amélioration variétale du mil, sorgho, niébé et du maïs au Sahel: 1984-1985. Synthèse des résultats et bibliographie sélective, [50p.].
- Millequant A., 1980. Contribution à la connaissance des réactions morphologique, physiologique et biochimique de deux hybrides de maïs soumis à une contrainte hydrique modérée et momentanée. Thèse Docteur Ingénieur Sciences Agronomiques, INA, Paris-Grignon, 80p.
- Robelin M., 1984. Fonctionnement hydrique et adaptation à la sécheresse, in: *Physiologie du maïs*, INRA, Paris, 445-476.
- Vanderchmitt E., 1989. Besoins en eau du maïs et de l'arachide à Niore du Rip. Hivernage 1988, 20p.
- Weatherley P.E., 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. 1. The field measurement of water deficits in leaves. *New Phytologist* 40, 81-97.

Diouf M., Sénégalais, Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Chercheur-enseignant, Ecophysiologiste.

Sarr B., Sénégalais, Doctorat d'Université, Chercheur-enseignant, Agro-climatologue.

Diouf O., Sénégalais, Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Chercheur-enseignant, Physiologiste.

Bâ A., Sénégalais, Diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles (ITA), Technicien du Développement Rural.

Roy-Macauley H., Sierra Léonnais, Doctorat d'Université, Chercheur-enseignant, Biochimiste, Directeur du CERAAS.

# Cocoa Husk /Cassava Leaf Inclusions in Layers Mash Produced Quality Cheap Feeds

Olubamiwa<sup>1\*</sup>, O.I. Balogun-Kuku<sup>2</sup>, O.G. Longe<sup>2</sup>, E.A. Iyayi<sup>2</sup> & J.A. Agunbiade<sup>3</sup>

Keywords : Cocoa Husk – Cassava Leaf – Feeds

## Summary

A 10-week trial was conducted to investigate the effects of cocoa husk meal (CHM)/ cassava leaf meal (CLM) mixtures in layers mash on laying hen production performance and egg quality. Results were compared with those obtained using two locally popular standard commercial feeds (CFDs). CHM/CLM mixtures were included in the two test diets in the following order: Diet 1 (7.3 CHM/ 2.7% CLM) and Diet 2 (14.6 CHM/5.4 CLM). Forty 6-month-in-lay individually caged Black Nera hens were randomly allocated to the four diets. Feeding was ad libitum

Feed intake, egg weight and percentage egg production were reduced ( $P < 0.05$ ) on Diet 2 relative to the CFDs. The reduction in egg weight was however marginal while the values were in line with the 56-58 g in the literature. Similarly, the value of 65% percent egg production was considered not poor. Feed efficiency, yolk colour index, shell thickness and yolk percentage were not influenced by diet. On average, feed cost of the CHM/CLM diets were 60% of those of the CFDs while the feed cost/kg egg was roughly doubled on the latter. It was concluded that the inclusion of CHM/CLM in layers mash promises to be a very economically rewarding venture where the two farm by-products are available.

## Résumé

**Incorporation de noix de coco/feuilles de manioc dans la fabrication à bon marché d'aliments composés de qualité pour pondeuses**

Un essai de 10 semaines a été mené pour étudier les effets des rations contenant un mélange de farine de la gousse de cacao (RGC) et des feuilles de manioc (RFM) sur les performances de production des poules pondeuses et la qualité des oeufs. Les résultats ont été comparés avec ceux obtenus en utilisant deux mélanges commerciaux standards (MCS) connus localement. Un mélange de RGC/RFM a été incorporé dans des rations test comme suit: Ration 1 (7,3 RGC/2,7 % RFM) et ration 2 (14,6 RGC/5,4 % RFM). Quarante poules „Black Nera“ dans le sixième mois de ponte ont été gardées en cage de ponte individuelle et soumises à 4 différentes rations. L'alimentation était ad libitum. L'ingestion, le poids de l'oeuf ainsi que le pourcentage de production ont été diminués avec la ration 2 en comparaison avec le MCS. La diminution du poids de l'oeuf était malgré tout marginale et reste dans les limites de 56-58 g rapportées dans la littérature. De même, le pourcentage de production des oeufs (65%) n'est pas très bas. L'efficacité alimentaire, l'index de la couleur du jaune de l'oeuf, l'épaisseur de la coquille ainsi que le pourcentage du jaune de l'oeuf ne sont pas significativement influencés par la ration. En moyenne, les rations contenant le mélange RGC/RFM coûtent 60% moins cher que les rations MCS alors que le coût/kg d'oeuf est globalement doublé pour ces dernières. Il a été conclu que l'incorporation du mélange MCS est économiquement intéressante là où les deux sous-produits de ferme sont disponibles.

## Introduction

Considerable achievement has been made in the diversion of agro-allied by-products (AAPs) into livestock feeds. Groundnut cake, palm-kernel cake, brewers' spent grain, wheat and rice brans are few among the AAPs that have attained commercial usage in animal feeds in Nigeria. Among the commercially unexploited AAPs with huge potentials as livestock feed ingredient in Nigeria and other cocoa producing countries of West Africa is cocoa-pod husk (CPH). By proportion, CPH is three quarters of the cocoa fruit (8).

Vast numbers of studies conducted in Nigeria and

Ghana have indicated the potentialities of CPH as a poultry feed ingredient (7, 18, 19, 22). However, the low crude protein and high crude fibre contents of CPH have been shown to limit its utilization in these studies. Where available CPH could be supplemented with cassava leaf meal (CLM) to upgrade the low crude protein and partially lower the crude fiber contents. This is possible because CLM contains higher crude protein and lower crude fiber than CPH (21, 25). The mixture can then be fed to older poultry birds like laying hens which have been shown to tolerate higher dietary fibre con-

<sup>1</sup> Cocoa Research Institute of Nigeria, PMB 5244, Ibadan, Nigeria.

<sup>2</sup> Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

<sup>3</sup> Department of Animal Production, Ogun State University, Ago-Iwoye, Nigeria.

\* Author for correspondence: formerly Sobamiwa

Received on 14.11.00. and accepted for publication on 20.04.01.

Table 1: Experimental diets

Ingredients	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
Maize	42.00	32.00	Na	Na
Cocoa husk meal	7.30	14.60	Na	Na
Cassava leaf meal	2.70	5.40	Na	Na
Common ingredients*	48.00	48.00	Na	Na
	100.0	100.00	Na	Na
Determined analysis (%)				
Crude protein	14.97	14.89	15.93	14.94
Crude fibre	6.09	7.01	7.28	6.96
Crude fat	2.96	3.12	3.31	3.01
Total Ash	11.21	13.02	10.81	13.09
N.F.E.	61.02	54.87	60.23	59.04
Calculated analysis				
ME (kcal/kg)**	2610	2565	2600	2500

\* Common ingredients %: full-fat soya (13.0); brewers dried grain (4.0); wheat bran (8.0); fish meal (2.0); maize bran (2.0); groundnut cake (6.5); oyster shell (8.0); bone meal (2.0); salt NaCl (0.25); Vit. Min. premix (0.25)\*\*\*

\*\* Calculated through the formular of Pauzenga (1985), viz; ME (kcal/kg) = 37.7 x % crude protein + 81.8 x % ether extract 35.5 x % Nitrogen free extracts (NFE).

\*\*\* Agricare – Mix, Pfizer Nigeria PLC, Ikeja, Lagos, Nigeria.

Na= Not available.

Cocoa husk, proximate composition(%); crude protein (5.90); crude fat (1.20); crude fibre (22.6); total ash (9.1); nitrogen-free extracts (61.2) – Source: Sobamiwa and Longe (1994).

Cassava leaf, proximate composition (%): crude protein (26.5), crude fibre (6.4), nitrogen free extract (51.0) – Source: Omole (1977)

tents than younger ones like the broiler chicken (3, 9). Cassava cultivation is widespread in the West African sub-region and Nigeria is the largest producer worldwide with an estimated 30 million tonnes annually (27). The cassava leaves are left to rot on the farms after the tubers have been harvested and remain a farm waste to-date.

The present study investigated the effect of supplementing cocoa husk meal (CHM, the dried ground form of CPH) with cassava leaf meal (CLM, the dried ground form of cassava leaf) on the production performance and egg quality of laying hens.

## Material and methods

Ten-week experiment was conducted at the Teaching and Research Farm, University of Ibadan, Nigeria. A total of forty 6-month-in-lay Black Nera hens housed individually in battery cages were used in the trial. The birds were distributed ten per dietary treatment. Feeding was done *ad libitum*. The trial involved four diets two of which were compounded rations containing 7.3/2.7% and 14.6/5.4% respectively of CHM and CLM. The other two diets were the two most patronized standard commercial feeds (CFDs) in the Ibadan metropolis.

The CHM was processed according to the methods of Olubamiwa and Longe (18). The CLM was processed by harvesting fresh cassava leaves and drying in the sun. Data were analyzed by ANOVA (26). Means where significant were separated by the Duncan Multiple range test (12).

Proximate compositions of the four diets were analysed according to A.O.A.C. methods (4).

## Results and discussion

The nutrient contents of the diets are shown in Table 1. Generally, the data on the proximate composition and metabolizable energy (ME) are either very close for the

diets or within acceptable limits. As examples, the crude protein and ME values of 15-16% and 2500-2600 kcal/kg respectively are suitable for laying hens in a tropical environment (2, 10). What these imply is that each dietary treatment was of a good standard.

The productive performance of the birds and their egg quality are summarized in Table 2. Feed intake, egg weight and mass and percentage egg production were lower ( $P < 0.05$ ) on Diet 2 (14.6 CHM/5.4 CLM) than on the CFDs. It is well known that cassava leaves contain variable amounts of cyanogenic glucosides which are hydrolysed to hydrogen cyanide (HCN) by the endogenous enzyme linamarase (6). Cassava products with high cyanide content are very unpalatable, reducing feed intake appreciably (5). The lowered feed intake on Diet 2 therefore may have been mediated by the higher CLM inclusion through higher content of HCN.

However, feed efficiency, shell thickness, yolk colour and percentage yolk were not influenced by dietary treatments.

Though egg weight was significantly lower on Diet 2, the reduction was very marginal, roughly 2%, and was in line with the range (56- 57.6 g) given in the literature (15, 20).

The marginal decrease in egg weight was conceivable since birds of the same age and strain are expected to have similar egg weight (20). It should be noted however, that individual variability among birds is another possibility of the slight variance in egg weight.

Similarly, egg production though lower on Diet 2 was not poor considering the figure of 65%. The reduction in egg mass presumably resulted from the relatively lower egg weight and percent egg production. From the feed efficiency data it was apparent that all diets were utilised to the same ( $P > 0.05$ ) extent biologically.

The trend of shell thickness hinted that the egg shells were of similar strength across treatments. Egg shell quality continues to be a major concern with laying hens (1). Halminton (14) indicated the annual loss to the

**Table 2**  
**Production performance, egg quality and economic analysis**  
**of laying hens on experimental diets**

Parameters	DIET				S* S.D.
	1	2	3	4	
Feed intake (gm/bird/day)	112.1 <sup>ab</sup>	104.9 <sup>b</sup>	118.5 <sup>a</sup>	126.1 <sup>a</sup>	11.8
Egg production (%)	77.4 <sup>a</sup>	64.9 <sup>b</sup>	78.7 <sup>a</sup>	79.7 <sup>a</sup>	4.8
Egg weight (gm)	57.5 <sup>ab</sup>	56.7 <sup>b</sup>	58.2 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	0.9
Egg mass (gm/bird/day)	44.5 <sup>a</sup>	36.8 <sup>b</sup>	45.8 <sup>a</sup>	45.8 <sup>a</sup>	1.4
Feed efficiency (Egg mass/feed/intake)	0.40	0.35	0.39	0.36	0.02
Shell thickness (mm)	0.44	0.44	0.44	0.44	0.02
Yolk colour (Roche Colour Fan No.)	2.9	4.3	4.5	1.9	1.0
Yolk percentage (%)	28.7	29.6	28.5	28.4	1.8
Feed cost (N/kg)	15.3	15.0	24.6	24.8	-
Feed cost (N/25kg bag)	381.5	373.9	615.0	620.0	-
Feed cost/kg egg (N)	29.8	24.2	50.2	54.4	-

Diet 1 contained 7.3 and 2.7% of cocoa husk and cassava respectively

Diet 2 contained 14.6 and 5.4% of cocoa husk and cassava leaf respectively

Diets 3 and 4 are the most patronized standard commercial feeds in Ibadan metropolis in 1999.

N= Naira

American egg producers was \$100m. Highly negative correlations ( $r = -.94$ ) were found between percentage of cracked eggs and percentage of shell (1). Shell percentage on the other hand is highly correlated with egg shell thickness (11).

Yolk colour is an important egg quality trait influencing consumer acceptance (16). Since this parameter was not influenced by the dietary treatments, it means none of the diets is likely to produce eggs of higher yolk

colour attraction. Generally, the values (1.9- 4.5) appeared to be low. Sobamiwa (24) who worked on cocoa husk-based diets recorded values of 8.3- 9.8 for yolk colour index. The discrepancy may have been mediated by the vitamin-mineral premix used in the latter, which contained a yolk colourant. It is important to note that egg consumers in Ibadan metropolis are not likely to be egg yolk colour biased since the CFDs which produced low yolk colour index are very popular.

The values of feed cost of the CHM/CLM diets were 60% of those of the CFDs showing that the test diets were very cheap in comparison to the commercial feeds. The feed cost/kg egg values which were doubled on the CFDs did not only confirm that the test diets were cheap but further expressed their economic rewarding nature. This is so since the success of the egg producer is judged by the income minus feed cost (9).

In conclusion, it is worthwhile to say that the inclusion of the mixtures of CHM/CLM in layers mash promises to be a very economic rewarding venture. Where these farm wastes are available together, the smallholder poultry farmers who mix own feeds would find their use financially beneficial. It is also worthwhile to call attention to the significant negative effect of higher CHM/CLM inclusion rate on egg production parameters. The possibility of higher hydrogen cyanide content at this level and consequently concomitant lowered feed intake and reduced egg production, cannot be ruled out. It may therefore be safer if farmers that will use this technology stick to the lower dietary CHM/CLM combination of 7.3/2.7%.

## Acknowledgement

The Director, Cocoa Research Institute of Nigeria is acknowledged for permission to publish this paper.

## Literature

- Abdallah A.G., Harms R.H. & El-Husseiny O., 1993. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, 72: 2038 – 2043.
- Aduku A.O., 1993. Tropical Feedstuff: Analysis tables plus nutrient requirements, proximate feed formulae, conversion tables, feed intake and efficiency and daily weight gain of animals. Department of Animal Science, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria
- Almirall M., Francesch M., Perez-Vendrel A. N., Brufen J. & Esteve-Gacia E., 1995. The difference in intestinal viscosity produced by barley and ileal nutrient digestibilities more in chicks than cocks. *Journal of Nutrition*, 125: 947 – 955.
- A.O.A.C., 1990. Official methods of analysis. 13<sup>th</sup> edn. Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- CIAT, 1975. Sistemás de producci3n de ganado porcino. CIAT Informe Annual. 1974. Cali, Columbia.
- Conn E.E., 1969. Cyanogenic glucosides. *J.Agric.Food.Chem.*, 17 (B): 519-526
- Donkor A., Atuahene C.C., Wilson B.N., & Adomako D., 1991. Chemical composition of cocoa-pod husk and its effect on growth and feed efficiency in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 35: 161-169.
- Fagbenro O.A., 1992. Utilization of cocoa-pod husk in low-cost diets by the clarid Catfish. *clarias isheriensis* Sydenham. *Aquaculture and fisheries Management*, 23: 175-182.
- Farrel D.J., 1994. Utilization of rice bran in diets of domestic fowl and ducklings. *World's Poultry Science Journal*, 50 (2): 115-131.
- Fetuga B.L., 1984. Technique in feed formulation. Paper presented at Feedmill management Workshop held in the Department of Economics, University of Ibadan, Nigeria, April 1984.
- Frank F.R., Swanson M.H. & Bugnar E.R., 1964. The relationship between selected physical characteristics and the resistance to shell failure of *Gallus domesticus* eggs. *Poultry science*, 43: 1228-1235.
- Gomez A.K. & Gomez A.A., 1985. Statistical Procedure for Agricultural Research, Wiley New York.
- Haggler C., 1994. Relationship between income minus feed cost and residual feed consumption of laying hens. *Poultry Science*, 36: 165-170.
- Hamilton R.M.G., 1982. Methods and factors affecting the measurement of egg shell quality. *Poultry Science*, 61: 1192-1197.
- Harms R.H., Ross A.F., Sloan D.R., Miles R.D. & Christmas E.B., 1990. A method for estimating shell weight and correcting specific gravity for egg weight in egg shell quality studies. *Poultry Science*, 69: 48-52.
- Hunton P., 1987. Laboratory evaluation of egg quality. Pages 87-102 in: *Egg Quality-Current Problems and Recent Advances*, R.G. Wells and C.G. Belyavin, ed. Butterworths Co. Ltd., London, England.
- Olubamiwa O., Haruna E.S., Musa U., Akinwale T.O., Lombin L.H. & Longe O.G., 1999. Effect of different energy levels of cocoa husk-based diets on productive performance of Japanese quails. *Nigerian Journal of Animal Production*, 26: 88-92.
- Olubamiwa O. & Longe O.G., 1999. Evaluation of the optimal biological and economic level of cocoa husk inclusion in production diets for broiler starter. *Applied Tropical Agriculture*, 4 (2): 149-153.
- Olubamiwa O. & Akinwale T.O., 2000. Partial replacement of maize with cocoa husk meals in layers mash., *The Journal of Food Technology in Africa*, 5 (2): 62-63.
- Oluyemi J.A. & Roberts F.A., 1981. *Poultry production in Warm climates*. 2<sup>nd</sup> edn., Macmillan Press, London.
- Omole T.A., 1977. Cassava in the nutrition of layers. In: *Cassava as animal feed*. Proceedings on Cassava as Animal Feed Workshop, B. Nestle and M. Graham, ed., University of Guelph, April, 1977 Canada, IDRC, Ottawa.

22. Osei S.A., Atuahene C.C., Heathooke D., Frimpong E.B. & Adomako D., 1991. Cocoa-pod husk meal as a feed ingredient in layer diets. *Animal Feed Science and Technology*, 40: 267-272.
23. Pauzenga U., 1985. Feeding parent stock. *Zootecnica International*, Dec. 1985, pp. 33-24.
24. Sobamiwa O., 1998. Performance and egg quality of hens fed cocoa husk based diets. *Nigerian Journal of Animal Production*, 25(1): 22-24.
25. Sobamiwa O & Longe O.G., 1994. Utilization of cocoa-pod pericarp fractions in broiler chick diets. *Animal Feed science and Technology*, 47: 237-244.
26. Steel R.G.D. a& Torrie J.H., 1980. Principles of statistics. McGraw-Hill Book Inc. New York.
27. Tewe O.O., 1997. "Sustainability and development: Paradigms from Nigeria's livestock industry". An inaugural lecture delivered at the University of Ibadan, Nigeria on 9<sup>th</sup> October, 1997 on behalf of the Faculty of Agriculture and Forestry. University of Ibadan Library.

---

O.Olubamiwa, Nigerian, PhD, Assistant Chief Research Officer, Crop Processing and Utilization Unit, Cocoa research Institute, PMB 5244, Ibadan, Nigeria.

I. Balogun-Kuku, Nigerian, BSc., MSc., Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

O.G. Longe, Nigerian, PhD, Professor and Head, Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

E.A.Iyayi, Nigerian, PhD, Senior Lecturer, Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

J.A. Agunbiade, Nigerian, PhD, Senior Lecturer, Department of Animal Production, Ogun State University, Ago-Iwoye, Nigeria.

### AVIS

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

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

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

Merci.

---

### BERICHT

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

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

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

Dank U.



# Interspecific Hybridization between *Sesamum indicum* L. and *Ceratotheca sesamoides* Endl.

O.A. Falusi<sup>1</sup>, E.A. Salako<sup>2</sup> & M.N. Ishaq<sup>3</sup>

Keywords: Interspecific Hybridization- *Sesamum indicum*- *Ceratotheca sesamoides*- Crossability- Genomic

## Summary

*Sesamum indicum* L. ( $2n = 26$ ) and *Ceratotheca sesamoides* Endl. ( $2n = 32$ ) were crossed to investigate their genomic relations and feasibility of gene exchange. Results showed that crossability between the two species was low. Pollen viability was drastically reduced in the F1 hybrids. This was attributed to meiotic abnormalities such as univalent and multivalent associations, non-disjunction bridges, and presence of fragments and micronuclei. Findings from this study also imply that gene exchange between *Sesamum indicum* L. and *Ceratotheca sesamoides* Endl. is possible. The implications of these results in the species evolution are discussed.

## Résumé

### Hybridation interspécifique entre *Sesamum indicum* L. et *Ceratotheca sesamoides* Endl.

*Sesamum indicum* L. ( $2n = 26$ ) et *Ceratotheca sesamoides* Endl. ( $2n = 32$ ) ont été croisés pour évaluer leurs relations génomiques et la faisabilité d'échanges de gènes. Les résultats obtenus montrent que la réalisation de croisement entre ces deux espèces est difficile. La fertilité du pollen est réduite drastiquement chez les hybrides F1. Ceci a été attribué à des anomalies méiotiques telles l'apparition d'univalents et de multivalents en prophase I, la mauvaise disjonction des chromosomes, la présence de fragment de chromosomes et la production de microcytes. Les résultats obtenus mettent en évidence la possibilité d'échanges de gènes entre *S. indicum* et *C. sesamoides*. L'implication de ces résultats dans l'évolution de l'espèce est discutée.

## Introduction

*Sesame* (*Sesamum indicum* L.) also known as Beniseed, Gigelly, Simsim, Til, Ajonjoli and Kunshunt is an important edible oil seed crop in many regions of the world. It is believed that the crop originated from Africa where the greatest diversity of the genus *Sesamum* and its family, Pedaliaceae is present (9). Currently the crop is cultivated in the tropical and subtropical regions of Africa, South America, North America and Asia principally for its seeds which contains about 50-52% oil, 17-19% protein and 16-18% carbon hydrate (10). It is regarded as one of the world's most important oil seed crop grown preferentially in developing countries by small holders (4). In Nigeria, the crop is grown majorly in Igbira area of Kogi State, Kwali area of Federal Capital Territory, Tiv and Idoma areas of Benue State, parts of Plateau State and Bali area of Gongola State (1). Some of the local names of the crop in Nigeria are ("Ridi": Hausa) ("Ishwa": Tiv), ("Igorigo": Igbira), ("Yamati or Eeku": Yoruba) and ("Doo": Jukun).

*Ceratotheca sesamoides* Endl., on the other hand is a species endemic in Africa. It is closely related to *Sesamum indicum* and is commonly referred to as "false *Sesame*". It is characterized by many medium hairs on

stem and petiole, dentate leaf margin, pink flowers with purple or brown dots and sub erect growth habit (5, 11). Successful interspecific hybridization between *Sesamum* species has been reported by various authors (2, 3, 6). Joshi (6) stated that viable seeds were obtained from the cross *S. indicum* X *C. sesamoides*. Van Rheenen (11) also mentioned that viable seeds were obtained from the cross *C. sesamoides* X *S. indicum*. Wild species are important because they could be sources of useful genes for the improvement of *Sesame*. The aim of this study was therefore to make interspecific crosses between *S. indicum* and *C. sesamoides* so as to establish their genomic relationships and determine the feasibility of gene transfer between them.

## Material and methods

The experimental materials were obtained from parts of central and north Western Nigeria. They were collected in September 1998 when farmers were harvesting the crop. The identities of these materials are summarized in Table 1. They were identified as *Sesamum indicum*

<sup>1</sup> Science Technology Department Federal Polytechnic, Bida., Niger State, Nigeria.

<sup>2</sup> Crop Production Dept, School of Agric. and Agric. Tech. Federal University Of Tech., Minna, Nigeria.

<sup>3</sup> National Cereals Research Institute, Badeggi, Niger State, Nigeria.

Received on 07.11.00. and accepted for publication on 09.08.01.

**Table 1**  
**Identity of the plants used for this study**

S/N	Code number	Source	Suspected species	Description
1.	BE-01	Otukpo Benue State	<i>S. indicum</i>	Erect plants with few long hairs in stem and petiole, compound leaf margin and white flowers with few red dots. White seeds 2-3 mm in length.
2.	KG-01	Okene Kogi State	<i>S. indicum</i>	Erect plants with few long hairs in stem and petiole, compound leaf margin, creamy white flowers with few red dots. Creamy white seeds 2-3 mm length.
3.	KD-02	Kafanchan Kaduna State	<i>Ceratotheca sesamoides</i>	Sub erect plants with many hairs in stem and petiole, dentate leaf margin pink flowers with purple brown dots. Brownish black seeds 2.5-3.5 mm length.
4.	KD-04	Kafanchan Kaduna State	<i>S. indicum</i>	Erect plants with few long hairs in stem and petiole, compound leaf margin and white flowers with few brownish red dots. White seeds 2.5-3 mm in length.
5.	KN-02	Janguza Kano State	<i>S. indicum</i>	Erect plants with few long hairs in stem and petiole, compound leaf margin and creamy white flowers with many red dots. Cream white seeds 2.5-3 mm in length
6.	NA-01	Doma Nassarawa State	<i>S. indicum</i>	Erect plants with few long hairs in stem and petiole, compound leaf margin and brownish white flowers with few red dots. White seeds 2-3 mm in length.
7.	NG-01	Bida, Niger State	<i>Ceratotheca sesamoides</i>	Sub erect plants with many hairs in stem and petiole, dentate leaf margin pink flowers with purple dots. Black seeds 2-3.5 mm in length.
8.	KD - 03	Kafanchan Kaduna State	<i>Ceratotheca sesamoides</i>	Sub erect plants with many hairs in stem and petiole, dentate leaf margin pink flowers with purple brown dots. Brownish red seeds 1.5-2.8 mm in length.

and *Ceratotheca sesamoides* by the morphological description of Hutchinson and Dalziel (5) and Van Rheenen (11). The seedlings were raised in plastic buckets containing sand compost fertilizer mixture. At maturity, crosses were made reciprocally between *Sesamum indicum* and *Ceratotheca sesamoides* Endl. This was done by carefully opening and emasculating flower buds (i.e. removing the corolla with the stamens and covering the pistil with a small piece of drinking straw closed at the outer end) one day before anthesis. The flower buds were recognized by their characteristic size. The following morning after emasculation, pollen was placed on the stigma with a pair of forceps after which the pistil was covered with a piece of drinking straw closed at the outer end to exclude unwanted pollen. Parental and F1 seedlings were raised to maturity in plastic buckets. Flower buds (5-6 days old) from them were harvested for meiotic studies. The flower buds were harvested between 9 a.m. and 10 a.m. and fixed in ethanol acetic acid (3:1 v/v of 95% ethanol and 99.5% acetic acid mixture) for twenty four hours before squash preparation. For squash preparation, the flower buds were rinsed in water and hydrolysed in 18% hydrochloric acid for two minutes. The hydrolysed flower bud was rinsed in water and one anther at a time was squashed in FLP orcein (7). Chromosome associations were observed at diakinesis and photomicrographs of suitable cells were taken for illustration. Pollen grain viability was estimated by staining in cotton blue in lactophenol and pollen diameter was measured at x 400. Pollen grains that were deeply stained and that had spherical shape were considered viable.

## Results

The four successful crosses recorded were KG- 01 X NG - 01, NG - 01 X KD - 04, KN - 02 X KD - 02 and KD - 02 X KN - 02. Pollination successes were generally low (0.0-15%) (Table 2). Most capsules dropped off at an early stage of development. The capsules obtained from NG - 01 X KD - 04 cross produced only shrivelled and non viable seeds. All the F1 plants were morphologically normal but had reduced pollen viability (Table 3). Hybrids KG - 01 X NG - 01, KN - 02 x KD - 02 and KD - 02 X KN - 02 had 38.7%, 44% and 48% pollen viability respectively compared with 82%, 73%, 68.3% and 64% which were recorded for KG - 01, NG - 01, KN - 02 and KD - 02 parent plants respectively. Most of the pollen were deformed shrunken and variable in size (Plate 1 Table 3).

The percentage fruit and seed set in the F1 hybrids were very low (Table 4). Majority of the seeds obtained from them were only empty developed ovules. Meiosis in these plants showed a large number of cells with deviations from normal course of meiosis. Table 5 gives some indication of the nature and extent of these deviations. Various frequencies of univalent, bivalent and multivalent chromosomes were observed both in parents and hybrids plants. The hybrids however showed higher frequencies of univalent and quadrivalent chromosome associations with corresponding lower frequencies of bivalents. Plate 2 is a diakinesis cell in NG - 01 X KD - 04 plant with 2 1V + 10 II + 1I = 29. Other abnormalities such as non-disjunction bridges (Plate 3) and malformation of the tetrad stage (Plate 4) were common.

**Table 2**  
Percentage pollination success and F1 seed germination

Cross Combination	No of flowers crossed	% Pollination success	No on which estimate was based	% Germination of F1 seeds
KG - 10 X NG - 01	45	15.4	25	10
KG - 01 X KD - 03	40	-	-	-
BE - 01 X KD - 02	45	-	-	-
BE - 01 X KD - 03	40	-	-	-
KN - 02 X KD - 02	45	6.5	50	20
KN - 02 X KD - 03	40	-	-	-
NA - 01 X NG - 01	50	-	-	-
KD - 04 X NG - 01	50	-	-	-
KD - 04 X KD - 03	40	-	-	-
NG - 01 X KG - 01	40	-	-	-
NG - 01 X KD - 04	45	2.4	25	0
NG - 01 X NA - 01	45	-	-	-
KD - 02 X BE - 01	45	-	-	-
KD - 02 X KN - 02	45	10	50	18
KD - 03 X KN - 02	40	-	-	-
KD - 03 X KD - 04	40	-	-	-
KD - 03 X KG - 01	40	-	-	-
KD - 03 X BE - 01	40	-	-	-

**Table 3**  
Pollen data of parents and hybrids plants

Plant	Pollen Number	Pollen Viability	Mean pollen sizes ( $\mu\text{m}$ ) based on 30 measurements	C.V. %
KG - 01	750	82	$25.50 \pm 2.15$	8.24
BE - 01	850	85	$25.16 \pm 2.85$	8.10
KD - 04	750	75	$25.50 \pm 2.26$	7.46
KN - 02	850	68.2	$26.10 \pm 2.30$	9.36
NA - 01	750	73	$24.75 \pm 2.45$	7.48
NG - 10	770	64	$27.60 \pm 1.85$	10.12
KD - 02	900	65	$23.55 \pm 1.84$	6.95
KD - 03	800	60	$25.12 \pm 2.30$	7.50
HYBRIDS				
KG - 10 X NG - 10	700	38.7	$26.25 \pm 4.10$	10.20
KN - 02 X KD - 02	700	44	$25.75 \pm 4.38$	11.50
KD - 02 X KN - 02	700	48	$26.2 \pm 4.20$	13.10

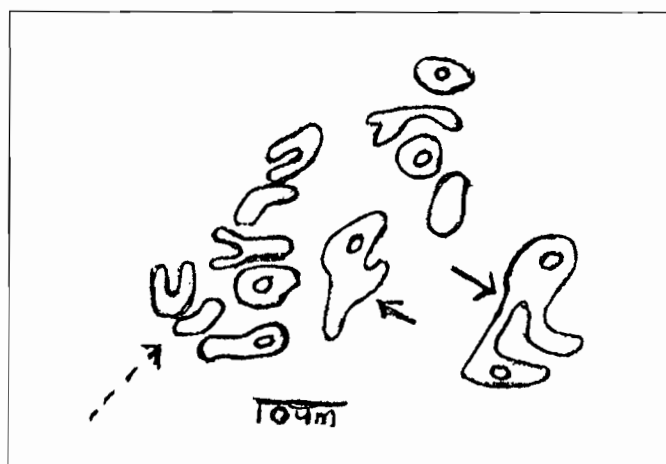


Figure 1: Pollen and meiotic chromosomes in hybrids between *Sesamum indicum* and *Ceratotherca sesamoides*.

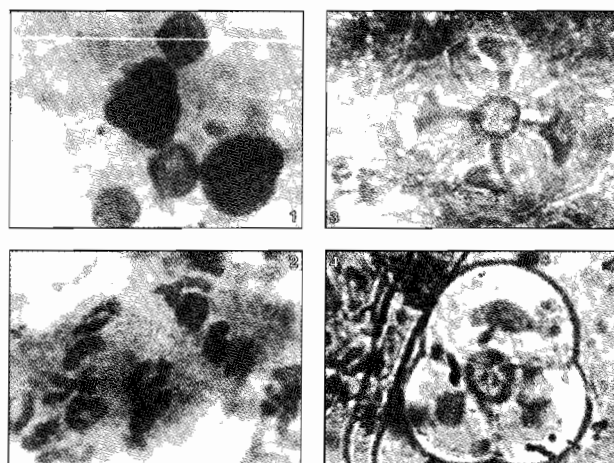


Plate 1: Pollen grains in NG - 01 x KD - 04 plant with two sized classes.

Plate 2: and Figure 1: Diakinesis cell in NG - 01 x KD - 04 plant with 2 IV + 10 II + 1I.

Plate 3: Non disjunction bridge in NG - 01 x KD - 04 plant.

Plate 4: Triad in KN - 02 x KD - 02 plant.

(Arrows indicate quadrivalent chromosomes, while dotted arrow indicates a univalent chromosome)

**Table 4**  
Fruit and seed set in F1 plant

Cross	No of flowers produced	Percent fruit set	Average no of seeds per fruit	Average no of good seeds per-fruit	Percent good seeds set per fruit
KG - 01 x NG - 10	25	0.4	25	7	0.28
KN - 02 x KD - 02	30	0	0	0	0
KD - 02 x KN - 02	28	0.12	14	5	0.32

**Table 5**  
Nature and extent of deviations from the normal course of meiosis

Stages of division	No. of cells total	Abnormal	Nature of abnormalities
Prophase I	50	32	Centric or acentric chromosome, stickness.
Metaphase I	100	64	Condensed chromatin in the cytoplasm, univalent, multivalents, fragments.
Anaphase I	21	4	Bridges, lagging, fragments.
Metaphase II	60	48	Micronuclei.
Anaphase II	40	38	Bridges fragments distributed at random.
Tetrads	80	50	Micronuclei irregularly distributed.

## Discussion

The low fertilization success observed coupled with the poor viability of the F1 seeds strongly implies that there is difficulty in crossing between *Sesamum indicum* and *Ceratotheca sesamoides*. This corroborates the report of Van Rheenen (11) that the two species are relatively cross sterile. Seedlessness may arise from lack of fertilization or, if fertilization occurs, from a cessation of seed development soon afterwards, resulting in fruits containing aborted and in inviable seeds, as in many incompatible crosses. However, the successful crosses recorded coupled with F1 viability and fertility show that hybridization is possible in nature between *Sesamum indicum* and *Ceratotheca sesamoides* and this could probably be responsible for the occurrence of a wide variety of sesame plant types in cultivation. The possibility of gene exchange between the two species seems to indicate that they both should be classified in a same genus.

The occurrence of univalent, bivalents and other multivalent associations in parent and hybrid plants are

indicative of reciprocal translocations involving non-homologous chromosomes. This kind of chromosomal association and segmental interchange suggest hybrid origin for the parental plants and homoeology of the ancestral parental genomes. Multivalent association usually arise from stickness and residual affinities of the chromosomes (8). The frequent occurrence of a bridge and a fragment during anaphase II suggests a paracentric inversion accompanied by a single cross over in the interstitial region. These irregularities are expected to lead to deficiencies, duplications and consequently low pollen fertility and high standard deviation in pollen sizes as recorded for the hybrids in this study.

## Acknowledgement

The authors are grateful to the management of National Cereal Research Institute (N.C.R I) Beddegi Nigeria for support and permission to publish this paper.

## Literature

- Agboola S.A., 1979. An Agricultural atlas of Nigeria. Oxford University Press London. pp. 248.
- Aiyadurai S.G., 1962. Interspecific hybridization between *Sesamum orientale* L. and *S. laciniatum*. Indian oilseeds Journal 6: 31-32.
- Aiyadurai S.G., 1963. Interspecific hybridization in Sesamum II Amphidiploid from the hybrid between *Sesamum orientale* and *S. laciniatum*. Indian oil seed Journal 7:130-132.
- Food and Agricultural Organisation (FAO), 1993. Plant Protection bulletin Vol. 41: 3-4 pp 166-167.
- Hutchinson J. & Dalziel J.H., 1963. Floral of West Tropical Africa II crown agents London.
- Joshi A.B., 1961. Sesame. In Crops of the West Africa Semi Arid Tropics. International Crop Research Institute for the Semi Arid Tropics (ICRISAT) India pp. 103-107.
- Olorode O., 1973. Meiotic studies on the diploid hybrid between *Emilia sanchifolia* and *E. coccinea* (Compositae). Cytologia 38: 725-729.
- Raman V.S., Kesavan P.C. & Balasubramaniyan K.M., 1964. Cytology, fertility and viability in *Capsicum frutescens* L var. baccatum. Indian Journal of Genetics and plant Breeding 24: 168-172.
- Tribe A.J., 1967. Sesame (Review Article). Field Crop Abstracts 20: 189-194.
- Ustemaiko Baxumouski G.V., 1980. Plant science of Tropics and Subtropics Kolo pp. 327.
- Van Rheenen H.A., 1970. Intergenetic hybridization between *Ceratotheca sesamoides* and *S. indicum*. Nigerian J. of science Vol. 4 No 2. pp. 251-254.

O. A. Falusi, Nigerian, PhD in Plant Breeding and Cytogenetics (FUT Minna). Federal Polytechnic, Bida

E.A. Safako, Nigerian, Prof. and Head Crop Production Department (FUT Minna).

M.N. Ishaq, Nigerian, M. Sc. in Crop Breeding and Genetics (ABU) N.C.R.I., Badeggi

# Profils de la progestérone des vaches zébu 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' après induction de l'œstrus aux progestagènes combinés à la prostaglandine et à la PMSG

M. Zongo<sup>1</sup>, W. Pitala<sup>1</sup>, H. Boly<sup>1\*</sup>, J. Sulon<sup>2</sup>, Noelita Melo Sousa<sup>2</sup>, P.L. Leroy<sup>3</sup>, J.F. Beckers<sup>2</sup> & L. Sawadogo<sup>1</sup>

Keywords: Azawak- Gourunsi- Progesterone- Estrous induction.

## Résumé

Un dosage radio-immunologique a été utilisé pour mesurer les concentrations de progestérone chez les zébus 'Azawak' (*Bos indicus*,  $n = 6$ ) et taurins 'Gourunsi' (*Bos taurus*,  $n = 5$ ) après induction de l'œstrus. Les observations ont été menées sur 11 vaches non gestantes (groupe I composé de 3 zébus 'Azawak' et 3 taurins 'Gourunsi'; groupe II composé de 3 zébus 'Azawak' et 2 taurins 'Gourunsi'), soumises à un traitement hormonal reposant sur l'administration d'un implant de progestagène, d'une injection de prostaglandine  $F_{2\alpha}$  et, pour une partie des femelles (groupe I), d'une injection de PMSG. Les implants ont été placés sous la peau de la face externe de l'oreille et maintenus pendant une période de 10 jours. Au 8<sup>ème</sup> jour du traitement, les femelles ont reçu une injection intramusculaire de prostaglandine  $F_{2\alpha}$  (5 mg/100 kg) et au 10<sup>ème</sup> jour, au moment du retrait, une injection de PMSG (400 UI/300 kg) a été pratiquée sur les animaux du groupe I. Chez les taurins 'Gourunsi' et chez les zébus 'Azawak' ayant reçu l'injection de PMSG, le traitement a été suivi d'un œstrus dans 2 cas sur 3. Chez les animaux appartenant au groupe II, l'œstrus ne fut observé chez aucun taurin et seulement chez 1 des 3 zébus. Les concentrations de progestérone mesurées au cours des phases lutéales qui ont suivi sont restées faibles chez les taurins 'Gourunsi'. Chez les zébus 'Azawak', les concentrations se sont révélées plus élevées chez les femelles ayant reçu l'injection de PMSG ( $6,0 \pm 1,2$  ng/ml) que chez celles qui n'en avaient pas reçu ( $3,2 \pm 0,8$  ng/ml).

## Summary

### Progesterone Profiles in 'Azawak' and 'Gourunsi' Cows after Estrous Induction with Progestagens, Prostaglandin and PMSG.

The progesterone concentrations of 'Azawak' (*Bos indicus*,  $n = 6$ ) and 'Gourunsi' (*Bos taurus*,  $n = 5$ ) cows after estrous induction were measured by means of radioimmunoassay (RIA). Eleven non-pregnant cows were treated by the application of subcutaneous progestagen implants (day 1) followed by a prostaglandin  $F_{2\alpha}$  injection (5 mg/100 kg) at the 8<sup>th</sup> day after the insertion of the implant. At the removal of the implant (10<sup>th</sup> day of treatment), the animals were allocated in 2 groups: group I (3 'Azawak' and 3 'Gourunsi' cows), which received 400 I.U. of PMSG per 300 kg, and group II (3 'Azawak' and 2 'Gourunsi' cows) which did not receive any PMSG injection. In group I animals, two 'Gourunsi' as well as two 'Azawak' cows have been induced in estrous. In group II, only one 'Azawak' cow was induced. In general, progesterone concentrations were higher in 'Azawak' than in 'Gourunsi' cows. In 'Azawak' zebu, females that received a PMSG injection showed higher concentrations than no treated animals.

## Introduction

La particularité du cycle œstral des zébus (*Bos indicus*) et des taurins (*Bos taurus*) vivant en zone tropicale suscite un intérêt de plus en plus grand dans les programmes d'application des biotechnologies de la reproduction comme l'insémination artificielle et le transfert d'embryons. De nombreux auteurs signalent des cycles sexuels irréguliers (4,12,17) et une fréquence élevée de subœstrus (15). L'induction et la synchronisation de l'œstrus au moyen des progestagènes associés ou non aux prostaglandines et à la PMSG donnent également de mauvais résultats, particulièrement chez les zébus

ainsi que l'ont rapporté différents auteurs: Hardin *et al.* (8), Cissé (5) et Messine *et al.* (12). La plupart des travaux ont été basés sur l'observation du comportement sexuel et la palpation rectale de l'appareil génital (9,11). L'activité endocrinienne de l'ovaire était rarement envisagée dans les protocoles et surtout dans une comparaison entre les zébus et les taurins.

Le but de ce présent travail a été de suivre l'activité ovarienne par dosage de la progestérone plasmatique chez les zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' soumis à un protocole d'induction de l'œstrus.

<sup>1</sup> F.A.S.T., Université d'Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso. \*E-mail:boly@fast.univ-Ouaga.bf

<sup>2</sup> Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Physiologie de la Reproduction, Bât B41, Bd. de Colonster, 20, B-4000 Liège, Belgique.

<sup>3</sup> Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Génétique, Bât B43, Bd. de Colonster, 20, B-4000 Liège, Belgique.

Recu le 23.04.01. et accepté pour publication le 28.08.01.

## Matériel et méthodes

### Zone expérimentale

La présente étude a été menée en milieu périurbain, à Ouagadougou, dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso (12°22' latitude nord et 1°31' longitude ouest). Le climat est du type nord soudanien, caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre (600 à 800 mm/an). La température moyenne est de 33°C, avec des minima de 8°C à 20°C de décembre à janvier et des maxima de 34°C à 40°C de mars à avril.

L'élevage des bovins dans cette zone est de type semi-intensif avec une moyenne quotidienne de 5 heures de parcours sur le pâturage naturel composé essentiellement de graminées (*Pennisetum*, *Cenchrus*, *Aristida* et *Brachiaria*) et de ligneux (*Combretum*, *Lanea*, *Parkia* et *Vitellaria*). Cette ration a été complétée de graines de coton (1,9 UF et 241,0 MAD), de son de blé (1,4 UF et 212,4 MAD) ou encore de la drèche de brasserie (0,3 UF et 71,6 MAD) selon la disponibilité. L'eau a été disponible à volonté. Les animaux ont subi les contrôles sanitaires contre les maladies réputées légalement contagieuses au Burkina Faso, notamment la tuberculose, la brucellose et le charbon bactérien. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties (peste bovine, fièvre aphteuse, péripneumonie contagieuse) a été régulièrement suivi. Le déparasitage contre les helminthes, avec du Mébendazole à 10 mg/kg a été réalisé en début et fin de saison des pluies. La lutte contre les tiques et autres arthropodes a été plus fréquente en saison des pluies soit en moyenne 2 pulvérisations mensuelles de Deltaméthrine à 0,05 p. 1000.

### Animaux et traitements

Onze vaches, 6 zébus 'Azawak' (*Bos indicus*) d'âge moyen  $7,7 \pm 2,7$  ans et de poids moyen  $284,8 \pm 26,7$  kg et 5 taurins 'Gourunsi' (*Bos taurus*) d'âge moyen  $3,5 \pm 0,5$  ans et de poids moyen  $140,6 \pm 8,3$  kg ont été soumises à un traitement d'induction d'œstrus avec des implants de progestagène associés à la prostaglandine  $F_{2\alpha}$ , et pour une partie à la PMSG. Tous les animaux ont subi au préalable un diagnostic de non-gestation par palpation rectale avant d'être assignés à un groupe (groupe I composé de 3 zébus 'Azawak' et 3 taurins 'Gourunsi'; groupe II composé de 3 zébus 'Azawak' et 2 taurins 'Gourunsi').

### Protocole d'induction d'œstrus

- Jour 1: Pose de l'implant Crestar®, Intervet (3 mg de Norgestomet) par voie sous cutanée dans le pavillon de l'oreille et injection de 2 ml de solution huileuse de 3 mg de Norgestomet et de 3,8 mg de valérate d'œstradiol.
- Jour 8: Injection de prostaglandine  $F_{2\alpha}$  (solution injectable de luprostiol; Prosolvin®, Intervet): 5 mg/100 kg.
- Jour 10: Retrait de l'implant et injection de PMSG (Foligon®, Intervet) aux animaux appartenant au groupe I: 400 U.I./300 kg.

Après le retrait des implants, des échantillons de sang ont été recueillis quotidiennement pendant 26 jours. Le sang a été prélevé dans la veine jugulaire dans des tubes héparinisés et immédiatement centrifugé à 1500

X g pendant 15 minutes. Le plasma a été ensuite recueilli et congelé à -20°C jusqu'au dosage. L'acceptation du chevauchement, l'œdème de la vulve et les écoulements de mucus ont été retenus comme signes caractéristiques de l'œstrus (7,13).

### Dosages radio-immunologiques de la progestérone plasmatique

Les taux de progestérone dans les échantillons de plasma ont été déterminés selon la technique décrite par Immuchem™ progesterone assay (ICN Biomedicals, CA, USA). C'est un dosage radio-immunologique direct sans extraction réalisé dans des tubes coâtés d'anticorps anti-17 $\alpha$ -hydroxy-progestérone (Immuchem™ coated tube). La reproductibilité du système de dosage a été caractérisée par un coefficient de variation de 10,8% dans un même dosage et de 11,1 % d'un dosage à l'autre.

### Analyses statistiques

Les résultats ont été exprimés en moyenne  $\pm$  écart type et les différences ont été considérées comme significatives au seuil de probabilité de  $P < 0,05$ . Les effets des différents facteurs de variation ont été appréciés par l'analyse de variance non orthogonale de Friedman (ANOVA) à effet fixe. Les aires en dessous des courbes ont été mesurées à l'aide du logiciel Graph PAD In Plot.

## Résultats

Sur les 11 vaches soumises au protocole d'induction de l'œstrus, 5 vaches dont 3 zébus 'Azawak' et 2 taurins 'Gourunsi' ont formé des corps jaunes actifs matérialisés par une production massive de progestérone au cours de la phase lutéale.

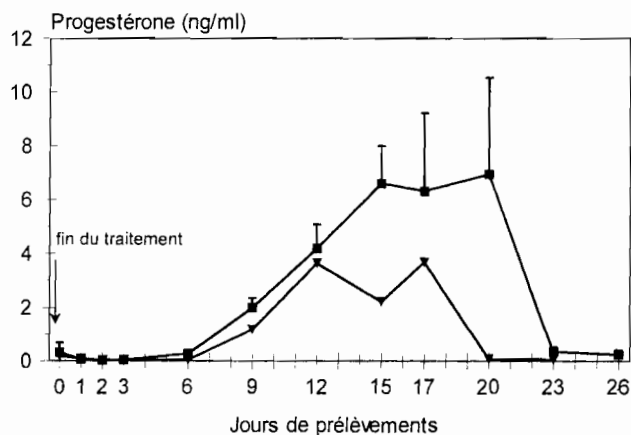


Figure 1: Profils des taux de progestérone après œstrus induit chez deux vaches zébus 'Azawak' (moyenne  $\pm$  écart type) traitées avec la PMSG (—●—) et chez une vache n'ayant pas reçu de PMSG (---○---).

Les profils de progestérone des zébus 'Azawak' traités avec la PMSG et ceux sans PMSG ont été semblables. Toutefois, la sécrétion de progestérone a été plus forte chez les vaches traitées avec la PMSG (Figure 1). Au cours de la période d'observation, les concentrations moyennes de progestérone sécrétée par les zébus 'Azawak' traités à la PMSG ont été de  $6,0 \pm 1,2$  ng/ml; chez la femelle non traitée elle a été de  $3,2 \pm 0,8$  ng/ml.

Les aires en dessous des courbes de progestérone des zébus 'Azawak' traités à la PMSG et de ceux non traités ont été respectivement de 71,8 ng/ml et 31,6 ng/ml. La variation des aires en dessous des courbes de progestérone n'a pas été significative ( $P > 0,05$ ). Par contre, la différence de concentration de progestérone sécrétée pendant la phase lutéinique a été significative ( $P < 0,05$ ). Chez les taurins 'Gourunsi', les dosages de progestérone ont été effectués sur 59 échantillons recueillis sur 5 animaux. Les productions de progestérone ont été observées chez 2 vaches traitées à la PMSG. La cinétique moyenne de la progestérone est représentée à la figure 2.

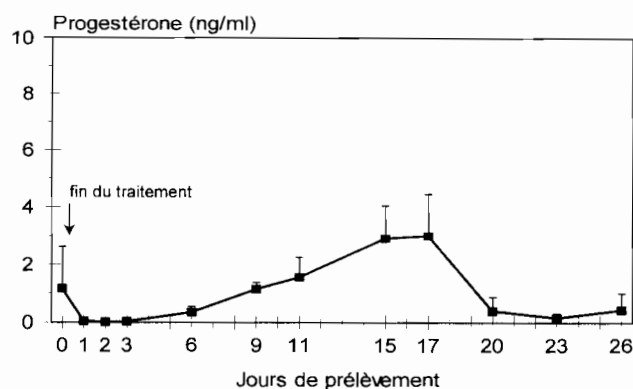


Figure 2: Taux de progestérone (moyenne  $\pm$  écart type) après œstrus induit chez deux taurins 'Gourunsi' traités avec la PMSG.

Le taux plasmatique de progestérone à l'arrêt du traitement a été de 1,2 ng/ml. Les taux les plus bas ont été observés aux jours 1, 2 et 3 de l'arrêt du traitement. Ils ont augmenté ensuite progressivement: 0,3 ng/ml au jour 6, pour atteindre un plateau de  $2,2 \pm 0,9$  ng/ml entre le 9<sup>ème</sup> et le 17<sup>ème</sup> jour de l'arrêt du traitement. La phase de régression se situe après le 17<sup>ème</sup> jour. Du 20<sup>ème</sup> jour au 26<sup>ème</sup> de l'arrêt du traitement, les niveaux de progestérone retombent à  $0,3 \pm 0,1$  ng/ml en moyenne. L'aire en dessous de la courbe de progestérone a été de 31,7 ng/ml.

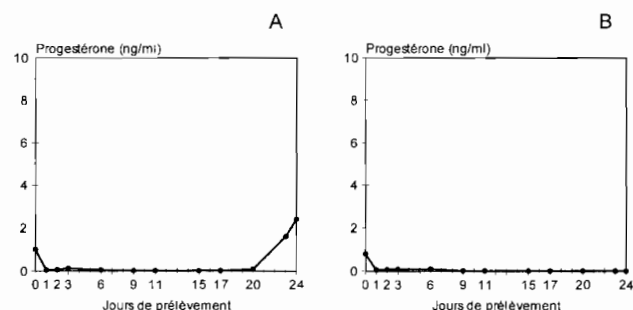


Figure 3: Concentrations de progestérone d'un zébu 'Azawak' (A) et d'un taurin 'Gourunsi' (B) chez qui le traitement est resté inopérant.

Les taux de progestérone chez les vaches en anœstrus sont restés très faibles au cours de l'observation, en dessous des valeurs significatives de fonctionnement d'un corps jaune. Ces taux ont été respectivement chez les zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' de  $0,5 \pm 0,8$

ng/ml et de  $0,1 \pm 0,2$  ng/ml (Figure 3). Sur la figure 3A, on observe une reprise tardive de l'activité ovarienne avec des niveaux de 2 ng/ml au 24<sup>ème</sup> jour de l'observation.

## Discussion

Au cours de cette étude, le traitement hormonal d'induction de l'œstrus est resté inefficace chez 6 des 11 femelles suivies. Ce taux corrobore les résultats rapportés par Tan *et al.* (15) et Voh *et al.* (17) sur des bovins élevés sous les tropiques. En outre, ce taux explique en partie les problèmes d'infécondité des bovins vivant dans ces régions (1,11).

Le taux d'œstrus induit a été de 45,5 %. Ce taux est plus important dans le lot traité à la PMSG (66,7 %) que dans le lot non traité (20,0 %). Cela pourrait être en liaison avec l'administration de la PMSG en fin de traitement dont les effets sur le redémarrage de l'activité ovarienne ont été décrits par Cognié *et al.* (6) sur la brebis. Au cours d'une étude réalisée en Belgique en période hivernale sur des génisses de race Bleu Blanc Belge, Beckers *et al.* (3) ont rapporté des taux de 70% d'œstrus induits avec la spirale de progestérone seule et de 90% avec une administration supplémentaire de PMSG au dernier jour du traitement.

Dans notre étude, pour ce qui concerne les 2 zébus 'Azawak' traités à la PMSG, les taux de progestérone mesurés au cours de l'œstrus induit et durant les jours suivants correspondent bien aux concentrations relevées au cours du cycle normal décrites par Beckers *et al.* (2), c'est-à-dire, nous avons observé: 1) une phase d'activité minimale correspondant à la période s'étendant du jour de l'arrêt du traitement au jour 6 avec comme valeur minimale 0,1 ng/ml au jour 2 du début de l'échantillonnage, et des valeurs respectives de 0,3 ng/ml et 0,2 ng/ml aux jours 0 et 6 de l'arrêt du traitement; 2) une phase ascensionnelle s'étendant du jour 6 au jour 12 de l'arrêt du traitement avec des valeurs respectives de 0,3 ng/ml à 4,2 ng/ml; 3) une phase d'activité maximale allant du jour 12 au jour 20 avec des valeurs oscillant entre 4,2 ng/ml et 6,9 ng/ml et 4) une phase de régression, très rapide, allant du jour 20 au jour 23 avec des valeurs respectives de 6,9 ng/ml et 0,4 ng/ml. Par ailleurs, Thibier et Saumande (16) ont rapporté des taux allant de 0,1 à 0,2 ng/ml en phase folliculaire et de 7,4 à 9,4 ng/ml en phase lutéale.

Pendant la phase lutéinique, les taux de progestérone chez les vaches traitées avec la PMSG ont été plus élevés que chez les vaches non traitées. Cela reflète probablement l'effet stimulateur de cette gonadotropine sur le corps jaune et serait dû à son activité LH (14).

## Conclusion

Dans son ensemble, notre étude révèle la faible efficacité des traitements inducteurs d'œstrus chez les zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' en zone soudano-sahélienne. Seulement 5 femelles sur 11 ont montré un œstrus et formé des corps jaunes après le traitement. Parmi ces 5, seules les 2 zébus 'Azawak' traités au PMSG ont montré des concentrations élevées de progestérone. Le 3<sup>ème</sup> zébu (non traité au PMSG) ainsi que les 2 taurins 'Gourunsi' traités ont montré des profils de concentration faibles de progestérone au cours de la phase lutéale qui a suivi l'œstrus induit, indiquant que la

qualité des follicules est probablement altérée par les conditions environnementales et que même après induction d'un œstrus, ces follicules sont à l'origine des corps jaunes faiblement actifs (10). Grâce au dosage de la progestérone réalisé pendant 26 jours après l'arrêt du traitement, cet aspect se dégage clairement des résultats de cette recherche. Cette mauvaise qualité des follicules pourrait expliquer les faibles performances reproductives généralement observées chez les bovins élevés en régions tropicales même après application des biotechnologies telles que l'induction d'œstrus, l'insémination artificielle et le transfert embryonnaire.

## Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements au projet CIUF/SPA et à toute l'équipe du Laboratoire de Physiologie de la Reproduction de la Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège (Belgique) pour leur contribution à la réalisation de ce travail.

## Références bibliographiques

1. Adeyemo O., Akpokodje U.U. & Odili P.I., 1979. Control of estrous in *Bos indicus* and *Bos taurus* heifers with prostaglandin  $F_{2\alpha}$ . *Theriogenology*, 12, 255 (abstract).
2. Beckers J.F., Ballman P., Ectors F. & Derivaux J., 1975. Dosage radio-immunologique de la progestérone plasmatique chez la vache. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 280, 335-338.
3. Beckers J.F., Wouters-Ballman P., Ectors F. & Derivaux J., 1978. Induction de l'œstrus chez les génisses en œstrus fonctionnel. *Ann. Méd. Vét.*, 122, 597-605.
4. Chicoteau P., Coulibaly M., Bassinga A. & Cloe C., 1990. Variation saisonnière de la fonction sexuelle des vaches Baoulé au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 43, 387-393.
5. Cissé A.B., 1993. Synchronisation des chaleurs chez les vaches Ndama et zébu maure avec la prostaglandine  $F_{2\alpha}$ . *Actualité scientifique: Maîtrise de Reproduction et Amélioration Génétique des Ruminants. Apports des technologies nouvelles*, pp. 21-26.
6. Cognié Y., Bodin L. & Terqui M., 1983. Le contrôle du moment d'ovulation chez la femelle en vue de l'utilisation de l'insémination artificielle. *Insémination artificielle et amélioration génétique: bilan et perspectives critiques. Colloque de l'INRA, n° 29*, pp. 77-94.
7. Goffaux M., 1974. Méthodes de détection de l'œstrus chez les bovins. *Elev. Insém.*, 144, 3-25.
8. Hardin D.R., Warnick A.C., Schultz R.H. & Fields M.J., 1980. Artificial insemination of sub-tropical commercial beef cattle following synchronization with cloprostenol 1. *Fertility. Theriogenology*, 14, 244-249.
9. Lamothe C., Montiel F., Fredriksson G. & Galina C.S., 1995. Reproductive performance of zebu cattle in Mexico. Influence of season and social interaction on the timing of expressed estrous. *Trop. Agric. (Trinidad)*, vol. 72(4), 319-323.
10. Leymarie P. & Martal J., 1991. Du corps jaune cyclique au corps jaune gestatif. In: Thibault, C. et Levasseur, M.C. (eds.). *La Reproduction chez les Mammifères et l'Homme*. Ed. Ellipses, pp. 403-421
11. Lokhande S.M., Inamdar J.B.M., Bhosrekar M.R., Humblot P. & Thibier M., 1984. Progesterone and prostaglandin-combined treatments for synchronization of estrous in postpartum crossbred (*Bos indicus* X *Bos taurus*) or zebu cows. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 37:73-78.
12. Messine O., Mbah D.A. & Saint-Martin G., 1993. Synchronisation de l'œstrus chez les femelles zébus Goudali au C.R.Z. de Wakwa (Cameroun). *Actualité scientifique: Maîtrise de Reproduction et Amélioration Génétique des ruminants. Apports des Technologies Nouvelles*, pp. 13-19.
13. Meyer C. & Yesso P., 1991. Courbe de progestérone plasmatique du cycle œstral chez les races taurines trypanotolérantes de la Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 44, 193-194.
14. Stewart F., Allen W.R. & Moor R.M., 1976. Pregnant mare serum gonadotrophin: ratio of follicle-stimulating hormone and luteinising hormone activities measured by radioreceptor assay. *J. Endocr.*, 71, 371-382.
15. Tan H.S., Kassim H. & Mak T.K., 1986. Reproductive performance of indigenous cattle in Malaysia. In: *Nuclear and Related Techniques. International Atomic Energy Agency. Vienna. Anim. Prod. Health*, pp. 190-203.
16. Thibier M. & Saumande J., 1975. Oestradiol-17 $\beta$ , progesterone and 17 $\alpha$ -hydroxyprogesterone concentrations in jugular venous plasma in cows prior to and during oestrus. *J. Steroid Biochem.*, 6, 1433-1437.
17. Voh A.A.Jr., Oyedipe E.O., Pathiraja, N., Buvanendran V. & Kumi-Diaka J., 1987. Peripheral plasma levels of progesterone in Nigerian zebu cows following synchronization of estrous with prostaglandin F2 alpha analogue (diprost tromethamine). *British Vet. J.* 143, 255-263.

M. Zongo, Burkinabé, Biologiste étudiant-Doctorant. F.A.S.T., Chercheur

W. Pitala, Togolais, Etudiant DEA-Chercheur

H. Boly, Burkinabé, Professeur, Maître de Conférence, Chercheur

J. Sulon, Belge, PhD en sciences Biomédicales

Noelita Melo Sousa, Brésilienne, DMV, Ms.C., Etudiante en Thèse Doctorat Sciences Vétérinaires

P.L. Leroy, Belge, DMV, Professeur agrégé, Doyen de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (Ulg), Bd. de Colonster, 20, B- 4000 Liège (Belgique)

J.-F. Beckers, Belge, DMV, Professeur agrégé

L. Sawadogo, Burkinabé, PhD, Professeur titulaire, Chercheur



# Cooking Banana Consumption Patterns in the Plantain-growing Area of Southeastern Nigeria

M. Tshiunza<sup>1</sup>, J. Lemchi<sup>2</sup>, Uloma Onyeka<sup>2</sup> & A. Tenkouano<sup>1</sup>

Keywords: Cooking bananas- Plantains- Consumption patterns

## Summary

*Cooking bananas (Musa spp., ABB genome) were introduced into Southeastern Nigeria by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) in the mid-1980s as an interim measure to reduce the incidence of black sigatoka disease (caused by the fungus Mycosphaerella fijiensis Morelet) on plantain. However, the people of this region were not familiar with their utilisation methods. To address this lack of the knowledge and thereby sustain cooking banana cultivation, IITA, in collaboration with the Shell Petroleum Development Company (SPDC) and the Nigeria Agip Oil Company (NAOC) commenced a training campaign on cooking banana processing methods. This study examined the patterns of utilisation of cooking bananas ten years after the training took place and compared them with plantain. About 95% of the households interviewed are consuming cooking banana, indicating a broad acceptance of the crop in the region. Overall, two ripening stages termed green and ripe are the most popular ripening stages for the consumption of both plantain and cooking banana, followed by partially ripe maturity stage. The most common forms of consumption for green plantain are, in decreasing order of importance, pottage, boiled, roasted, and fried. Green cooking banana is also mostly eaten in pottage and boiled forms, and less frequently in fried and pounded forms. Ripe plantain is mostly eaten in fried and pottage forms, while ripe cooking banana is mostly eaten in fried and raw forms. Partially ripe plantain is mostly eaten in pottage, fried, boiled, and roasted forms, while partially ripe cooking banana is eaten in fried, pottage and boiled forms. These results indicate that the consumption patterns of plantain and cooking banana are very similar. This similarity has greatly contributed to the rapid integration of cooking banana within the existing plantain consumption and cropping systems.*

## Résumé

### Modes de consommation de la banane à cuire dans le sud-est du Nigeria

*Les bananes à cuire (Musa spp., génome ABB) ont été introduites au Nigeria par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) au milieu des années 1980 comme mesure transitoire pour réduire l'incidence de la cercosporiose noire (causée par le champignon Mycosphaerella fijiensis Morelet) sur le bananier plantain; mais il s'avéra que les paysans ne savaient pas comment la consommer. Pour remédier à ce problème et promouvoir l'adoption de la banane à cuire dans la région, l'IITA, en collaboration avec Shell Petroleum Development Company (SPDC) et Nigeria Agip Oil Company (NAOC), entreprit une campagne de formation des paysans sur les différentes façons de consommer les bananes à cuire. Environ dix ans après la formation, cette étude a examiné les différentes formes de consommation de cette culture parmi la population locale du sud-est du Nigeria. Près de 95% de ménages interrogés consomment actuellement la banane à cuire; ceci est une indication de l'adoption de cette culture dans la région. Dans l'ensemble, le plantain et la banane à cuire sont surtout consommés lorsque leur fruit est vert ou mûr, et dans une moindre mesure lorsqu'il est à moitié mûr. Les formes de consommation les plus courantes du fruit vert de la banane plantain sont dans l'ordre de grandeur décroissante: potage, bouilli, grillades et fritures. Quant à la banane à cuire, son fruit vert est également mangé comme potage ou simplement bouilli et dans une moindre mesure comme fritures ou pilé. Lorsque son fruit est mûr, le plantain est surtout consommé sous forme de fritures ou de potage alors que la banane à cuire est consommée surtout comme fritures ou comme bananes de table. A moitié mûr le plantain se mange surtout sous forme de potage, comme fritures, bouilli ou comme grillades alors que la banane à cuire à moitié mûre se consomme d'abord comme fritures puis sous forme de potage ou tout simplement bouillie. Ces résultats indiquent qu'il y a une grande similarité entre les formes de consommation de la banane plantain et celles de la banane à cuire dans la région enquêtée. Cette similarité aurait grandement contribué à l'intégration de la banane à cuire dans le système de consommation locale.*

<sup>1</sup> International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

<sup>2</sup> Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

Received on 14. 12. 00 and accepted for publication on 05. 07. 01

## Introduction

The International Institute of Tropical Agriculture (IITA) introduced cooking bananas (*Musa* spp., ABB genome) from Asia into Southeast Nigeria in the mid-1980s through the International Network for the Improvement of Banana and Plantain Transit Centre (16, 17, 18). They were supposed to serve as an interim measure in checking the incidence of black sigatoka disease on plantain (7). Black sigatoka is a leaf spot disease (caused by the fungus *Mycosphaerella fijiensis* Morelet), which has become a major threat to plantain production in sub-Saharan Africa (SSA) (15, 19) reducing yield by up to 50% (6, 11, 15), and in some instances, leading to total crop failure. The long-term strategy consisted of the establishment of a plantain-breeding programme aimed at conferring black sigatoka resistance characteristics to plantains.

Plantain is among the major food crops in SSA where it serves as one of the major staples to about 70 million people in the region (5, 6). In addition to being an important staple for rural and urban consumers, plantain serves as an important source of income for smallholder farmers (2). In Nigeria alone, plantain is produced by about 49% of farming households as a main crop (12), while in eastern Nigeria, it ranks very high as a carbohydrate source (13).

The major cooking banana cultivars introduced were Cardaba, Bluggoe, Fougamou, Nzizi and Pelipita (7, 14). On introduction, plantlets were multiplied by means of *in-vitro* techniques and distributed directly to farmers, or indirectly through such institutions as State Ministries of Agriculture and Agricultural Development Programs; the Shell Petroleum Development Corporation (SPDC), the Nigerian Agip Oil Company (NAOC) and other non-governmental organisations (NGOs). Preliminary investigations (1, 4) revealed that farmers rejected the cultivars. Their reason was lack of knowledge on how to utilise the cooking banana fruit. They expected cooking bananas to have the same characteristics as plantains. Cooking bananas fruits are quite different from plantains in their morphology, physical characteristics (fingers size/form, pulp-to-peel ratio, dry matter, etc.), pulp carbohydrate composition (starch and sugar) and pulp texture or firmness of the pulp (3). As a result, cooking bananas have different post-harvest quality characteristics (durability and palatability) compared with plantains (3).

To address this development, IITA, in collaboration with SPDC and NAOC organised a project of generation and transfer of cooking banana post-harvest technologies to farmers and consumers. A number of cooking banana processing methods, which were mostly based on traditional plantain dishes (7), were developed and taken to the farmers and other end-users through training workshops/seminars, agricultural shows, food exhibitions, farmers' days and demonstrations. Since the introduction (about ten years ago) of the cooking banana processing methods, no effort has been made to establish whether or not cooking banana fruit is now consumed in the region and, if it is, to define the consumption patterns. This study investigates the level of cooking banana consumption in Southeast Nigeria and examines its consumption patterns vis-à-vis those of plantain. More specifically, this study investigates the major maturation stages and forms of cooking banana consump-

tion. This is vital for the adoption of the crop and its integration in the local cropping and consumption systems.

## Methodology

The study was carried out in Southeast Nigeria where cooking bananas were initially introduced and where IITA, in collaboration with SPDC and NAOC, trained farmers and other end-users on cooking banana processing methods. The training was carried out among eleven farmer groups/co-operatives. These spanned through four states namely, Abia, Delta, Imo and Rivers. In each group, a list of members who took part in the training was compiled and a total of 232 respondents were randomly selected.

A structured questionnaire was designed and used in the collection of data from the respondents. Information collected included plantain and cooking banana consumption habits, maturation stages and forms of consuming plantain and cooking banana. Each respondent was asked to rank in decreasing order of importance the different ripening stages and forms in which he/she usually eats plantain and cooking banana. Data collection lasted from May 1998 to February 1999. Data analysis was based on descriptive statistics such as percentages and frequencies, while tables were used in presenting results.

## Results and discussion

### Plantain and cooking banana consumption habits

All the respondents consume plantain, while about 95% of them declared eating cooking banana. In the last month up to the time this information was gathered, about 4% of the respondents had not eaten plantain against 31% for cooking banana (Table 1).

**Table 1**  
Distribution (%) of respondents by intensity of consumption of plantain and cooking banana in the last month (n= 232)

Intensity of consumption	Respondents (%)	
	Plantain	Cooking banana
0	4.0	30.6
1 - 5	34.8	45.7
6 - 10	28.2	8.6
11 - 15	5.2	1.9
16 - 20	7.4	1.4
21 - 25	0.4	0.0
> 25	14.1	3.7
When available	5.7	8.2

n = number of observations

The percentage of respondents corresponding to the different levels of consumption is higher for plantain than for cooking banana, except for the first range (1-5). About 7% of respondents had consumed plantain up to 20 times in the last month but this was only 1% for cooking banana; while 14% reported always consuming plantain against 4% for cooking banana. Although to some respondents, frequency of consumption of plantain or cooking banana is dictated by availability, the above results indicate that plantain consumption is far higher than that of cooking banana. This is most likely due to the fact that plantain is more cultivated than

cooking banana. However, the consumption of cooking banana by almost all respondents is an indication of its acceptance in the surveyed area. By implication, it fits into the people's consumption habits, and thus, has the potential of compensating for the yield loss due to black sigatoka in plantain. Increased production of cooking banana as well as a better awareness campaign on its utilisation methods will increase its consumption in the area.

### Ripening stages of consumption of plantain and cooking banana

Farmers were asked to rank, in decreasing order of importance, the different ripening stages and forms in which they usually (prefer to) eat plantain and cooking banana. Results show that both plantain and cooking banana are eaten in the green, ripe, partially ripe (half-ripe), and sometimes over-ripe maturity stages (Table 2).

**Table 2**  
Distribution of respondents (%) by crop (plantain and cooking banana) and by rank of maturity stages

Stage of maturity	Crop	P	Rank				
			1	2	3	4	5
Green	PL	96	54.3	22.4	22.9	0.0	0.4
	CB	88	49.5	24.2	25.8	0.0	0.5
Half-ripe	PL	71	7.9	56.1	36.0	0.0	0.0
	CB	68	14.7	55.3	30.0	0.0	0.0
Ripe	PL	98	41.9	37.4	20.7	0.0	0.0
	CB	85	50.3	29.9	19.8	0.0	0.0
Over-ripe	PL	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
	CB	2	20.0	20.0	0.0	60.0	0.0

Note: P = percentage of respondents (n = 232); PL = plantain; CB = cooking banana; Rank = 1 the most preferred maturity stage, R = 2 is the next most preferred maturity stage, etc.

About 96% of respondents reported eating plantain in green form, while 98% consumed it when it is ripe, and 71% in half-ripe form; the figures are respectively 88% (green), 85% (ripe), and 68% (half-ripe) for cooking banana. These results are consistent with Marriot and Lancaster (10) who found that in Africa, plantains are usually eaten in the green and ripe forms. The majority of respondents ranked green and ripe as their first preferred ripening stage for plantain consumption, while they ranked half-ripe ripening stage in the second or third preferred position. Over-ripe is the last ripening stage in plantain and cooking banana consumption: only 2% of respondents declared consuming plantain and cooking banana in the over-ripe form. The majority of them ranked over-ripe in the last position among the ripening stages at which both plantain and cooking banana are consumed. These results indicate that the profiles of ripening stages of consuming plantain and cooking banana are similar. Their relative rankings further reinforce the similarities of ripening stages (at which they are consumed) between plantain and cooking banana. However, it is germane to point out that decisions regarding the consumption of plantain / cooking banana in the partially ripe and over-ripe stages are

not consciously made, as the respondents in most instances could not differentiate partially ripe and over-ripe from ripe. Again, it is not a common practice for consumers to deliberately allow cooking banana or plantain become over-ripe before consumption. The respondents attributed several reasons for ranking the above ripening stages as 1 (i.e., as the most preferred maturity stage for consumption) (Table 3).

**Table 3**  
Distribution (%) of reasons of consuming plantain and cooking banana at the most preferred stage of ripening (Rank = 1)

Reasons	Ripening stages							
	Green		Partially ripe		Ripe		Over-ripe	
	PL	CB	PL	CB	PL	CB	PL	CB
Nutritional	44	29	5	5	8	40	0	0
Medical	4	8	0	5	1	0	0	0
Food habit	5	5	9	0	3	1	0	0
Taste	44	55	45	90	87	57	0	100
Others	3	3	41	0	1	2	0	0
Total	100	100	100	100	100	100	0	100
n	124	101	22	21	93	139	0	1

Note: CB = Cooking banana; PL = Plantain; n = number of observations.

A look at the responses shows that "taste" is the major factor influencing the consumer's decision to choose the best ripening stage for consuming plantain and cooking banana. Most respondents think that cooking banana taste better than plantain when eaten green or half-ripe; the reverse is observed for the ripe maturity stage. Nutritional value is the second most important reason given by the respondents as the first reason for choosing the ripening stage at which they prefer to eat plantain and cooking banana. Most respondents think that plantain is more nutritious than cooking banana when eaten green; the reverse is observed for the ripe stage. Very few respondents indicated "medical value" as another reason to explain their first choice. The low percentage observed for "medical value" would mean that a large number of people are not aware of the "medical value" of plantain and cooking banana. As well as being a good source of energy, bananas are rich in vitamins A, C and B6 and contain high levels of several minerals, such as calcium, potassium and phosphorus (8). They are easy to digest and have a soothing effect in the treatment of gastric ulcers and diarrhoea and help to relieve stress and anxiety (9).

### Consumption forms of plantain and cooking banana

The major forms of consuming plantain and cooking banana in the surveyed area are indicated in tables 4a, 4b, and 4c. The most common ways of consuming green plantain are, in decreasing order of importance (considering only the most preferred form, i.e. Rank = 1), pottage, boiled and roasted forms, and less frequently in pounded, soup and fried forms. For green cooking banana, the most common consumption forms are, in decreasing order of importance (also considering only the most preferred form, i.e. Rank = 1), pottage, boiled, fried, pounded, and less frequently in roasted

and soup forms.

In spite of slight ranking differences, the major forms of consuming green plantain and green cooking banana fruits are similar.

The major forms of consuming half-ripe plantain are pottage, fried, boiled, and less frequently in roasted form; while half-ripe cooking banana is mostly eaten in fried, pottage, and boiled forms. Except for the roasted plantain, consumption forms of both crops in half-ripe maturity stage are similar.

Fried, pottage, raw, and boiled forms are the major ways of eating ripe plantains. When ripe, cooking bananas are mostly consumed in fried, raw, pottage, and boiled forms. The consumption of cooking banana in raw form is due to the fact that some respondents still confuse cooking banana fruit with dessert bananas. Contrary to cooking bananas, very few respondents eat ripe plantains as dessert bananas. In addition, the duration of the ripe stage of cooking banana is very short compared to plantain.

Although the number of observations does not permit to draw statistically valid conclusions, the results on forms of consumption of both ripe and over-ripe plantains and cooking bananas suggest that their major ways of consumption are moin-moin (steamed cooking banana paste mixed with corn flour and spices), pottage, raw, and akara (fried cooking banana paste mixed with cassava granules and spices).

## Summary and recommendations

The introduction of cooking bananas into Southeast Nigeria by IITA was aimed at securing an interim solution to the problem of black sigatoka disease on plantain; the long-term strategy being the breeding of black sigatoka resistant plantains. Though it fitted into the local plantain cropping system, farmers and consumers were not familiar with its processing methods. In order to address this problem and sustain cooking banana cultivation by the farmers, IITA, in collaboration with SPDC and NAOC, commenced a training campaign on

cooking banana processing methods. The aim of this study was to establish cooking banana consumption patterns about ten years after the training exercise.

Results show that about 95% of the interviewees are now consuming cooking banana. However, plantain consumption is far higher than that of cooking banana, most likely because plantain is more cultivated than cooking banana. This would also mean that either consumers prefer plantain to cooking banana and/or that there is still room for expanding cooking banana cultivation. The consumption of cooking banana by almost all the respondents is an indication of its acceptability in the study area and underlines its potential for expansion.

Overall, green and ripe are the major ripening stages of consuming both plantain and cooking banana. About 96% of the respondents reported eating plantain in green form, while 98% consumed it ripe; the figures are respectively 88% (green) and 85% (ripe) for cooking banana. Green and ripe forms are ranked first ripening stage of consuming plantain by about 55% and 42% of the respondents, respectively; the figures are 50% for the green form and 50% for ripe form in the case of cooking banana consumption.

Pottage, boiled, and roasted forms are the most common ways of consuming green plantain by the respondents. For green cooking bananas, pottage, boiled, pounded, fried, and roasted forms are the most common ways of consumption. When ripe, plantains are mostly eaten in fried, pottage, and boiled forms, while cooking bananas are mostly consumed in fried, pottage, and raw forms.

One striking observation is that the major forms of consuming cooking bananas in its various ripening stages are approximately close to those of plantains. In other words, there is high similarity of consumption forms between plantains and cooking bananas. The meaning of those results is that cooking banana consumption forms fit into the people's food system, and, therefore, has the potential to adequately supplement plantain.

**Table 4a**  
Distribution (%) of respondents by ripening stage and by rank of consumption form of plantain (PL) and cooking banana (CB)

A	B	C	D	RANK						Total
				1	2	3	4	5	6	
Green	Boiled	PL	142	36	41	14	8	2	0	100
		CB	108	46	30	16	7	1	1	100
	Fried	PL	76	11	22	40	24	3	1	100
		CB	103	33	29	25	10	2	1	100
	Pottage	PL	194	57	28	11	3	1	1	100
		CB	126	54	29	10	6	1	0	100
	Pounded	PL	35	14	17	43	14	9	3	100
		CB	63	37	33	19	8	3	0	100
	Roasted	PL	153	28	36	22	12	2	0	100
		CB	30	23	27	40	7	3	0	100
	Soup	PL	37	14	22	30	22	14	0	100
		CB	16	13	25	6	31	25	0	100

Note: A = ripening stage; B = form of consumption; C = Crop; CB = cooking banana; D = number of respondents; PL = plantain; Rank = 1 is the most preferred form of consumption, Rank = 2 is the next preferred consumption form, etc.

**Table 4b**  
**Distribution (%) of respondents by ripening stage and by rank of consumption form of plantain (PL) and cooking banana (CB)**

A	B	C	D	RANK						Total
				1	2	3	4	5	6	
Half-ripe	Boiled	PL	37	51	24	19	5	0	0	100
		CB	28	64	25	11	0	0	0	100
	Fried	PL	64	50	38	12	0	0	0	100
		CB	63	67	24	9	0	0	0	100
	Pottage	PL	66	62	30	6	2	0	0	100
		CB	44	57	36	5	2	0	0	100
Roasted	PL	31	29	32	32	7	0	0	100	
	CB	5	60	40	0	0	0	0	100	
Ripe	Akara	PL	2	50	0	0	50	0	0	100
		CB	19	53	16	16	16	0	0	100
	Boiled	PL	33	24	42	27	6	0	0	100
		CB	13	39	39	22	0	0	0	100
	Cake	PL	0	-	-	-	-	-	-	-
		CB	12	17	42	33	8	0	0	100
	Fried	PL	196	69	29	2	0	0	0	100
		CB	128	74	21	5	0	0	0	100
	Moin-moin	PL	13	39	31	23	8	0	0	100
		CB	25	32	32	16	20	0	0	100
	Raw	PL	43	5	58	28	9	0	0	100
		CB	95	33	42	21	2	2	0	100
	Roasted	PL	22	23	23	41	14	0	0	100
		CB	5	20	60	20	0	0	0	100
	Pottage	PL	126	52	46	7	2	2	0	100
		CB	58	40	47	12	2	0	0	100

Note: A = ripening stage; B = form of consumption; C = Crop; CB = cooking banana; D = number of respondents; PL = plantain; R = 1 is the most preferred form of consumption, Rank = 2 is the next preferred consumption form, etc.

**Table 4c**  
**Distribution (%) of respondents by ripening stage and by rank of consumption form of plantain (PL) and cooking banana (CB)**

A	B	C	D	RANK						Total
				1	2	3	4	5	6	
Over-ripe	Akara	PL	2	100	0	0	0	0	0	100
		CB	4	75	25	0	0	0	0	100
	Boiled	PL	2	100	0	0	0	0	0	100
		CB	0	0	0	0	0	0	0	100
	Fried	PL	11	100	0	0	0	0	0	100
		CB	2	50	50	0	0	0	0	100
	Moin-moin	PL	21	95	5	0	0	0	0	100
		CB	18	94	6	0	0	0	0	100
	Pottage	PL	21	95	5	0	0	0	0	100
		CB	0	0	0	0	0	0	0	100
	Raw	PL	19	90	10	0	0	0	0	100
		CB	12	92	8	0	0	0	0	100
	Roasted	PL	1	100	0	0	0	0	0	100
		CB	0	0	0	0	0	0	0	0

Note: A = ripening stage; B = form of consumption; C = Crop; CB = cooking banana; D = number of respondents; PL = plantain; Rank = 1 is the most preferred form of consumption, Rank = 2 is the next preferred consumption form, etc.

However, a significant proportion of people still utilise cooking banana like sweet banana, while others do not know that cooking banana could be used in many other ways. This may be connected with a lack of adequate awareness on the utilisation methods of cooking banana. Therefore, to ensure full realisation of the potential of the crop in supplementing plantain in the food system, more effort should be channelled in creat-

ing awareness concerning its utilisation potentials. It is believed that, everything being equal, increased consumption of cooking banana will indirectly increase farmers' income from plantain. Likewise, increased utilisation of cooking banana, instead of plantain, in plantain-based food products is expected to positively affect farmers' income.

## Literature

1. Akele S.A., 1996. Green River Project (GRP) of Nigerian Agip Oil Company. pp 65 - 66. In: R. Ortiz and M.O. Akoroda (Editors), Plantain and Banana: Production and Research in West and Central Africa, IITA, Ibadan, Nigeria.
2. Dorosh P., 1988. Economics of production and utilisation of plantains in Africa. IITA, Ibadan, Nigeria. 15p.
3. Eggleston G., Swennen R. & Akoni S., 1992. Differences in composition and texture among plantains, plantain hybrids and a cooking banana. Traditional African Foods – Quality and Nutrition, 179- 185.
4. Ferris R.S.B., Adeniji T., Chukwu U., Akalumhe Y.O., Vuylsteke D. & Ortiz R., 1996. Postharvest Quality of Plantains and Cooking Bananas. pp 15 - 21. In: R. Ortiz, and M.O. Akoroda (Editors), Plantain and Banana: Production and Research in West and Central Africa, IITA, Ibadan, Nigeria.
5. Frison E., 1997. Towards a *Musa* Improvement Programme. MusAfrica, 11, 5-6.
6. Gauhl F., Ferris S., Pasberg-Gauh, C. & Lawrence A., 1998. On-farm yield loss assessment of black sigatoka on plantain and banana. IITA Research Guide 67. IITA, Ibadan, Nigeria. 48p.
7. Hahn S., Vuylsteke D. & Swennen R., 1990. First reactions to ABB cooking bananas distributed in Southeastern Nigeria. pp 306 - 315. In: R.A Fullerton and R.H. Stover (Editors), Sigatoka leaf spot disease of bananas: proceedings of an international workshop held at San José, Costa Rica, March 28-April 1, 1989.
8. INIBAP, 2000. Banana, food for the poor. International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, France.
9. INIBAP, 2000. The many uses of *Musa*. International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, France.
10. Marriot J. & Lancaster P.A., 1983. Bananas and plantains. In: H.T. Chan Jr. (Editor), Handbook of Tropical Food, New York and Basel: Dekker.
11. Mobambo K. N., Gauhl F., Vuylsteke D., Ortiz R., Pasberg, C. & Swennen R. 1993. Yield loss in plantain from black sigatoka leaf spot and field performance of resistant hybrids. Field Crops Research. 35(1), 35- 42.
12. Nweke F.I., 1996. Cassava: A Cash Crop in Africa. COSCA Working Paper (14), International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 79p.
13. Nweke F.I., Njoku J.E. & Wilson G.F., 1988. Productivity and Limitations of Plantain (*Musa* spp. cv AAB) Production in Compound Gardens in Southeastern Nigeria. Fruits, 43(3), 161-166.
14. Ortiz R., de Cauwer I. & Vuylsteke D., 1995. Adaptations of plantain hybrids and cooking bananas in Africa. In: Abstracts of XIV EUCARPIA (European Association for Research in Plant Breeding): Adaptations and Plant Breeding. Jyväskylä, Finland. July 31 - August 4, 1995.
15. Stover R., 1983. Effet du *Cercospora* noir sur les plantains en Amérique Centrale. Fruits, 38, 326- 329.
16. Van den Houwe I. & Swennen R., 1998. La collection mondiale du bananier (*Musa* spp.) au Centre de Transit de l'INIBAP à la K.U.Leuven: Stratégies de conservation et mode d'opération. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 2, 36- 45.
17. Van den Houwe I., Panis B. & Swennen R., 2000. The *in vitro* germplasm collection at the *Musa* INIBAP Transit Centre and the importance of cryopreservation. pp 255 – 260. In: F. Engelmann and H. Takagi (Editors), Cryopreservation of tropical plant germplasm, Current research progress and applications. JIRCAS/IPGRI Joint International Workshop: Tsukuba, Japan, 20-23 October 1998.
18. Vuylsteke D., Schoofs J., Swennen R., Adejare G., Ayodele M. & De Langhe E., 1990. Shoot tip culture and third-country quarantine to facilitate the introduction of new *Musa* germplasm into West Africa. IBPGR/FAO Plant Genetic Resources Newsletter 81/82, 5-11.
19. Wilson G.F. & Buddenhagen I., 1986. The black sigatoka threat to plantain and banana in West Africa production. IITA Research Briefs, 7(3), 3.

M. Tshiunza, Congolese (DRC), PhD in Agricultural Economist, Researcher at the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

J. Lemchi, Nigerian, PhD in Agricultural Economist, Lecturer at the Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

Uloma Onyeka, Nigerian (Mrs), PhD in Food Technologist, Lecturer at the Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

A. Tenkouano of Burkina Faso, PhD. Breeder, Researcher at the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

# Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest du Cameroun

J. Tchoumboue<sup>1</sup>, I.R. Tchouamo<sup>2</sup>, J. Y. Pinta<sup>3</sup> & Mambou Nicaise Njia<sup>4</sup>

Keywords: Beekeeping - Socio-Economy – Techniques – Performances – Constraints – Perspectives – Cameroon

## Résumé

*Les caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture ont été étudiées entre avril 1998 et août 2000 chez 39 apiculteurs des hautes terres de l'ouest Cameroun (LN 3-5° ; LE 8-20°).*

*Les principaux résultats ont montré que l'apiculture reste encore largement une activité masculine. Elle est exercée surtout comme une activité secondaire bien que l'objectif principal de la production soit la commercialisation pour près de 80% des apiculteurs.*

*Le nombre de ruches par apiculteur varie de 2 à 300 avec une moyenne de 42 ruches de type traditionnel et/ou amélioré. La période la plus favorable pour la capture des essaims naturels dans la région se situe entre septembre et mars. La gamme des appâts utilisés est variée, la cire étant le plus fréquemment employée.*

*Le taux de peuplement moyen des ruches est faible (64,4%). Il est plus élevé (78,5%) pour les ruches traditionnelles comparées aux ruches modernes à cadres mobiles (43,3%). Le miel, principal produit exploité, se récolte en général une fois par an (mars – juillet). La production moyenne se situe entre 6 – 10 litres par colonie et par an pour des bénéfices bruts de 10 500 - 10 750 et 18 700 – 19 000 FCFA par ruche peuplée, respectivement pour les ruches traditionnelles et modernes.*

*Le manque de formation, les ennemis et les vols sont les principales contraintes de l'apiculture dans la région. Néanmoins, la totalité des apiculteurs ayant participé à l'enquête désire poursuivre cette activité avec pour objectifs d'améliorer leur technicité, d'accroître le nombre et la qualité des ruches; certains envisageant même de devenir des professionnels.*

## Summary

### **Socio-economic and Technical Characteristics of Beekeeping in the Western Highlands of Cameroon**

*Between April 1998 and August 2000, a survey was carried out to assess socio-economic and technical characteristics of beekeeping in the Western Highlands Cameroon (LN 3-5°; LE 8-20°). A total of 39 beekeepers were investigated through both interviews and a structure questionnaire. The main results were as followed:*

*– Beekeepers are still essentially male (97.0%) aged 18 to 58 with an average of 38 years old. All of them are educated. Many beekeepers (52.0%) have received training with at least 5 years experience in beekeeping. The purpose of the activity is to improve household income.*

*– The average number of hives per beekeeper is 42 varying from 2 to 300. Improved hives are used by 43.3% of the beekeepers, but traditional types of hive are still more frequently used.*

*– Colonisation of hives is based only on capturing of natural swam between September and March, the most favourable period of the year for this region, using different types of bait, wax being the most frequently used. Hive colonisation rate is relatively low (64.4%), being higher for traditional hives compared to improved ones (78.5 and 43.3% respectively).*

*– Honey, the major hive product exploited is harvested once a year (from March to July) with an average of 6 to 10 liters of honey per colony and per year. The gain is estimated to 10 500 – 10 750 and 18 750 – 19 000 FCFA per hive and per year respectively for traditional and improved hives.*

*The major constraints to beekeeping in the surveilled area are lack of training, bee's enemies and diseases. However, the majority of beekeepers would like to continue the activity and wish to improve their technicity, increase the number of hives and become professionals.*

## Introduction

L'apiculture est une pratique ancienne du système de production agricole en Afrique Subsaharienne. D'abord basée sur la récolte de la production naturelle, elle a progressivement évolué vers l'utilisation des ruches traditionnelles et plus récemment des ruches à cadres mobiles dites modernes.

Avec les besoins d'accroissement et de diversification des revenus, notamment en milieu rural, il y a un certain regain d'intérêt pour l'apiculture qui apparaît comme une des alternatives intéressantes de réduction de la pauvreté.

Il faut cependant reconnaître que jusqu'à très récem-

<sup>1</sup> Productions Animales-FASA, Université de Dschang.

<sup>2</sup> Vulgarisation/Sociologie Rurale, FASA, Université de Dschang.

<sup>3</sup> Département Botanique – Faculté des Sciences, Université de Dschang

<sup>4</sup> Département Productions Animales, FASA, Université de Dschang.

Reçu le 01.03.01. et accepté pour publication le 24.07.01.

ment, peu de recherches dans notre région et ailleurs ont été consacrées à l'activité apicole. Or une bonne connaissance de la situation actuelle est préalable à la proposition de méthodes efficaces d'amélioration de la production et de la productivité au Cameroun. La région d'altitude de l'ouest est la principale zone de production de miel. L'objectif du présent travail est de faire le point de la situation et des perspectives d'avenir de l'apiculture.

## Matériel et méthodes

Entre avril 1998 et août 2000, des informations sur les caractéristiques socio-économique et technique de l'apiculture ont été collectées chez 39 apiculteurs de la région des hauts plateaux de l'ouest Cameroun (LN 3-5° et LE 8-20°) à l'aide d'interviews directes et d'un questionnaire structuré. Les données socio-économiques sont relatives à l'âge, au sexe, au niveau d'éducation, aux activités principales, à l'expérience, à la formation en apiculture et aux objectifs des apiculteurs.

Les données techniques ont principalement trait aux techniques apicoles: taille du rucher, type, installation et peuplement de ruches; conduite de l'apiculture; produits exploités; performances; estimation de l'économie de production; contraintes et perspectives de l'exploitation.

## Résultats: présentation, analyse et discussion

L'apiculture est essentiellement exercée par les hommes dans la région. Les femmes ne représentant que 3% des participants à l'enquête. En Afrique de l'Est, notamment en Ouganda et au Mozambique, les femmes sont plus nombreuses dans l'apiculture (1). Au Kenya, une part non négligeable des revenus monétaires des femmes provient de l'apiculture (2).

La représentation féminine bien que encore faible en apiculture au Cameroun, constitue néanmoins un progrès par rapport au passé et il y a lieu de penser que les facteurs tels que: l'utilisation des ruches à cadres mobiles relativement plus faciles à manipuler, l'emploi des tenues de protection et les efforts de vulgarisation, sont de nature à favoriser plus de vocation chez les femmes.

## 1. Données sociales

Le fait que la totalité des participants à l'enquête aient été à l'école est un atout dans l'optique de la vulgarisation et de l'adoption des techniques apicoles modernes. Pour ce qui est de leurs activités principales, les apiculteurs interviewés sont surtout des agriculteurs suivis en nombre par des personnes exerçant une activité libérale. Il est intéressant de remarquer que 16,3 et 5,4% des apiculteurs enquêtés sont respectivement des fonctionnaires et des collégiens, lycéens ou étudiants.

L'ancienneté des apiculteurs dans l'activité varie de moins d'un an à plus de 21 ans. Près de la moitié des apiculteurs a moins de 5 ans d'expérience alors que 32,4% ont une activité apicole de plus de 10 ans.

Plus de la moitié (52%) des apiculteurs a bénéficié d'une formation en apiculture. La commercialisation constitue l'objectif de la grande majorité des apiculteurs. En effet; 79,5% des enquêtés produisent exclusivement pour la vente. A l'inverse, les apiculteurs dont l'objectif de production est à double fin, vente et autoconsom-

mation ne sont que 17,2%; pendant que la production uniquement pour l'autoconsommation ne constitue que 3,3% des apiculteurs enquêtés.

## 2. Données techniques

### 2.1 Taille du rucher et types de ruchers

La taille du rucher mesure le nombre de ruches par apiculteur. Ainsi que le montre le tableau 1, la taille moyenne du rucher est de 42 variant entre 2 à 300 ruches par apiculteur.

**Tableau 1**  
Répartition des apiculteurs en fonction de la taille de leur rucher (nombre de ruches) dans les hautes terres de l'ouest Cameroun

Nombre de ruches	Fréquence (%)
2 – 10	31,6
11 – 30	36,18
31 – 50	10,5
51 – 80	7,9
101 – 200	2,6
201 – 300	5,3
Moyenne 42	14,3

**Tableau 2**  
Répartition des apiculteurs en fonction du type de ruches utilisé

Type de ruches	Fréquence apiculteurs (%)
Traditionnel	37,8
Amélioré	21,6
Mixte	40,6
Total	100,0

Ainsi qu'il ressort du tableau 2, deux types de ruches (traditionnelles et améliorées) tels que décrits par Prost (3) sont utilisés dans la région. Un plus grand nombre d'apiculteurs possèdent les deux types (40,6%), suivis de ceux qui n'utilisent que des ruches dites traditionnelles (37,8%) ou améliorées (21,6%).

**Tableau 3**  
Répartition des ruches en fonction de leur forme

Type	Ruches		
	Forme	Nombre	% Total
Traditionnel	Cylindrique	580	49,1
	Parallélépipède	10	1,0
	Autres	12	1,0
Amélioré	Cubique	95	8,0
	Rectangulaire Kenyanne	100 383	8,5 32,4
Total		1.180	100,0

Les ruches traditionnelles (ou ruches fixes) varient de par le matériel, leur forme et leur volume. Du point de vue matériel, elles sont en bambou, recouvertes ou non de gaine ou de feuilles de bananier ou de paille, en poterie, en terre, en bois; de par la forme, elles sont cylindriques, coniques, parallélépipédiques... et leur volume est compris entre 10- 40 litres.



Les ruches modernes à cadres mobiles, sont en bois et de forme cubique, rectangulaire ou trapézoïdale et de volume relativement élevé (30- 70 litres). Il faut cependant relever que le recours croissant aux ruches à cadres mobiles bien que potentiellement souhaitable, ne correspond pas encore, comme il apparaîtra ultérieurement, à un accroissement de la production et de la productivité, conséquence notamment de la non maîtrise de la précision de fabrication et d'utilisation.

## 2.2 Installation des ruches

La plupart des apiculteurs installent les ruches entre septembre et mars. Dans la zone de l'étude, janvier et mars correspondent à la période des cultures avec débroussaillage, très souvent avec brûlis, conduisant à la destruction des habitats des abeilles et leur essaimage. Une situation similaire est observée, mais pour des raisons différentes, entre septembre et décembre avec les fortes pluies augmentant l'humidité et la désertion des abeilles de leurs ruches ou de leurs habitats naturels. Ces deux périodes de mobilité des abeilles offrent les meilleures conditions pour la capture des essaims naturels.

### - Lieu d'installation des ruches

Les ruches sont installées au sol, sur arbre ou indifféremment à l'un ou l'autre de ces deux endroits respectivement par 43,3; 40 et 16,7% des apiculteurs. Le pourcentage relativement plus élevé des apiculteurs utilisant le support au sol pour installer les ruches peut être lié à l'adoption croissante des ruches à cadres mobiles. Mais le nombre d'apiculteurs qui continuent d'accrocher les ruches aux arbres reste élevé. L'intérêt de ce lieu d'installation s'explique par les raisons suivantes, selon les apiculteurs : a) éviter le vol et les feux de brousse, b) ne pas perturber les travaux champêtres et c) il semblerait qu'à ces hauteurs le pourcentage de remplissage ou de peuplement des ruches soit meilleur.

### - Orientation des ruches

Les critères d'orientation de l'entrée de la ruche (Tableau 4) font apparaître que plus de la moitié des apiculteurs orientent indifféremment leurs ruches. Les autres utilisent le coucher ou le lever du soleil et le sens du vent. Il est à relever que si ces données reflètent la réalité, un seul apiculteur oriente correctement (contre les grands vents et vers le lever du soleil) l'entrée de ses ruches.

**Tableau 4**  
**Caractéristiques techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest Cameroun**

Paramètres	Caractéristiques considérées %	Total apiculteurs
Lieux d'implantation de la ruche	Arbre	40,0
	Sol	43,3
	Arbre/sol	16,7
Orientation de l'entrée des ruches	Facteurs d'orientation	
	- Soleil	36,8
	- Vent	10,6
	- Indifférent	52,6
Appâts utilisés	- Cire	66,6
	- Huile de palme et sol	11,1
	- Vin de raphia	0,8
	- Autres	14,0
Taux de peuplement	Ruches améliorées	43,3
	Ruches traditionnelles	73,3
Récolte du miel	Critère de décision de la récolte	
	- Habitude (période)	98,0
	- Soupesage des ruches	65,0
	- Visite préalable	45,0
	- Comportement des abeilles	10,0
	Nombre de récoltes par an	
	- une	41,7
	- deux	50,0
	- trois	5,6
	- quatre	2,7
	Moment de la récolte	
- journée	28,6	
- nuit	60,0	
- jour et nuit	11,4	
Nature des produits du rucher exploité	- miel	100,0
	- cire	63,1
	- propolis	42,1
	- pollen	
Performance de la production de miel	Nombre de litres de miel/ruche	
	- 2-5	32,5
	- 6-10	38,0
	- 11-15	26,5
	- +18	3,0

### 2.3 Peuplement des ruches

- Les appâts: les apiculteurs utilisent une gamme très variée d'appâts (Tableau 4). La cire étant le plus employé.
- Taux de peuplement des ruches: pendant la période de l'étude, 1033 seulement des 1605 ruches possédaient une colonie soit un taux de peuplement de 64,4%. Ce taux de peuplement relativement faible s'explique par le fait que le remplissage des ruches est basé uniquement sur le hasard des essaimage naturels. L'essaimage artificiel ou le transvasement n'est pas pratiqué, du moins pour l'instant.

Lorsque l'on considère le type de ruche, il apparaît que pour les ruches de type traditionnel, le taux de peuplement est plus élevé (78,5%) comparé à celui des ruches modernes (43,3%). La supériorité du taux de peuplement pour les ruches traditionnelles pourrait s'expliquer par:

- les colonies sauvages y retrouvent des conditions plus proches de leur milieu naturel
- les ruches modernes nécessitent une précision de fabrication qui ne semble pas toujours prise en compte dans leur conception et leur réalisation. Elles sont souvent inadaptées aux exigences des abeilles. L'épaisseur de la paroi des ruches modernes ne garantit pas une stabilité acceptable de la température et de l'humidité à l'intérieur de la ruche, amenant l'abeille à beaucoup d'effort de conditionnement. Les trous d'envol sont souvent mal dimensionnés et mal orientés et le volume de l'habitat est parfois très élevé. Les corrections de ces facteurs pourraient améliorer les taux de peuplement des ruches modernes. En effet, seules les ruches améliorées fabriquées avec précision, permettent une gestion efficace à long terme des colonies. Ainsi, la plus vieille colonie recensée (20 ans d'âge) lors de l'étude est logée dans une ruche Dadant du Monastère de Koutaba.

### 2.4 Conduite de l'apiculture

Suivi du rucher: les opérations considérées sont: la protection contre les intempéries, le nourrissage, l'entretien des plantes mellifères et le suivi de l'évolution de la production. Une forte proportion (95%) des apiculteurs une fois la ruche placée ne s'en occupent plus qu'au moment de la récolte. Le nourrissage n'est pratiqué que par 5% des éleveurs et aucun entretien de plantes mellifères n'a lieu. Pourtant l'accroissement du nombre de ruches et de colonies, associé aux conditions géoclimatiques défavorables, pourrait bientôt rendre le nourrissage même partiel nécessaire.

Quoi qu'il en soit, l'absence de visite peut être à l'origine de nombreux problèmes rencontrés dans l'apiculture camerounaise et il va falloir tenir compte davantage des problèmes d'abeilles ayant des ennemis et des maladies qui doivent être combattus à temps.

Décision de récolte: la décision de récolter est déterminée par les critères résumés au tableau 4.

Il en ressort que, l'habitude, suivie en ordre croissant du soupage de la ruche et de la visite préalable de la ruche sont les critères les plus fréquemment utilisés; le comportement des abeilles est pris en compte par un nombre très limité d'apiculteurs.

### 2.5 La récolte

Période de récolte: la période de récolte telle qu'indiquée par les apiculteurs (Figure 2) se situe entre fin mars-juillet. Cette période suit le début des pluies qui déclenchent la grande miellée (caféiers, arbres fruitiers). La petite saison de récolte (juillet-août) suit la miellée liée aux plantes cultivées (maïs, haricot, Vernonia...).

Fréquence de récolte: une seule récolte par an est la pratique la plus fréquente. En effet; 8,3% seulement des apiculteurs de la région déclarent récolter deux fois par an. En fait, la fréquence de la récolte des ruches dépend des possibilités de miellées.

Moment de récolte: la récolte se fait la nuit pour 60% des apiculteurs. Ceux opérant dans la journée ou indifféremment aux deux moments représentent respectivement 28,6 et 11,4%.

La récolte du rucher de jour à l'heure où la majorité des butineuses sont au travail, est souhaitable de manière à avoir à faire à une population moins nombreuse présente dans la ruche. Toutefois, la récolte de nuit peut être conseillée dans le cas de colonies agressives et/ou lorsque les habitations sont proches.

Technique de récolte: Il ressort de l'étude que 4,8% des apiculteurs récoltent sans utilisation ni de fumée, ni de feu. Même si 32,4% des apiculteurs font traditionnelle-

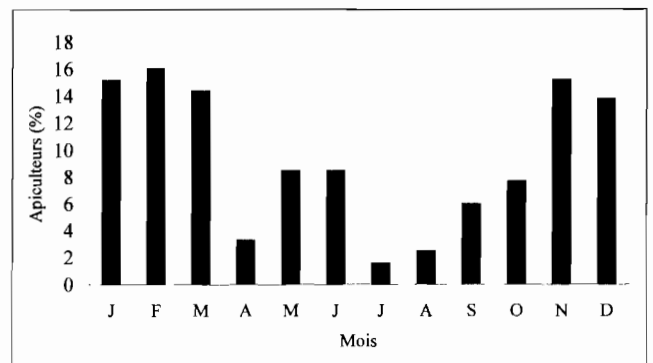


Figure 1: Répartition des apiculteurs en fonction des périodes favorables d'installation pour peuplement par des essaims naturels

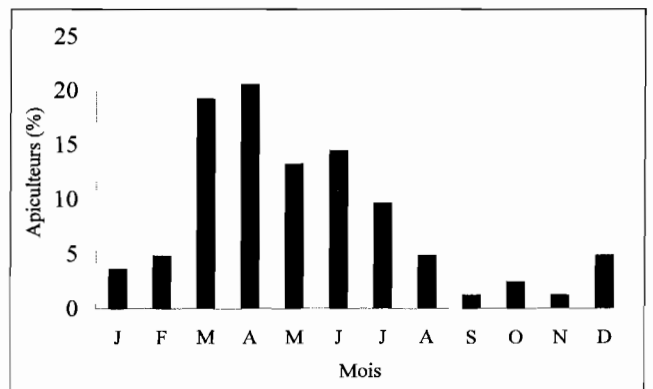


Figure 2: Répartition des apiculteurs en fonction des périodes de récolte du miel

ment usage du feu comme il est intéressant de relever que 62,8% des éleveurs se servent d'un enfumoir.

L'utilisation du feu, en plus du risque de détérioration de la qualité du miel, est surtout responsable de la destruction des colonies mais aussi de cas de feux de brousse aux conséquences parfois graves. L'utilisation de l'enfumoir est à encourager comme moyen de préserver l'environnement.

Certains apiculteurs (2%) disposent d'un extracteur qui permet de recueillir le miel, avec préservation de recyclage de rayon. Ce procédé augmente considérablement la productivité des ruches (3- 4 récoltes par an), mais son utilisation n'est rationnelle que si des ruches à cadres sont utilisées et surtout si un certain niveau de production est atteint.

### 3. Produits de la ruche exploités

Des sept produits possibles de l'élevage d'abeilles (Tableau 4), nos apiculteurs n'en exploitent pour l'instant que quatre soit dans l'ordre d'importance décroissant: le miel, la cire, la propolis et le pollen.

Conditionnement des produits de la ruche: la conservation du miel en rayon est pratiquée par 37% des apiculteurs, cependant tous filtrent le miel à travers un tissu, un panier ou un tamis approprié, après un broyage préalable des rayons. Le miel ainsi obtenu est commercialisé dans une grande diversité de récipients de récupération.

La propolis est conservée et vendue à l'état brut. Le pollen récolté est aussitôt consommé par la famille. La cire est extraite des vieux rayons par chauffage tel que décrit par Douhet (3) et Smith (6)

Performances de production de miel: la production annuelle de miel (Tableau 4) varie de 2 à plus de 18 litres avec une moyenne de 8,75 litres (12,25 kg) par colonie. La majorité des colonies (70,5%) produisent tout au plus 10 litres. La production moyenne par colonie, mentionnée plus haut est deux fois supérieure à celle indiquée pour les colonies d'Afrique (4).

### 4. Economie de l'apiculture

Ainsi qu'il ressort du tableau 5, le bénéfice brut peut varier du simple au triple selon que l'apiculteur utilise les ruches traditionnelles ou modernes.

En tenant compte de la moyenne des ruches par apiculteur qui est de 42 avec un taux de peuplement de 64%; soit 27 ruches pleines ou colonies, le bénéfice moyen de l'éleveur est de l'ordre de 283,5 à 290,3 et de 504,9 à 513 mille FCFA respectivement pour les ruches traditionnelles et modernes. Si les colonies sont travailleuses (deux récoltes par an), les bénéfices peuvent être encore plus importants.

En ramenant à un salaire mensuel, l'apiculteur moyen gagne 24 à 42,5 mille FCFA selon le type de ruche, ce qui est très supérieur au niveau moyen de salaire aussi bien du secteur privé que public et encore plus pour ce qui est du secteur agricole.

## 5. Contraintes et perspectives de l'apiculture dans les hautes terres

### 5.1 Contraintes

Les principales contraintes (Tableau 6) sont en ordre décroissant: les ennemis de l'abeille, les besoins d'encadrement technique, le manque de ressources financières, les feux de brousse, les vols, l'absence de marché et la pénurie de colonies.

Les ennemis d'abeille concernent surtout les insectes tels que les fourmis, les termites, les papillons de nuit (fausse teigne), les guêpes et d'autres animaux comme les reptiles, les batraciens, les écureuils...

La fausse teigne attaque 69% des ruches et mérite beaucoup d'attention. Il est intéressant de remarquer que très peu d'agriculteurs ont signalé des problèmes pathologiques.

Le vol est une contrainte puisqu'elle est évoquée par la moitié des éleveurs.

La commercialisation bien que mentionnée par 22% des éleveurs peut être considérée comme davantage associée à une mauvaise organisation du marché. En effet, la production du miel est actuellement bien inférieure à la demande, d'où les prix relativement élevés qui en font un produit de luxe et souvent frelaté.

**Tableau 5**  
Estimation de l'économie de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest Cameroun

Paramètres économiques	Ruches	
	Traditionnelles	Modernes
Coût d'achat de la ruche (FCFA)	2.500-3.000	10.000-13.000
Durée d'utilisation (ans)	2-3	10-15
Amortissement annuel/ruche (FCFA)	1.250-1.500	1.000-1.300
Production annuelle de miel (litres/ruche)	6	10
Vente de miel/ruche an (FCFA)	6 x 2.000	10 x 2.000
Bénéfice brut/ruche/an (FCFA)	10.750-10.500	19.000-18.700

**Tableau 6**  
Contraintes et perspectives de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest Cameroun

Contraintes	Fréquence % Total
Manque et/ou insuffisance de l'encadrement technique	66,6
Ennemis des abeilles	97,2
Maladies des abeilles	5,5
Problèmes financiers	61,1
Feux de brousse et vols	44,5
Manque de marché	22,2
Manque de colonies	22,2
Conflits apiculteurs/agriculteurs	19,4
<b>Perspectives</b>	
Continuer l'apiculture	100,0
Devenir professionnel	16,1
Vulgariser l'apiculture	74,3
Améliorer et accroître le nombre de ruches	90,3

## 5.2 Perspective de l'apiculture dans les hautes terres

La totalité des apiculteurs participant à l'enquête (Tableau 6) déclare vouloir continuer l'apiculture. Les améliorations envisagées sont dans l'ordre décroissant: améliorer et augmenter la taille des ruches, vulgariser l'apiculture, accéder au petit crédit et devenir professionnel.

Une plus grande maîtrise de techniques modernes passe par la sélection des colonies, la reproduction des reines, l'essaimage artificiel, l'utilisation des ruches modernes et le nourrissage.

Le besoin élevé en matière de formation devrait faire l'objet de beaucoup d'attention dans les programmes de formation. Les besoins financiers des apicultures sont surtout destinés à l'augmentation du nombre des ruches. Cependant, il nous semble que le seul accroissement de la taille des ruchers sans amélioration conséquente de la technicité des éleveurs peut à l'inverse conduire à une baisse de la production. En effet, 22 % des apiculteurs évoquent le faible taux de peuplement des ruches. D'où la nécessité d'envisager au préalable les techniques de multiplication des colonies.

Le conflit apiculteur - agriculteur risque de s'accroître à l'avenir avec la croissance démographique et il serait souhaitable d'anticiper une législation en matière d'apiculture.

Quoi qu'il en soit l'avenir de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest Cameroun dépend des contraintes actuelles et à venir, de la disponibilité des apiculteurs à améliorer leur productivité et de l'évolution du marché des produits de la ruche. Le tableau 6 résume les déclarations des apiculteurs.

## Conclusion

L'étude a fait ressortir les principales caractéristiques socio-économiques, les techniques, les contraintes et

les perspectives de l'apiculture dans la zone des hautes terres de l'ouest Cameroun.

Il est apparu que l'apiculture, malgré une timide apparition des femmes, reste une activité des hommes, pour la plupart éduqués avec une expérience de plusieurs années déjà.

Bien qu'étant une activité secondaire, l'objectif de l'apiculture reste la production et la vente de miel.

La taille des ruchers n'est pas négligeable, atteignant plusieurs centaines de ruches dans certains cas. Les ruches dites traditionnelles sont encore les plus utilisées. Mais beaucoup d'apiculteurs recourent déjà aux ruches dites modernes à cadres mobiles. Cependant, il existe des insuffisances liées au non respect des normes de précision dans la fabrication et l'exploitation de celles-ci.

Les périodes de pose de ruches et de récolte de miel sont influencées par le rythme de floraison des plantes mellifères et le calendrier agricole.

Le niveau de production de miel pour les ruches traditionnelles est comparable aux données de la littérature rapportées pour les autres zones d'Afrique. Les ruches à cadres mobiles ont un niveau de production supérieur, mais très inférieur aux chiffres indiqués pour l'Europe.

Les principales contraintes de l'apiculture de la zone sont d'ordre biologique (notamment la fausse teigne), technique, sociologique (vols) et financier (accès au crédit).

Les actions d'amélioration devraient porter sur: la formation des apiculteurs. L'accroissement de la production et de la productivité dépendra certainement de la maîtrise des techniques modernes et certainement la production artificielle des reines doit être envisagée. Le niveau d'éducation et de motivation des apiculteurs offrent les bases d'une bonne perspective.

## Références bibliographiques

1. Apiculture et développement, 1995. Le journal pour une apiculture durable. 44: 3.
2. Borje S., 1991. Bees and Trees – Swedish University of agricultural Sciences – SUU info Report.
3. Douhet M., 1979. L'Apiculture en R.C.A. · Situation et perspectives – Maisson Albert – I.E.M.V.T. 70 p.
4. Echos du Cota. 1994. n°5
5. Prost J.P., 1979. L'apiculture, (5<sup>e</sup> éd.) , Baillière, J-P., Paris.
6. Smith F.G., 1965. Beekeeping in the Tropics – Bristol Western Printing Sens Os.

J. Tchoumboue, Camerounais, Agrégé de Méd. Vét., Professeur, Chef de Département des productions animales-FASA, Université de Dschang - Cameroun  
I. R. Tchouamo, Camerounais, PhD en sociologie et vulgarisation rurale, Chargé de cours au département de sociologie rurale; FASA. Université de Dschang-Cameroun

J.Y. Pinta. Camerounais, Docteur es. sc. botanique. Chef de département de biologie végétale, Faculté des Sciences, Université de Dschang – Cameroun

Mambou Nicaise Njia, Camerounaise, Ingénieur agro-zootecniennne, Ministère de l'Agriculture, Yaoundé – Cameroun

# Effect of Feeding Frequency on the Growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Earthen Ponds

V. Pouomogne\* & D. Ombredane\*\*

Keywords: Feeding frequency- Nile tilapia- *Oreochromis niloticus*

## Summary

Duplicate groups of Nile tilapia fingerlings (30.9 g) were fed at three different frequencies, i.e. 2, 3 and 6 meals a day, in six 400 m<sup>2</sup> earthen ponds. Fish stocked at 22.4 g/m<sup>2</sup> (about 60 ind./are) was thus fed an experimental diet containing 25% protein from vegetal origin. The feed was daily distributed, by hand, at equal time intervals between 8 a.m. and 3 p.m. After fifteen weeks trials, significantly ( $p < 0.05$ ) best growth was obtained in the 6 times a day treatment (daily growth rate 1.3 g/day, as compared to 0.9 g/day for each of the two other treatments). It could be noticed that increase in the feeding frequency was associated with increase in growth rate and decrease in FGR (from 1.6 to 1.3). In term of fish production, there was an estimated extra tilapia production of 8.7 kg/are/year with the 6 times a day frequency, comparatively to the two other treatments. In an environment where labour is not actually limiting, the study suggests that Nile tilapia in production ponds should be fed six times a day.

## Résumé

### Influence de la fréquence de rationnement sur la croissance du tilapia (*Oreochromis niloticus*) en étang

Six lots de juvéniles du tilapia *Oreochromis niloticus* (39 g de poids moyen initial) ont été soumis, en duplicats stochastiques, à 3 fréquences d'alimentation quotidienne : 2 repas, 3 repas et 6 repas par jour. Les poissons étaient stockés dans des étangs de terre de 400 m<sup>2</sup>, à une biomasse de 22,4 g/m<sup>2</sup> (soit environ 60 individus/are). L'aliment composé contenait 25% de protéines de sources exclusivement végétales. La distribution était réalisée tous les jours à la main, à intervalles de temps égaux entre 8 heures et 15 heures. Après 15 semaines d'élevage, les poissons recevant six repas par jour grandissaient significativement plus vite ( $p < 0,05$ ). L'augmentation de la fréquence journalière d'alimentation s'est en général traduite non seulement par une croissance plus élevée des poissons (gain individuel journalier variant de 0,9 à 1,3 g/jour), mais aussi par une amélioration du taux de conversion de l'aliment (de 1,6 à 1,3). En nourrissant les tilapias six fois par jour plutôt que deux ou trois fois, un supplément de productivité piscicole estimé à 8,7 kg/are/an a pu être enregistré. En conséquence, dans une situation de main-d'œuvre compétitive par rapport au prix de vente ultérieur du poisson produit, l'étude recommande de nourrir le tilapia en étang de production au moins six fois par jour.

## Introduction

An important portion of the total production cost in tilapia farming in the tropics is constituted by supplemental feeding (9). Many studies have therefore been conducted on the use of alternate and local available by-products in fish feed (20), as on the effect of feeding level on fish growth (5, 16). Practical formulas and feeding charts derived from these studies were adopted and are broadly utilized today by tilapia farmers (24). Yet, how many time to distribute the daily regime, precisely to warm-water species where need of reliable practical data for improving the profitability of farm is higher, still remains insufficiently studied. In salmonids, the physiology of the digestive track only authorizes slow metabo-

lism, so that increasing the number of meals above two times a day does not result in higher fish growth (7, 8, 14, 25, 27). On the other hand, herbivorous fish species with relatively small stomach and long intestine such as tilapias have this tendency in the wild to feed more or less continuously during the day (18). In addition, the optimum feeding frequency may depend on fish size and water temperature (4). Many scientists have investigated on feeding frequency in tilapias. Macintosh and De Silva (15) recommend feeding tilapia fry at least 8 times, and adults 4 times a day. Melard (17) suggests 9 times a day for the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, of 80 to 100 g size and 6 times for 240 to 300 g size. Rel-

\* Fishculture Research Unit, P. O. Box 139 Foumban, Cameroon, C/o Fax +237 48 25 05

\*\*ENSAR Zoologie, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex, France

Received on 05. 11. 99 and accepted for publication on 18. 04. 00

actively to water temperature, young tilapia (< 100 g) shall be fed 4 or more times a day at 24°C, and one time only at 16°C (13). Definitely, in normal temperature conditions, tilapia should be fed frequent small meals, as stipulated by Jauncey and Ross (10). This may either need automatic feeders, which use is difficult to implement in most developing countries, or may be of very high labor cost, which therefore requires better optimisation. In addition, many of the above reported data are derived from experiments conducted in intensive rearing infrastructures such as aquaria and raceways. The present investigation was carried out at the Fouban Fishculture Research Station (Cameroon) to supply more *in situ* information on the feeding frequency of Nile tilapia reared in an earthen pond environment.

## Material and methods

### Ponds

Six earthen ponds were used in the study (size: 360 to 410 m<sup>2</sup>, mean depth: 0.8 m near the outlet and 1.4 m near the drain pipe). They were individually supplied by gravity from the surface water of an upstream reservoir. Pond bottoms were exposed to sun for five weeks; cleaning and quicklime application (125 kg/ha) were performed to eradicate parasites. Ponds were then refilled, with water passing through sieves attached to the inlet pipes to prevent the entrance of wild fish.

### Fish

The fish used in this study was obtained from the spawning of *Oreochromis niloticus* broodstock available at the station. At the beginning of the experiment, six ponds were stocked with hand-sexed all-male juveniles averaging 39.3 ± 1.1 g, at a density of 0.57 fish/m<sup>2</sup>. This low biomass is based on past experiments in similar nutritional conditions, expecting a relatively satisfactory average final sizes of fish (21, 23). Sexing was performed by visual appreciation of the urogenital opening of each fish (2, 13).

### Diet and experimental procedures

The experimental diet contained 27.5% crude protein (N\* 6.25, AOAC, 1975), all from vegetal origin (Table 1). The formulation of this diet has taken into account the nutritional requirements of tilapias (20), while exploiting relatively cheap agro-industrial by-products available in Cameroon (23), and the natural productivity of the experimental ponds used in the study as quantified by Pouomogne (21). Dried ingredients were ground, mixed and sacked (50 kg bags) by a local feed manufacturer (Société des Provenderies du Cameroun, Bafoussam). The experimental diet was randomly assigned to duplicate sets of ponds according to the following feeding frequencies: (i) 2 meals a day, respectively at 8 a. m. and at 2.30 p. m. (treatment T1); (ii) 3 meals a day, at 8.15 a. m., 11.30 a. m., and 2.45 p. m. (treatment T2); (iii) 6 meals a day, at 8.30 a. m., 9.45 a. m., 11 a. m., 0.15 p. m., 2.00 p. m. and 3 p. m. (treatment T3). Daily amount of feed was modified from Marek's feeding table (16). A prior study under environmental conditions similar to the one of this trial showed this amount was close to optimum (22). The corresponding ration for each pond was subsequently divided into equal meals

according to the experimental frequency. Each meal was distributed by hand, inside a floating wooden-made frame fitted in the ponds. The trial lasted for 109 days, sampling being done at 3-week intervals and the amount of diet fed was adjusted accordingly. At the end of the trial, all fish were counted and weighed. In addition, individual weights and total lengths were reordered for a sample of 60 fish per pond.

**Table 1**  
**Composition of the experimental diet (% of dry matter)**

Ingredients	%
Rice bran	3
Cotton oilcake	18
Soybean meal	1
Brewery draff	16
Peanut oilcake	15
Palm kernel meal	1
Vitamin and mineral premix (1)	2
Lysine	0.5
Limestone (CaCO <sub>3</sub> )	0.5
Total	100
Proximate analyses (Dry matter basis)	
Crude protein (%)	27.5
Crude fat (%)	12.8
Ash (%)	13.6
Gross energy (kJ/g)	18.1

(1) Provided by a local animal feed manufacturer and said to contain per kilogram: 27 g calcium, 10 g phosphorus, 6 g iron, 3.5 g zinc, 2.4 g manganese, 600 mg copper, 20 mg iodine, 26 mg cobalt, 4 mg selenium, 45000 IU vitamin A, 14000 IU vitamin D, 90 mg vitamin E, 18 mg vitamin K, 16 mg vitamin B12, 113 mg pantothenic acid, 27 mg riboflavin.

### Water sampling; chemical analysis

Water quality parameters were recorded regularly (Hach test kit model FF-2). Temperature in particular was daily monitored between 1 to 2 p. m. at 20 cm deep. At the start of the trial, these parameters were as follows: temperature 26.5°C; pH 6.8; dissolved oxygen 5 mg/l; total hardness less than 20 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Moisture (24 h oven, 105°C), crude protein (Kjeldahl method), crude fat (ether extracted), ash level (24 h furnace, 550°C) and gross energy content (adiabatic bomb calorimeter, gallenkamp CB 100) of the experimental diet were determined according to AOAC standard methods (1).

### Calculations and statistical analysis

Growth and feed utilization parameters were computed. Datas were subjected to Analysis of Variance, and Duncan's Multi-Range Test was used to evaluate specific differences between the treatments means, after verification of the normal distribution of individual sizes within each group of fish (26). The calculations were performed using the SAS statistical package.

## Results and discussion

### Water quality

Recorded temperatures varied from 26 to 28°C, dissolved oxygen from 3 to 8 mg/l, and pH from 6.0 to 6.9; no significant correlation was observed with the applied

treatments. Referring to the data reported by Balarin and Hatton (2), water temperature and dissolved oxygen remained within the optimum gaps for tilapias, while pH were sub-optimal.

### Growth

Fish fed 6 meals a day grew significantly ( $p < 0.05$ ) more than those receiving 2 or 3 meals a day for the whole duration of the experiment (Figure 1).

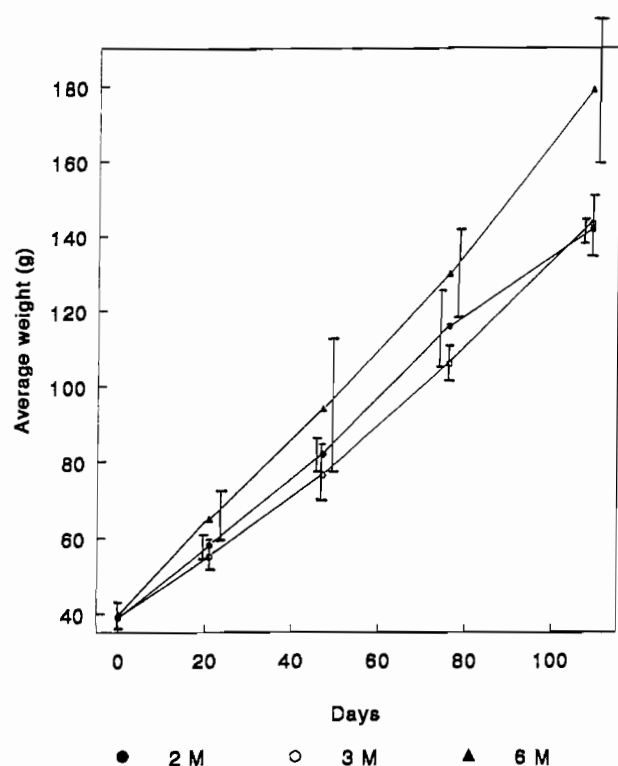


Figure 1: Growth of *Oreochromis niloticus* fed at different feeding frequencies. (2M, 3M and 6M equal to 2, 3 and 6 meals a day, respectively).

Average final body weight, daily growth rate and daily growth coefficient (6) of fish fed the 6 times per day treatment were significantly higher ( $p < 0.05$ ) than those receiving 2 and 3 meals. These parameters varied from 142 g to 179 g, 0.9 to 1.3 g/day, and 1.7 to 2.0 %/day for 2 meals and 6 meals, respectively (Table 2).

Increasing the frequency of feeding tilapia in ponds thus generates significantly better fish growth. Similar observations were reported by earlier scientists in aquaria and raceways [15, 17, 28, and 12 cited by NRC (20)].

### Feed consumption and feed conversion efficiency

Fish fed actively for the whole duration of the experiment. The average consumption was 15.8 g dry matter feed/kg of body weight/day (g DM/kg BW/day), with no significant difference ( $p > 0.05$ ) between the treatments (Table 2). Feed gain rates varied significantly ( $p < 0.05$ ) from 1.3 (6 meals a day) to 1.6 (2 meals a day) and protein efficiency ratios from 2.3 (2 meals) to 2.8 (6 meals). It is interesting to note that the amount of feed con-

sumed by the fish does not significantly change whether the number of meals per day is two or six. On the other hand, the inverse relation between the frequency of feeding and the feed gain rate confirms many previous works on the subject (3, 11, 28). An evaluation of nutrients retention efficiencies could not, unfortunately, be performed in our experiment. However, the study conducted by Tung and Shiao (28) may help us to better understand our own results. While feeding hybrid tilapia fingerlings (7 g) 6 meals a day rather than 2 meals, these authors registered a higher activity of phosphofructokinase (PFK) and 6-phosphogluconate dehydrogenase (6PGD), and an improvement in the nutrients retention.

**Table 2**  
Growth performance and feed utilization parameters for male *Oreochromis niloticus* fed the 3 experimental feeding frequencies for 109 days

Parameters	Treatments			
	2 meals	3 meals	6 meals	EMS
Average initial weight (g)	39.2	39.0	39.8	-
Average final weight (g)	141.7a	143.2a	179.2b	26.2
Daily Growth Rate (g/day)	0.9a	0.9a	1.3t	0.02
Specific growth rate, SGR (%/day)	1.2a	1.2a	1.4t	0.01
Daily Growth Coefficient DGC (%/day)	1.7a	1.7a	2.0t	0.03
Feed Intake C (g DM/kg BW/day)	16.6	15.7a	15.1a	3.5
Food conversion rate FCR	1.6t	1.5t	1.3a	0.02
Protein efficiency ratio PER	2.3a	2.4a	2.8t	0.05

DGR =  $(W_f - W_i) / \text{growth period}$

SGR =  $100 (\ln W_f - \ln W_i) / \text{growth period}$

DGC =  $100 (W_f^{1/3} - W_i^{1/3}) / \text{growth period}$

C, expressed as dry matter feed consumed (DM), per kg of live body weight of fish (BW), per day

FCR = Dry food intake/weight gain

PER = Weight gain/protein intake

\*EMS = Error mean square of the Analysis of Variance; figures in each line having different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) from each other. Means of duplicates are reported.

### Conclusion

To conclude, our experiment demonstrates the positive effect of increasing the number of meals on the growth and feed utilization in adult tilapias. As a consequence, assuming that the cost of labour is not usually the limiting factor in most developing countries where semi-intensive pond fish farming is practised, 6 meals a day can be recommended for tilapia weighing from 40 to 180 g as revealed by the study. In short, even in production ponds, tilapia shall be fed small frequent meals, and further investigations should better focus on feeding schedule. The mixed system developed by Nandeesha *et al.* (19) for carp culture could be, for instance, tested in adult tilapias. This technique consists in feeding the fish alternatively 2 to 3 days with an economic diet followed by a more equilibrated compounded pellet the 2 to 3 following days.

## Literature

1. AOAC, 1990. Official methods of the analysis of the AOAC. 15<sup>th</sup> edition. Association of Agricultural Chemists, Washington, DC. Vol. 1 and 2, 1298 p.
2. Balarin J.D. & Hatton J.P., 1979. Tilapia: a guide to their biology and culture in Africa. University of Stirling, Stirling, Scotland, 174 p.
3. Bocek A., Phelps R.P. & Popma T.J., 1992. Effect of feeding frequency on sex-reversal and on growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. J. Appl. Aquac., 1(3): 97-103
4. Bowen S.H., 1982. Feeding, digestion and growth. Qualitative considerations, pp. 141-156. In: Pullin R.S.V. & Lowe McConnell (eds). The biology and culture of tilapias. ICLARM conference proceedings 7. ICLARM, Manila, Philippines. 434 p.
5. Campbell D., 1985. Large scale cage farming of *Sarotherodon niloticus*. Aquaculture, 48: 57-69.
6. Cho C.Y., 1990. Fish nutrition, feeds and feeding: special emphasis on salmonid aquaculture. Food Rev. Int., 6: 333-357.
7. Fauconneau B. & Luquet P., 1984. Influence de la fréquence de distribution des protéines sur la croissance et l'efficacité alimentaire chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.). Ann. Zootech., 33(2): 245-254.
8. Gryton B.D. & Beamish F.W.H., 1977. Effects of feeding frequency on food intake, growth and body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Aquaculture, 11: 159-172.
9. Hephher B., 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Great Britain. 333 p.
10. Jauncey K. & Ross B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Unit of aquatic pathobiology. University of Stirling, Stirling, Scotland. 111 p.
11. Kayano Y., Yao S., Yamamoto S. & Nakagawa H., 1993. Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. Aquaculture, 110: 271-278.
12. Kubaryk J.M., 1980. Effect of diet, feeding schedule, and sex on food consumption, growth and retention of protein and energy by tilapia. Ph.D dissertation. Auburn University, Auburn, Alabama. Number of pages not explicited in the original source, NRC (20), pages 57-58.
13. Lazard J., Morissens P., Parel P., Aglinglo C., Ali I. & Roche P., 1990. Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique. Ed. CTFT, Nogent/Marne, France, 82 p.
14. Luquet P., Renou P. & Kaushik S.J., 1981. Effects of frequency of feeding and weekly fast on the growth of rainbow trout. J. Ann. Zootech. (Paris), 30: 411-424.
15. Macintosh D.J. & De Silva S.S., 1984. The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* female x *O. aureus* male hybrids reared in a closed circulated system. Aquaculture, 41: 345-358.
16. Marek M., 1975. Revision of supplementary feeding table for pond fish. Bamidgeh, 27(3): 57-64.
17. Mélard C., 1987. Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. Cahiers d'éthologie appliquée, 6(3). 224 p.
18. Moriarty D.J.W. & Moriarty C.M., 1973. The assimilation of carbon from phytoplankton by two herbivorous cichlid fishes: *Tilapia niloticus* and *Haplochromis nigripinnis*. J. Zool. (London), 171: 41-45.
19. Nandeesh M.C., De Silva S.S. & Krishnamurthy D., 1991. Evaluation of mixed feeding schedules in two indian major carps catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*). pp. 753-765. In Kaushik S.J. and Luquet P. (eds), 1993. Fish nutrition in practice. Proceedings of the IV<sup>th</sup> ISFNF, INRA Saint Pée-sur-Nivelle, France. Les Colloques de l'INRA 61, 972 p.
20. NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. Washington D.C., National Academy Press. 114 p.
21. Pouomogne V., 1993. Growth response of *Oreochromis niloticus* to cow manure and supplemental feed in earthen ponds. Rev. Hydr. Trop., 26(2): 153-160.
22. Pouomogne V. & Mbongblang J., 1993. Effect of feeding rate on growth of *Oreochromis niloticus* in earthen ponds. Bamidgeh, 42(4): 147-153
23. Pouomogne V., 1994. Alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en étang: Evaluation du potentiel d'utilisation de quelques sous-produits de l'industrie agro-alimentaire et modalités d'apport des aliments. Thèse de Doctorat d'Haliéutique. ENSA de Rennes, France, Editée par CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort. 138 p.
24. Pouomogne V., Nana J.P. & Pouomogne J.B., 1998. Principes de Pisciculture appliqués en milieu tropical africain. Comment produire du poisson à coût modéré (des exemples du Cameroun). CEPID/Coopération Française, Yaoundé. Editée par Presses Universitaires d'Afrique (PUA), Yaoundé. 236 p.
25. Singh R.P. & Srivastava A.K., 1984. Effect of feeding frequency on the growth, consumption and gross conversion efficiency in the silurid catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). Bamidgeh, 36: 80-91.
26. Snedecor G.W. & Cochran W.G., 1957. Méthodes statistiques. 6<sup>ème</sup> édition traduite en 1971, FNDA, Paris 12. 649 p.
27. Tsevis N., Klaoudatos S. & Conides A., 1992. Food conversion budget in sea bass, *Dacentrarchus labrax*, fingerlings under two different frequency patterns. Aquaculture, 101: 293-304.
28. Tung P.H. & Shiau S.Y., 1991. Effects of meal frequency on growth performance of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, fed at different carbohydrate diets. Aquaculture, 92: 343-350.

V. Pouomogne, Cameroonian, Ingénieur Forestier, Docteur es Sciences (Haliéutique), Senior Research Officer, Institute of Agricultural Research for Development, Cameroon

D. Ombredane, French, Ingénieur Haliéutique, Docteur es Sciences (Hydrobiologie), Associate Professor, Zoology Chair, National Advanced School of Agriculture, Rennes, France



# Studies on Dairy Cattle Reproduction Performances in Morocco Based on Analysis of Artificial Insemination Data

M.T. Sraïri<sup>1</sup> & Y. Farit<sup>2</sup>

Keywords: Artificial insemination – Cattle – Dairy production – Conception rate – Morocco

## Summary

The main objective of this study is to assess dairy cattle reproduction performances from artificial insemination (AI) database, using inseminators' records from 1992 to 1998, in three AI circuits established in Settat province in Morocco. Simultaneously, a field survey was conducted in the same region, from January to April 1999, to determine main structural parameters of dairy farms which influence AI. Data set analysis has shown an increase in total number of AI performed from an average of 160 to 640 per circuit. Average conception rate was 48.1%, with a continuous increase from 44.3 to 58.6%, despite growing number of performed AI. Statistical analysis reveal a significant variation of conception rate between years, in agreement with previous works on cattle reproduction performances in harsh conditions. Mean calving interval was 404.8 days. It was significantly different between circuits ( $P < 0.05$ ). This result was explained by AI history in the three circuits (date of implementation) and by their structural characteristics (number of cows and length in km). The overall improvement of AI activity (more AI performed and better conception rate) could be explained by a greater inseminators' adaptation to their working environment, combined to the progressive elimination of farms with poor dairy cattle reproduction management. This trend was confirmed by discriminant analysis of field survey results, as cattle breeders with real specialisation in milk production (more than 65% of total land devoted to forages and few sheep) have been found to be fervent AI demanders, whereas farms with more interest in cereals and sheep often stop AI. Those observations show that a continuous AI programs evaluation is urgent, in order to select dairy breeders which are really interested in that technique and to avoid the dissipation of the inseminators limited time and resources.

## Résumé

### Etude des performances de reproduction des bovins laitiers au Maroc à partir des données de l'insémination artificielle

L'objectif de ce travail a consisté en l'établissement d'un diagnostic de la reproduction des bovins laitiers à partir des informations collectées par les inséminateurs dans trois circuits établis dans la province de Settat, au Maroc, de 1992 à 1998. En parallèle, l'attitude des éleveurs de la même région vis-à-vis de l'organisation de l'insémination artificielle (IA) a été détaillée, moyennant une série d'enquêtes de terrain de janvier à avril 1999. L'analyse de la base de données a montré un accroissement de l'activité par circuit, qui a atteint plus de 640 actes en 1998 contre 160 en 1992. Le pourcentage moyen de réussite de l'insémination est de 48,1%. Il a connu un accroissement continu de 44,3 à 58,6%, en dépit de l'augmentation du nombre d'actes. Les analyses statistiques ont montré que le pourcentage moyen de réussite de l'insémination était significativement affecté par l'effet des années, en accord avec d'autres observations dans des milieux d'élevage dominés par l'aléa climatique. Par ailleurs, l'intervalle moyen entre vêlage était de 404,8 jours; et il était significativement différent selon les circuits ( $P < 0,05$ ). Ce résultat est dû à la chronologie de l'implantation de l'IA dans les trois circuits et aux variables structurelles qui les composent (nombre de vaches et surtout longueur en km). Globalement, l'amélioration des prestations des inséminateurs (plus d'actes avec une meilleure réussite) est expliquée par leur adaptation à leur environnement de travail, après plus de cinq années de démarrage de l'IA, tout comme il témoigne de l'exclusion progressive par les inséminateurs des éleveurs peu impliqués dans la gestion de la reproduction de leurs vaches. Ceci a d'ailleurs été confirmé par l'analyse factorielle discriminante des résultats de l'enquête de terrain. En effet, les éleveurs réellement impliqués dans la production de lait, avec peu d'ovins et plus de 65% de la Superficie Agricole Utile (SAU) consacrés aux fourrages sont les plus touchés par les services d'IA, tandis que les exploitations agricoles plus investies dans l'élevage ovin ont tendance à arrêter la pratique de l'IA. Ces observations plaident pour une évaluation continue de l'IA, afin de n'en faire bénéficier que les éleveurs réellement demandeurs et de ne pas dissiper les moyens déjà limités des inséminateurs.

<sup>1</sup> Animal Production Department, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, P.O. Box 6202, Rabat, Morocco. E-mail : msrairi@hotmail.com

<sup>2</sup> Société Cicalim, Casablanca, Morocco.

Received on 15.12.00 and accepted for publication on 14.05.01

## Introduction

In Morocco, dairy cattle are an important part of the country's agricultural policy as they represent a means of developing smallholders farms by creating wealth and labour (9). Hence, an important plan to enhance dairy production has been launched at the beginning of the seventies. It aimed self sufficiency in milk products by the year 2000, through a panel of economic and technical state interventions. In the field of animal breeding, intensive imports of dairy cows and artificial insemination (AI) were retained as the major tools to develop a nucleus of dairy cows adapted to local conditions and to improve dairy potential of local breeds (6). Thirty years after the launching of this dairy plan, milk production has yet achieved a remarkable growth from 457 million litres to 1.1 billion litres in 1999, but this is still far from original expectations (8). This could be an explanation for the stagnation of productivity levels these late years, combined to more acute drought which affected the country (2). Meanwhile, like in many other underdeveloped countries, milk productivity of dairy exotic cows and their crosses remains weak (12). Moreover, farmers show few enthusiasm to adopt these strains of cows, even when free AI services are offered by government agents (5). Therefore AI is not evaluated, as field data are available but rarely used for any purpose.

Thus, the aim of the present work is to study the reproduction performances of dairy cattle herds in three Moroccan AI circuits, by analysing their data from 1992 to 1998, and to assess relationship between AI practice effectiveness and structural parameters of dairy farms, through field surveys.

## Material and methods

Raw data were collected from inseminators monthly reports from January 1992 till December 1998 in three AI circuits situated in the Settat province, 60 km south of the city of Casablanca.

They were encoded in order to create a data set which included herds' identification, insemination and calving dates, and dates of pregnancy control.

The AI activity in three circuits began at different years, due to progressive implication of technical agents in the province. In the first circuit (Jacma, 120 km long, 1538 cows) it started in 1992, while in the second one (Trifia, 80 km long, 1350 cows) it was enhanced in 1994. In the last circuit (Berrechid, 100 km long, 1078 cows) it was introduced in 1995. Many developments of AI activity occurred since those dates and they are described in this paper.

Data permitted to determine parameters related to AI practice at the scale of the region, such as the numbers of inseminations per year, the conception rate for an insemination and the percentage of cows necessitating more than three inseminations to be effectively pregnant. They were also used to determine calving interval as it represents the most important parameter to evaluate dairy cattle reproduction.

Results were submitted to analysis of variance using the General Linear Models (GLM) procedure of the SAS (13) in order to understand whether reproduction performances were influenced by AI circuit or by years.

The statistical linear model was as follows:

$$M_{ijk} = M + C_i + Y_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

$M_{ijk}$  = mean for observation k

M = general mean

$C_i$  = circuit effect

$Y_j$  = year effect

$AB_{ij}$  = interaction (circuit x year) effect

$E_{ijk}$  = residual error

Another goal of this study was to assess whether AI performances were linked to structural parameters of dairy farms. This is why a field survey was conducted in the same regions, and it has covered 108 farms, of which 72 still practice AI and 36 have stopped it. Results were submitted to a multivariate analysis by the means of a factorial discriminant method. The SAS DISCRIM procedure (13) was used to identify the relationship between AI indicators and structural characteristics of dairy farms.

## Results and discussion

### A) Variations of AI records, non return rates and calving interval

The analysis of the structure of data set showed that average inseminations per circuit in 1998 is 646. This is better than average results found in Africa and Asia (respectively 443 et 543 AI) reported by Chupin and Thibier (5). However those figures are far from mean results at the Moroccan level where 1272 inseminations are accomplished per circuit per year (1). A progressive increase in the level of accomplished AI per year has occurred in the three circuits (Table 1), and it indicates that AI is progressively getting adopted at local level.

**Table 1**  
Annual AI realisations per circuit from 1992 to 1998

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Jacma	161	350	467	494	541	837	913
Trifia	-	-	234	229	525	507	566
Berrechid	-	-	-	405	382	380	458
Average per circuit per year	161	350	351	376	483	574	645

**Table 2**  
AI conception rate and number of services per year

Circuit	1995	1996	1997	1998
Jacma				
AI services	494	541	837	913
Non return rate (%)	48.8	50.4	43.9	47.7
Trifia				
AI services	229	525	507	566
Non return rate (%)	41.4	45.2	48.0	55.5
Berrechid				
AI services	405	382	380	458
Non return rate (%)	40.4	35.4	61.3	62.3
Average non return rate (%)	44.3	43.2	54.7	58.6

The analysis of AI effectiveness shows an average conception rate of 48.1%, on a total of 6237 inseminations

(Table 2). This is quite poor result compared to recommendations by Enjalbert (7), who considers that there might be herd infertility when conception rate is under 60%. But because of the hot and arid conditions which prevail in the region, these are acceptable results as pointed out by Thatcher and Collier (17), who found a conception rate of 47% in tropical conditions of Florida. These results also reveal a continuous increase in conception rate from 1995 to 1998, as it has passed from 44.3 to 58.6%. While considering circuit per circuit, quite a similar pattern is observed (Figure 1), which can be attributed to regular improvement of inseminators adaptation to their working environment combined to better AI adoption by breeders.

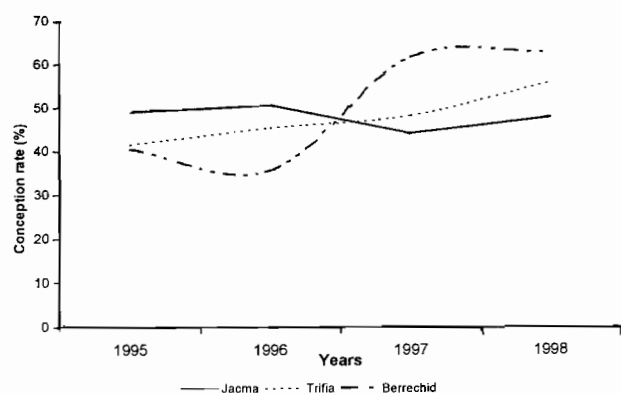


Figure 1: Annual evolution of AI conception rate in the three circuits

On the other hand, data were used to determine the number of cows necessitating more than three inseminations to get effectively pregnant. This ratio has varied from 2.39% in 1992 to 7.10% in 1994 (Table 3). The analysis of variance for that reproduction parameter revealed no statistical differences among circuits ( $P=0.733$ ). However, there was a significant effect between years ( $P=0.017$ ). Such annual variations of dairy cattle reproduction performances have been reported in previous studies in Morocco (14) and they can be explained by direct effects of annual climatic phenomena on cattle (i.e. heat stress) and by their indirect affections on forage production. These observations are much more frequent in semi-arid and harsh conditions (4), like those in the Settat province (average rainfall less than 250 mm from 1990 till 2000).

Results also show that average of cows necessitating more than three AI to be pregnant is less than 7.1% in the worst situation. This would indicate an improvement of the conception rate at the second and third AI, in comparison to the first one. At this stage, these results are also in agreement with biological norms for a successful reproduction in dairy herds (4). However, a more precise analysis to inseminators' monthly reports combined with field surveys show that breeders often refuse to call the inseminator for repeat breeding cows, as they prefer to mate them with their own bulls. This way of proceeding is very common in Moroccan herd, as AI is still slowly adopted by breeders, and some still suspect it to be less efficient than natural mating (15).

Average calving interval was  $404.8 \pm 76.7$  days. There were no differences among years, but it varied significantly from a circuit to another (Table 4). This mean

value is very close to the one found in the neighbour province of Ben Slimane with similar herds' structure (15). It is not in total agreement with general recommendations for good management in dairy cows breeding (11), but it could be considered satisfactory as worse results have been found in other contexts of production, such as in commercial dairy farms in Florida (17) or even in irrigated zones in Morocco (16).

**Table 3**  
Analysis of variance for factors affecting cows needing more than three AI

Years	Means $\pm$ Standard Error (%)	N*
1992	2.39 $\pm$ 0.60 <sup>b</sup>	6
1993	6.72 $\pm$ 3.40 <sup>a</sup>	12
1994	7.06 $\pm$ 3.90 <sup>a</sup>	24
1995	6.13 $\pm$ 1.30 <sup>ab</sup>	36
1996	5.64 $\pm$ 3.90 <sup>ab</sup>	36
1997	5.33 $\pm$ 4.00 <sup>ab</sup>	36
1998	6.38 $\pm$ 5.20 <sup>a</sup>	36
Circuits		
Jacma	6.21 $\pm$ 6.90	78
Berrechid	6.02 $\pm$ 3.80	60
Trifia	5.49 $\pm$ 3.30	48
	5.96 $\pm$ 5.20	186

\* N: Number of observations

<sup>a, b</sup> Variables with different superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 4**  
Analysis of variance for factors affecting calving interval

Years	Means $\pm$ Standard Error (%)	N*
1993	404.3 $\pm$ 53.6	41
1994	404.4 $\pm$ 74.9	142
1995	421.5 $\pm$ 91.3	89
1996	402.9 $\pm$ 87.0	185
1997	399.3 $\pm$ 69.8	298
1998	406.7 $\pm$ 79.2	311
Circuits		
Jacma	409.9 $\pm$ 77.3 <sup>b</sup>	659
Berrechid	443.3 $\pm$ 129.7 <sup>c</sup>	73
Trifia	386.2 $\pm$ 60.8 <sup>a</sup>	334
	404.8 $\pm$ 76.7	1066

\* N: Number of observations

<sup>a, b, c</sup> Variables with different superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Significant differences between circuits can be effectively explained by the history of AI in the region and by each one's characteristics. For example, it is observed that the worst results are obtained in Berrechid circuit, which is the latest one to be implemented in the region (AI began in 1995, for only 4 years). Hence, the short period of AI practice could be a decisive factor to explain its low efficiency, as it has been stated by Bastiaensen (2) in an AI evaluation program conducted in Suriname. This author cited inseminators' adaptation to their circuit as a crucial factor affecting the success of their activities. In another hand, Trifia circuit only covers 80 km compared to 120 km in Jacma circuit. Short distances are also associated with better breeders' coverage and more efficient AI, as reported by Nabel and Walker (10).

B) AI performances and structural parameters of dairy farms

Field surveys in dairy farms belonging to the three AI circuits have shown that 64.9% of breeders rely exclusively on AI as a means of reproduction for their cattle while 34.1% use natural mating as a complement to AI, especially in the case of repeat breeding cows. AI is highly appreciated by smallholders because of its economic advantages, as it makes it possible to add another cow to the herd instead of a bull (6).

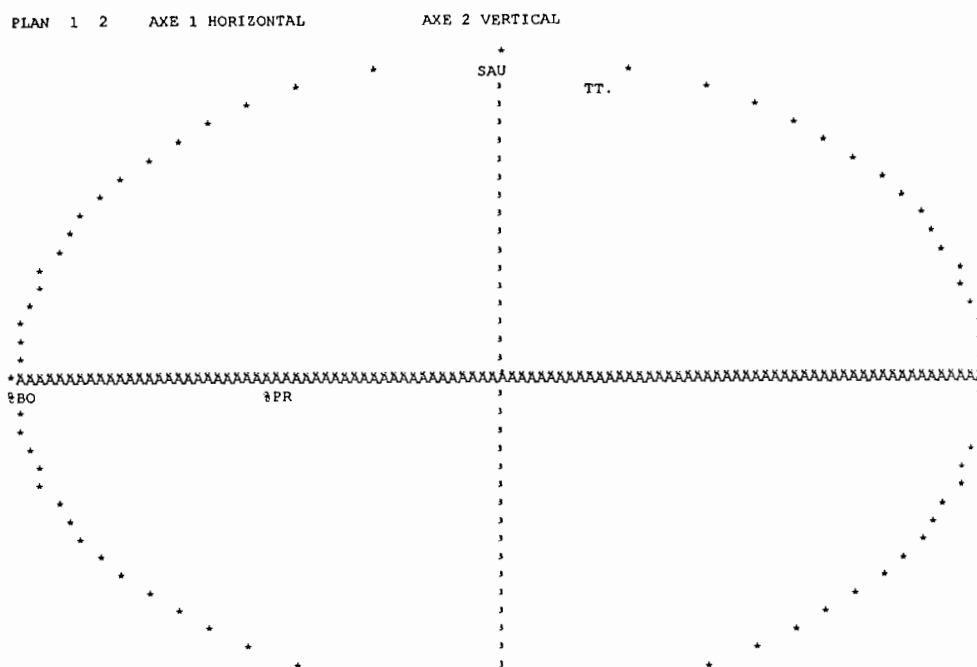
However, some 55.6% of breeders have decided to get rid of AI because they think that this technique is not efficient to ensure convenient reproduction in the herd. According to the dairy farmers this is mainly due to the inseminators' frequent absences combined with high incidences of dystocia when AI is used on crossbred cows.

Discriminant factorial analysis first plan composed of axis 1 and 2 explains 80.9% of total sample variance. Percentage of cows in the herd size determines 96% of axis 1 variance, whereas agricultural land with forages represents 85% of axis 2 total variance (Figure 2). Hence, the discriminant factorial analysis reveals that breeders with regular AI services are those who are specialised in dairy activity, with more than 65% of their agricultural land devoted to forages, and with residual numbers of small ruminants in comparison to cattle. On the other hand, those who have abandoned AI are characterised by less investments in dairy production, as agricultural surface is mainly occupied by cereals (Berrechid circuit), and herds comprise mainly suckling sheep. Therefore, it seems that with the current terms of market for dairy cattle and milk in Morocco, a general specialisation in such production is occurring, with a

more acute need for technical assistance (AI for instance) and it just causes the retirement of farmers who do not stand it (15).

Conclusion

The study of AI activity and achievements in three circuits at the scale of Settat province, in Morocco, shows that its actual progress. This has been effectively observed through an intensification of the number of inseminations per circuit (from 160 in 1992 to 645 in 1998) and by progressive increase of conception rate. Average calving interval (404.8 days) was significantly affected by circuit effect and this was explained by the history of AI and by circuits general parameters (length and number of cows). On the other hand, the percentage of cows needing more than 3 AI to be effectively pregnant varied significantly among years. This was attributed to the impact of annual climatic variations on forage production, and on stresses affecting cattle (i.e. heat stress). However, performances are still to be improved, even if general results are quite satisfactory, considering the type of environment where AI is practised. It's obvious that AI is helping dairy farmers to increase the number of cattle and to benefit from high merit genetic material, which is part of dairy specialisation, as pointed out by factorial discriminant analysis. But it would be more profitable if AI data could be automatically used by development and extension agents, in order to promote feedback information to the cattlemen. Hence, it could be used as an effective tool for better monitoring of dairy herds, once the inseminators get enough time and facilities to establish themselves in their circuits.



TT: Total herd size  
 SAU: Agriculture land with forages  
 %BO: Percentage of cattle in the herd  
 %PR: Percentage of small ruminants in the herd

Figure 2: Correlation circle between variables in the discriminant factorial analysis

## Literature

1. ANEB. 1996. Etat d'avancement du programme d'insémination artificielle. Rabat, Maroc. 56 p.
2. Barakat F. & Handoufe A., 1998. Approche agroclimatique de la sécheresse agricole au Maroc. Sécheresse. 9, 201 – 208.
3. Bastiaens P., 1997. Preliminary results on artificial insemination in Suriname. Case study: Commewijne District. Tropicultura. 15(1), 27 – 32.
4. Berbigier P., 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. Ed. INRA, Paris, France. 212 p.
5. Chupin D. & Thibier M., 1995. Survey of the present status of the use of artificial insemination in developing countries. Wild. Anim. Rev. 82, 58 – 68.
6. Eddebarh A., 1986. Possibilités d'organisation de l'amélioration génétique bovine à l'échelle nationale. Hommes, Terres & Eaux. (Maroc) 16, 32 – 44.
7. Enjalbert F., 1994. Relation alimentation – reproduction chez la vache laitière. Point Vét. 25, 77 – 84.
8. Guessous F., 1991. Production fourragère et systèmes animaux. Actes Editions. Rabat, Maroc. 128 p.
9. MADRPM. 2000. Programme national de production, de transformation et de commercialisation du lait à l'horizon 2020. Direction de l'Élevage. Rabat, Maroc. 34 p. + annexes.
10. Nabel J. M. & Walker F. W., 1994. Timing of artificial insemination of dairy cows : fixed time once daily versus morning and afternoon. J. Dairy Sci. 77, 3185 – 3191.
11. Nebel R. L. & Mc Gilliard M. L., 1993. Interaction of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. J. Dairy Sci. 76, 3257 – 3268.
12. Ørskov E.R., 1993. Reality in rural development with emphasis on livestock. Ed. Rowett Research Institute Ltd. Aberdeen. 88 p.
13. SAS®, 1985. User's Guide: Statistics, Version 5. Edition 1985. SAS Inst., Inc., Cary, NC. USA.
14. Sraïri M. T. & Kessab B., 1998. Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc. INRA Prod. Anim. 11, 321 – 326.
15. Sraïri M. T. & El Khattabi M., 1999. Variations annuelles des résultats techniques et économiques d'une unité d'élevage laitier intensif en zone d'agriculture pluviale au Maroc. Renc. Rech. Ruminants. 6, 149.
16. Sraïri M. T. & Baqasse M., 2000. Devenir, performances de production et de reproduction de génisses laitières frisonnes pie-noires importées au Maroc. Livest. Res. Rural Dev. 12 (3). <http://www.cipav.org.co/irrd/lrrd12/3/sra123.htm>.
17. Thatcher W. M. & Collier R. J., 1986. Effects of climate on bovine reproduction. In: Moorow (ed.) Current Therapy in Theriogenology. Saunders, New York, pp. 301 – 309.

M.T. Sraïri, Moroccan, Dairy Production Teacher, Animal Production Department, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, P.O. Box 6202, Rabat, Morocco.

Y. Farit, Moroccan, Animal Production Engineer, Société Cicalim, Casablanca, Morocco.

### AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE CHANGING OF ADDRESS ADRESVERANDERING AMBIO 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.

# Mise en évidence au Burkina Faso d'un nouveau taxon de *Colletotrichum* dans l'étiologie de la maladie des taches brunes du niébé

P. Sérémé\*, G.A. Diasso\* & S. Ake\*\*

Keywords: Brown blotch disease – Cowpea – Taxum – *Colletotrichum capsici*- *Colletotrichum truncatum* – Sahelian zone

## Résumé

La maladie des taches brunes du niébé a jusqu'à une époque récente été décrite comme une maladie des zones soudanienne et forestière d'Afrique de l'Ouest. Cependant dans son évolution récente, cette maladie sévit aussi en zone sahélienne du Burkina. Dans la présente étude portant sur l'étiologie de la maladie au Burkina Faso, l'analyse des isolats de *Colletotrichum* spp. impliqués dans sa manifestation a permis la mise en évidence dans le sahel burkinabé d'un autre taxon de *Colletotrichum* responsable de la maladie. Ce taxon diffère par ses caractères culturels et microscopiques de ceux de *Colletotrichum capsici* et *Colletotrichum truncatum*, connus pour être les 2 taxons responsables de cette maladie. Une confirmation de cette distinction portant sur les souches IMI 379432, IMI 379433, IMI 379434 et IMI 379435 de ce taxon particulier de Pobé et ceux de *C. capsici* et *C. truncatum* a été faite par le CABI-BIOSCIENCE (Angleterre). Des travaux complémentaires basés sur l'utilisation de techniques moléculaires sont envisagés pour une meilleure caractérisation de ce nouveau taxon de *Colletotrichum*.

## Summary

Identification of New Taxum of *Colletotrichum* as a Causal Pathogen for Brown Blotch Disease of Cowpea in the Sahelian Zone of Burkina Faso  
Brown blotch disease of cowpea was, until recently, described as a disease of savannah and forested zones of Africa. However, in its latest progression, the disease also appeared in the sahelian zone of Burkina. In the present study on the etiology of brown blotch disease in Burkina Faso, analysis of isolates of *Colletotrichum* spp. lead to the identification of a new *Colletotrichum* taxum causing the disease in the sahelian area of Burkina Faso. Based on its growth and microscopic characteristics, the new taxum differs from *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum truncatum* already reported as the 2 pathogens involved in the occurrence of the disease. Observed differences between studied isolates IMI 379432, IMI 379433, IMI 379434, and IMI 379435 of the new taxum, specific to Pobé area in Burkina Faso, and those of *C. capsici* and *C. truncatum* was confirmed by CABI-BIOSCIENCE (England). Additional work, using molecular techniques, is projected in near future for a better characterization of the new taxum of *Colletotrichum* reported in the present study.

## Introduction

La maladie des taches brunes du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] est une des maladies cryptogamiques les plus importantes de la culture qui a été signalée pour la première fois sur le continent africain en 1975 au Nigeria (17). Ses premières manifestations ont été notées en 1978 au Burkina Faso (14). Elle se manifeste par des symptômes caractéristiques à tous les stades de développement de la plante entraînant des pertes importantes de rendement en graines. Elle se distingue de l'antracnose des tiges du niébé qui est provoquée par *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Briosi & Cav. (9, 17).

La maladie des tâches brunes du niébé a été décrite comme une maladie inféodée aux zones soudanienne

et forestière de culture du niébé d'Afrique de l'Ouest (2,14, 16). Elle est due à un complexe de *Colletotrichum* [*Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby] et [*Colletotrichum truncatum* (Schein) Andrus & Moore] identifiés par le Commonwealth Mycological Institute (4). Cependant plusieurs auteurs (2, 5, 6, 7) ont établi que *C. capsici* est le principal agent pathogène de la maladie, puisque intervenant pour plus de 90 % dans ses infections. Selon les mêmes auteurs, *C. capsici* est isolé dans environ 100 % de cas dans les semences de niébé présentant les symptômes de la maladie contre 0 à 7 % de cas de *C. truncatum*.

Bien que décrite comme une maladie des zones soudanienne, la maladie des taches brunes du niébé

\* Laboratoire de Phytopathologie, INERA-CREAF de Kamboinsé 01 BP 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso

\*\* Laboratoire de Physiologie végétale, UFR- Biosciences, Université de Cocody 22 BP 582 Abidjan, Côte-d'Ivoire

Reçu le 15. 12. 00 et accepté pour publication le 28. 02. 01

se rencontre aussi dans le Sahel burkinabé (Séréomé, non publié). Nous avons voulu savoir si les pathogènes responsables de la maladie en zones soudaniennes du pays étaient les mêmes que ceux qui sévissent dans le Sahel burkinabé. D'où l'intérêt de la présente étude portant sur l'étiologie de la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso.

## Matériel et méthodes

### Caractéristiques des sites d'études

Les stations de recherches agricoles de Farako-bâ, Kamboinsé et le site expérimental de Pobé de l'Institut de l'Environnement de Recherches Agricoles (INERA) dont les coordonnées géographiques et les caractéristiques climatiques figurent dans le tableau 1 ont servi de sites de prélèvement des pathogènes de la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso.

**Tableau 1**  
Coordonnées géographiques et types de climat des sites d'étude

Sites	Coordonnées	Altitude	Climat
Farako-bâ	11°04'N 04°20'O	405 m	Sud-soudanien
Kamboinsé	12°18'N 01°33'O	300 m	Nord-soudanien
Pobé	14°06'N 01°37'E	274 m	Sahélien

### Production de plantes malades de niébé

Les semences des variétés TN-121-80-7 (écotype local du Niger), KVX 397-9-11 et KVX 398-7-11 (créations de l'INERA) de niébé ayant chacune un cycle de production de 70 jours et sensibles à la maladie des taches brunes ont été utilisées en 1996 pour produire les plantes malades à partir desquelles les isolements de pathogènes ont été opérés. Les semis ont été effectués sur d'anciens champs de niébé ayant manifesté la maladie la campagne précédente dans les 3 sites d'étude. La densité de semis observée dans les parcelles utilisées a été de 75 cm entre les lignes de semis et de 20 cm entre les poquets avec 2 ou 3 graines par poquet.

Un apport de 100 kg/ha d'engrais complexe N-P-K-S  $B_2O_3H$  (13-20-15-6-1) a été effectué dans ces parcelles. L'entretien des parcelles a consisté à effectuer un démaillage à un plant de niébé par poquet 14 jours après les semis et à protéger les plantes contre les insectes par pulvérisation foliaire avec le Decis (pyrethrianoïde).

Pour limiter le risque de présence d'isolats étrangers de pathogènes de la maladie des taches brunes dans un site donné, il a été opéré à un traitement au Benlate T20 (20% thirame + 20% benomyl) des différentes semences avant leur semis selon la méthode de Séréomé et Mathur (13).

### Isolement des pathogènes

Les isolements de pathogènes ont été faits sur 10 plantes malades prises au hasard dans chaque localité. Les fragments d'organes malades (tiges ou gousses) ont été incubés 2 ou 3 jours sur milieu Potato Dextrose Agar (PDA) à la température ambiante du laboratoire (25 à 32° C). Des repiquages successifs ont permis la purification en culture des différents isolats de champignons suivie de leur conservation à une température de 4° C pour usage ultérieur.

### Identification des pathogènes

L'identification des différents isolats de pathogènes de la maladie des taches brunes de niébé a été faite par l'observation des différents caractères cultureux et microscopiques de ces pathogènes et de leur comparaison à un isolat de référence de *C. capsici* et à 3 isolats de référence de *C. truncatum*. Ces isolats de référence dont les caractéristiques et origines figurent dans le tableau 2 ont été obtenus auprès de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) basé à Ibadan au Nigeria.

### Test de pathogénicité

Les champignons isolés des plants malades de niébé au champ ont été réinoculés sur des plantes de 3 semaines de la variété sensible KVX 61-1 (création de l'INERA) en chambre de culture où une forte hygrométrie a été maintenue autour des plantes durant une semaine après l'inoculation. Dix plantes ont été utilisées par inoculum de *Colletotrichum* sp, concentration de  $10^6$  spores/ml. Cet inoculum est obtenu après une semaine de culture sur PDA des différents pathogènes. La pulvérisation sur plante (11) a été utilisée. Les

**Tableau 2**  
Caractéristiques et origines des isolats de référence de deux espèces de *Colletotrichum*

Critères de description des isolats	Caractéristiques des différents isolats de référence de deux espèces de <i>Colletotrichum</i>			
	96 - 03	96 - 34	96 - 59	96 - 15
Pathogène	<i>C. truncatum</i>	<i>C. capsici</i>	<i>C. truncatum</i>	<i>C. truncatum</i>
Date d'isolement	05- 02- 1996	03- 06- 1996	20- 06- 1996	20- 06- 1996
Lieu d'isolement	Serre de Virologie, IITA Ibadan	Champ du Dr Fatokun IITA Ibadan	Ferme Bukuru (Essai du Dr Schilder)	Ferme Bukuru (Essai du Dr Schilder)
Transferts	3 fois	5 fois	-	-
Hôte	Soja	Niébé	<i>Mucana pruriens</i>	<i>Lablab purpurens</i>
Test de pathogénicité	Oui	Non	Non	Non
Date de test	19- 03- 1996	-	-	-
Réisolement	Oui	Non	Non	Non

- : information manquante

plantes inoculées ont été maintenues à une température fluctuant entre 23° C et  $\pm 2^\circ$  et exposées à un cycle d'éclairage artificiel de 12 h/24.

La présence de taches brunes sur les tiges des plantes inoculées a été notée 2 semaines après les inoculations.

## Observations

Elles ont porté sur le nombre d'isolats de *Colletotrichum* collecté par localité, la pathogénicité de ces isolats, les caractères culturaux et microscopiques des pathogènes impliqués dans la manifestation de la maladie des taches brunes et la soumission au CABI-BIOSCIENCE pour identification de certains des isolats.

## Résultats

### Collecte des isolats de *Colletotrichum* spp.

Tous les champignons isolés de symptômes typiques de la maladie des taches brunes à Farako-bâ et à Kamboinsé de chacune des 3 variétés sont apparentés au genre *Colletotrichum* comme l'en testent les pourcentages de la figure 1. A Pobé par contre, ces pourcentages ont été relativement faibles (Figure 1).

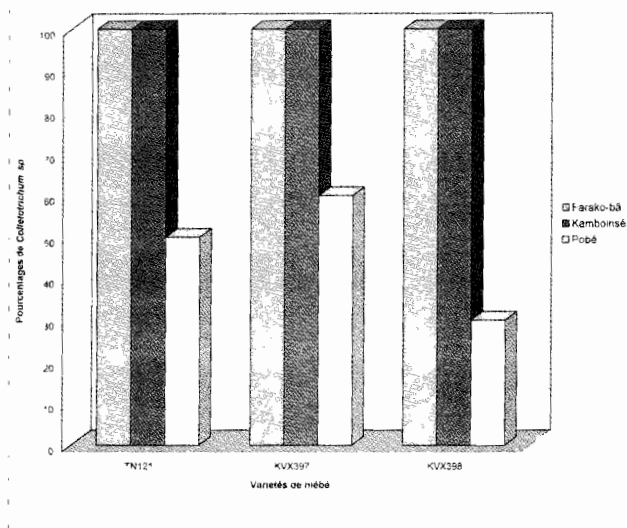


Figure 1: Pourcentages de champignons apparentés au genre *Colletotrichum* isolés au champ dans trois localités du Burkina Faso

### Test de pathogénicité

Tous les isolats de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé s'apparentant au genre *Colletotrichum* ont provoqué des symptômes de la maladie des taches brunes sur plantules de la variété sensible K VX61-1 de niébé après inoculation en serre. On note cependant une différence d'agressivité entre les différents isolats (Photo 1).



Photo 1: Manifestation de la maladie des taches brunes sur des plants des variétés K VX61-1 (V2) et TVX3236 (V1) de niébé après inoculation par *Colletotrichum* sp. isolé sur niébé à Pobé

### Caractères culturaux et microscopiques des pathogènes

A l'observation des caractères culturaux et microscopiques des pathogènes impliqués dans la reproduction des symptômes de la maladie des taches brunes de niébé, 2 groupes de souches se dégagent.

Le premier groupe est constitué des souches de *Colletotrichum capsici* et de *C. truncatum*. Sur milieu de culture PDA, les souches de ce groupe présentent rarement un mycélium visible mais plutôt de nombreux petits points noirs correspondant aux organes de fructifications, isolés ou en groupes, les acervules. Au microscope, les acervules sont constitués de conidiophores produisant les conidies et de nombreuses et longues soies brun noir à noir dépassant la masse conidienne. Les conidies sont unicellulaires, hyalines, fusiformes aux extrémités arrondies et légèrement busquées (Photo 2).

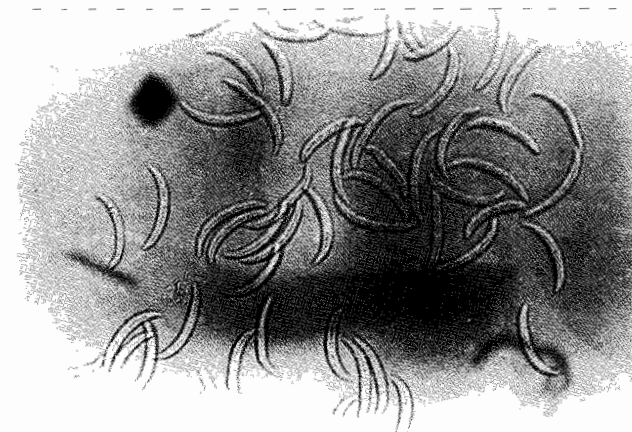


Photo 2: Conidies faliformes de *C. capsici/ C. truncatum* (x 40)



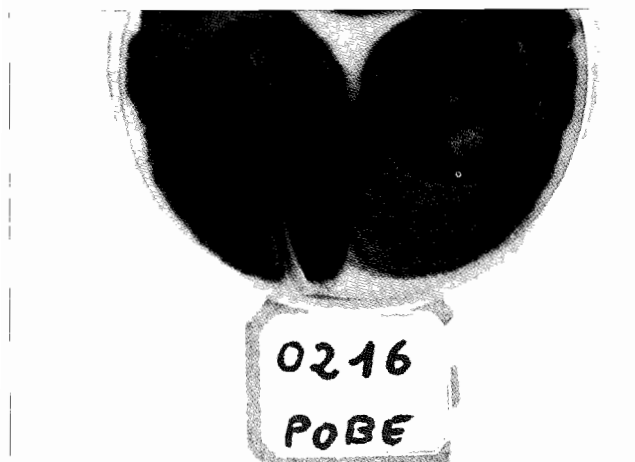


Photo 3: Aspect noir des colonies de *Colletotrichum* sp. isolé sur niébé à Pobé

Le deuxième groupe est constitué de souches particulières de Pobé. Sur PDA, ces souches ont des colonies noires (Photo 3) pouvant induire une confusion avec certaines souches de *Macrophomina phaseolina*, un des agents pathogènes majeurs du niébé au Burkina Faso (10). Cependant, à l'inverse de *M. phaseolina*, ces colonies ne montrent pas de microsclérotés et ne produisent pas d'acervules à l'instar de *C. capsici* et *C. truncatum*. Au microscope, la majorité des filaments mycéliens sont brun noir. Les conidiophores sont souvent isolés. Les spores sont unicellulaires, hyalines, pointues aux deux extrémités et larges à leur partie médiane, le plus souvent incurvées et parfois droites (Photo 4). Ces spores s'apparentent à celles de *Colletotrichum graminicola*, responsable de l'antracnose du sorgho (8).

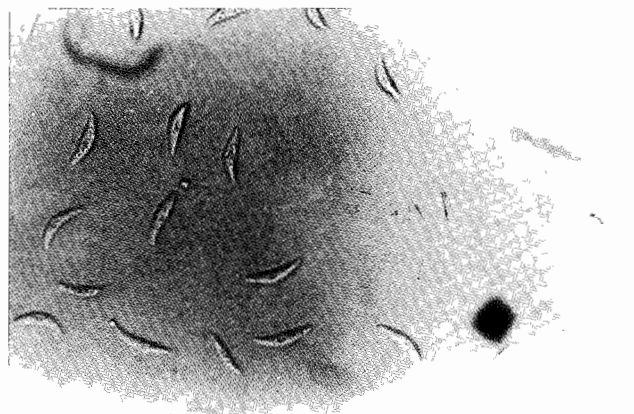


Photo 4: Conidies aux extrémités pointues et à la partie médiane plus large de *Colletotrichum* sp. isolé sur niébé à Pobé (x 40)

#### Identification des souches particulières de Pobé

La soumission de 4 de ces souches particulières C214 (IMI379432), C215 (IMI379433), C216 (IMI379434) et C188 (IMI379435) au CABI-BIOSCIENCE pour identification a fait l'objet du rapport d'identification du 28 septembre 1998 de Paul Cannon (B&B-BMB) adressé à Mllena Hoareau (B&B-BMB). De ce rapport, il ressort que toutes les 4 souches appartiennent à la même espèce de *Colletotrichum*. Avec la systématique

actuelle des *Colletotrichum*, elles peuvent être placées dans l'espèce *C. truncatum* (Schw.) Andrus & Moore, mais ceci est un assemblage très faiblement défini. La plupart des souches de la collection du CABI-BIOSCIENCE ont des acervules bien formés avec de nombreuses soies, des conidies plutôt longues, incurvées et minces. Les 4 souches semblent manquer de soies et ne produisent pas aussi des acervules bien formés, mais forment plutôt de nombreuses petites sclérotés. Leurs conidies sont aussi plus courtes que celles de la plupart des souches appartenant à l'espèce *C. truncatum*. Elles peuvent bien être séparées au niveau des souches de celle de l'espèce principale de *C. truncatum*, mais une petite proportion de souches du CABI-BIOSCIENCE se rapprochent des 4 souches sur le plan des caractères morphologiques.

#### Discussion-conclusion

L'isolement des champignons associés à la maladie de taches brunes de niébé dans le site de Pobé localisé en zone sahélienne du Burkina Faso a permis la mise en évidence de champignons s'apparentant au genre *Colletotrichum*. Bien qu'elles aient reproduit les symptômes de la maladie des taches brunes en inoculation artificielle sur plants de niébé, ces souches de Pobé présentent un intérêt particulier puisqu'elles ont des caractères microscopiques différents de ceux de *C. capsici* et de *C. truncatum* connus comme étant les 2 pathogènes responsables de la maladie sur niébé (2, 4).

Les résultats d'identification du CABI-BIOSCIENCE sur les souches particulières de *Colletotrichum* sp. de Pobé permettent de conclure à l'existence d'un autre taxon de *Colletotrichum* responsable de la maladie des taches brunes du niébé. En effet, ces résultats montrent que si les souches de Pobé devaient appartenir à l'espèce *C. truncatum*, elles devraient en constituer un autre taxon. Ce taxon devrait se situer entre *C. truncatum* et *C. graminicola*, puisque les conidies de ces souches de Pobé se singularisent par leurs extrémités pointues comme chez *C. graminicola*. Cette particularité n'existe pas chez *C. truncatum* dont les conidies ont les extrémités arrondies à l'image de celles de *C. capsici* (2,11,15). Par ailleurs, l'absence d'acervules typiques chez ces souches consolide cette distinction. Signalons aussi qu'en inoculations artificielles sur maïs et sur sorgho, ces souches n'ont pas induit de symptômes d'antracnose qui est une maladie provoquée par *C. graminicola* sur ces deux céréales (1, 2, 8).

Ce troisième taxon de *Colletotrichum* impliqué dans l'étiologie de la maladie des taches brunes du niébé a été localisé dans un site d'expérimentation agricole situé en zone sahélienne du Burkina. Des études complémentaires pour circonscrire sont aire de présence et sa transmission devraient être menées.

En attendant d'autres études complémentaires utilisant aussi bien les caractères biomorphologiques, biométriques et biochimiques que les techniques moléculaires comme le polymorphisme de l'ADN ribosomique (rDNA) pour une identification satisfaisante de ces souches de Pobé, nous avons choisi le vocable souches particulières de Pobé pour leur appellation.

## Références bibliographiques

1. Cardwell K. F., Hepperly P. R. & Frederiksen R. A., 1989. Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. *Plant Disease*, 73: 255 - 257.
2. Emechebe A. M., 1981. Brown blotch of cowpea in northern Nigeria. *Samaru Journal of Agricultural Research*, 1 (1): 20-26.
3. Emechebe A. M., 1986. Cowpea pathology, pp 69- 100. In: Grain legume improvement Program. Annual report. IITA, Ibadan, Nigeria
4. Emechebe A. M. & McDonald D., 1979. Seed-borne pathogenic fungi and bacteria of cowpea in northern Nigeria. *PANS*, 25 (4): 401-404.
5. Emechebe A. M., Alabi O. & Tarfa M., 1994. Field evaluation of seed treatment for the control of cowpea scab, brown blotch and septoria leaf spot in Nigeria's northern Guinea Savanna. pp 127-135. In: Progress in food grain research and production in semi-arid Africa. Menyonga J. M., Bezuneh T., Yayock J. Y., Soumana I. (Eds). OAU/STRC-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso: pp 127-135.
6. Emechebe A. M. & Florini D. A., 1997. Shoot and pod diseases of cowpea induced by fungi and bacteria. In: Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D. R., Dashiell K.E., Jackai L. E. N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Centre for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria: pp 176-192.
7. Lenné J. M., 1992. *Colletotrichum* Diseases of Legumes. pp 134-166. In: *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. Bailey J. A., Jeger M. J. (Eds). C.A.B. International, Wallingford, England: pp 134 - 166.
8. Neya A., 1997. Relations entre *Sorghum bicolor* (L.) Moench et *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson: variabilité, résistance variétale et pertes de rendement. Thèse de Doctorat de l'E.N.S.A. de Rennes, mention protection des cultures, 63 p.
9. Onesirosan P. T. & Barker L. N., 1971. Stem anthracnose of cowpea in Nigeria. *Plant Disease Reporter*, 55 (9): 820 - 822.
10. Ouédraogo T. J., 1991. Principales maladies bactériennes et cryptogamiques au Burkina Faso. In: Experimentation agricole et transfert de technologies avec le niébé comme exemple. Muleba N., Detognon J. (Eds). Book Builder Ltd., Ibadan, Nigeria : pp 63 - 64.
11. Roberts R.G. & Snow J. P., 1990. Morphological and Pathological studies of *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum indicum*. *Mycologia*, 82: 82-90.
12. Sérémé P., 1985. Contribution à la lutte contre *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby sur niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., par l'amélioration des connaissances sur les relations hôte-parasite. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Rennes I, 87 p.
13. Sérémé P. & Mathur S. B., 1996. Occurrence of seed infection by *Colletotrichum capsici* (Syd) Butler and Bisby in cowpea grown in Burkina Faso: significance and control by benlate- thiram. *African Journal of Plant Protection*, 6: 90- 95.
14. Sérémé P., Zida E. & Neya A., 1992. Pertes de rendement chez le niébé par la maladie des taches brunes au Burkina Faso et efficacité comparée de quatre produits chimiques contre la maladie. *Science et Technique*, 20 (1) : 40-52.
15. Sutton B.C., 1992. The Genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. pp 1-26. In : *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. Bailey J.A., Jeger M.J. (Eds). CAB International, Wallingford, England: pp 1 - 26.
16. Twumasi J.K. & Hossain M. A., 1994. Identification of cowpea diseases and evaluation of selected cowpea varieties to brown blotch and web-blight diseases in the forest ecology of Ghana. pp 119-126. In: Etat d'avancement de la recherche de la production de cultures vivrières en Afrique semi-aride. Menyonga J.M., Bezuneh T., Yayock J.Y., Soumana I. (Eds). OUA/CSTR-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso.
17. Williams R. J., 1975. Disease of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Nigeria. *PANS*, 21 (3): 253 - 267.

P. Sérémé, Burkinabé, Docteur ès-Sciences (Phytopathologie), Maître de Recherche à l'INERA, CREAM de Kamboinsé, Burkina Faso

G.A. Diasso, Burkinabé, M.Sc (Phytopathologie), Ingénieur de Recherche à l'INERA, CREAM de Kamboinsé, Burkina Faso

S. Ake, Ivorien, Doctorat Unique (Physiologie et pathologie végétales), Maître de Conférences, Université de Cocody, Côte-d'Ivoire

**AGRI-OVERSEAS vzw.** is een vereniging die opgericht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die overzee voor plattelandsontwikkeling ijveren. Zij publiceert een wetenschappelijk en informatief tijdschrift. "TROPICULTURA" dat gewijd is aan de plattelandsproblematiek in ontwikkelingslanden en door de Directie Generaal van de Internationale Samenwerking (D.G.I.S.) driemaandelijks uitgegeven wordt.

**Organisatie :** Agri-Overseas is uit Belgische instellingen samengesteld : de vier faculteiten in de Landbouwwetenschappen (Gembloux, Gent, Leuven en Louvain-la-Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent en Liège), het Departement Diergeneeskunde van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Afdeling Landbouwwetenschappen van de Université Libre de Bruxelles, de Faculté Universitaire Notre-Dame le la Paix de Namur, de Fondation universitaire Luxembourgeoise (Arlon), de Directie Generaal van de Internationale Samenwerking en individuele leden.

**Raad van Beheer :** actueel samengesteld uit Professor Dr. J. Verduyck, Voorzitter, Dr. Ir. G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder, Dr. E. Thys, Secretaris, Ere-professor Dr. Ir. J. Hardouin, a.i. Schatbewaarder.

**Redactiecomité :** actueel samengesteld uit Dr. Ir. G. Mergeai, Hoofdredacteur, en Gedelegeerde Redacteuren Professor J. Deckers, Ecologie, Land en Waterbeheer, Professor J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Professor C. Renard, Agrostologie en Fytotechnie, Dr. E. Thys, Dierproductie en Fauna, Professor Dr. Ir. P. Van Damme, sectie Land- en Bosbouw, Professor Dr. J. Verduyck, Diergezondheid. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, sociologie... zullen door het Secretariaat behandeld worden.

**Secretariaat :** Agri-Overseas c/o D.G.I.S., Bur. B.018, Brederodestraat, 6 – 1000 Brussel, België

Tel. : 02/519.07.43. - 519.05.94.

Email : MJDesmet@badc.fgov.be

GHarelimana@badc.fgov.be.

Bedeling : gratis op schriftelijk verzoek

## INSTRUCTIES AAN DE AUTEURS

### Algemene voorwaarden

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

### Praktische richtlijnen

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

### Opstelling

Titel: bondig doch informatief

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

Keywords: maximum 7 in het Engels.

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

Inleiding Materiaal en methodes (of waarnemingen) - Resultaten - Discussie - Dankbetuiging: indien nodig.

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

De referenties vermelden

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

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

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

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

Tabellen en figuren dienen zorgvuldig ontworpen op afzonderlijke bladzijden genummerd met Arabische cijfers aan ommezijde.

Figuren zullen professioneel worden weergegeven

Zend konstrastrijke, niet gemonteerde foto's op glanzend papier en genummerd aan ommezijde. Titels en onderschriften worden weergegeven op een afzonderlijke bladzijde.

### Aanbevelingen

Vermijd het gebruik van voetnoten

Vermijd het gebruik van koppeltokens in de tekst

Vermijd het gebruik van onnodige hoofdletters

Duid de nationaliteit, het diploma en de functie aan van elk auteur

Geef de Engelse vertaling van de titel

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

## CONTENTS

### ORIGINAL ARTICLES

Alone and Complemented Wastewater as a Substitute in a "in vitro" Culture Media of Coffee Embryos ( <i>in Spanish</i> ) <b>R.A. Ramos, Mireya Cabrera, Maria Esther Gonzalez, S. Landazury, F. Girón &amp; Yunis Medero</b> .....	97
Utilization of Urea Treated and Untreated Cocoa Pod Husk Based Diets by Growing Pigs: An On-Farm Study ( <i>in English</i> ) <b>E.A. Iyayi, O. Olubamiwa, A. Ayuk, S. Orowegodo &amp; E.F. Ogunaike</b> .....	101
Differentiated Gender Ownership of Cassava Fields and Implications for Root Yield Variations in Small Holder Agriculture of Southeast Nigeria ( <i>in English</i> ) <b>A.A. Enete, F. I. Nweke, Anthonia I. Achike &amp; E. Tollens</b> .....	105
Comparative Study of the Drip and Furrow Irrigation on Seasonable Potato Crop ( <i>in French</i> ) <b>A. Boujelben, K. Ben Mbarek &amp; A. Bel Aid</b> .....	110
Agrophysiological Responses and Water Use Efficiency of Maize ( <i>Zea mays L. - cv. Synthetic-C</i> ) in Water Deficit Conditions ( <i>in French</i> ) <b>M. Diouf, B. Sarr, O. Diouf, A. Bâ &amp; H. Roy-Macauley</b> .....	116
Cocoa Husk/Cassava Leaf Inclusions in Layers Mash Produced Quality Cheap Feeds ( <i>in English</i> ) <b>O. Olubamiwa, O.I. Balogun-Kuku, O.G. Longe, E.A. Iyayi &amp; J.A. Agunbiade</b> .....	
Interspecific Hybridization between <i>Sesamum indicum L.</i> and <i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl. ( <i>in English</i> ) <b>O.A. Falusi, E.A. Salako &amp; M.N. Ishaq</b> .....	123
Progesterone Profiles in 'Azawak' and 'Gourunsi' Cows after Estrous Induction with Progestagens, Prostaglandin and PMSG ( <i>in French</i> ) <b>M. Zongo, W. Pitala, H. Boly, J. Sulon, Noelita Melo Sousa, P.L. Leroy, J.F. Beckers &amp; L. Sawadogo</b> .....	127
Cooking Banana Consumption Patterns in the Plantain-growing Area in Southeastern Nigeria ( <i>in English</i> ) <b>M. Tshiunza, J. Lemchi, Uloma Onyeka &amp; A. Tenkouano</b> .....	131
Socio-economic and Technical Characteristics of Beekeeping in the Western Highlands of Cameroon ( <i>in French</i> ) <b>J. Tchoumboue, I.R. Tchouamo, J.Y. Pinta &amp; Mambou Nicaise Njia</b> .....	135
Effect of Feeding Frequency on the Growth of Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) in Earthen Ponds ( <i>in English</i> ) <b>V. Pouomogne &amp; D. Ombredane</b> .....	141
Studies on Dairy Cattle Reproduction Performances in Morocco Based on Analysis of Artificial Insemination Data ( <i>in English</i> ) <b>M.T. Sraïri &amp; Y. Farit</b> .....	147
Identification of New Taxum of <i>Colletotrichum</i> as a Causal Pathogen for Brown Blotch Disease of Cowpea in the Sahelian Zone of Burkina Faso ( <i>in French</i> ) <b>P. Sérémé, G.A. Diasso &amp; S. Ake</b> .....	156