

Desafíos biofísicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (*Theobroma cacao* Linn.) en sistemas agroforestales de Africa Occidental y Central¹

Duguma, B.², Gockowski, J.³, Bakala, J.⁴

Palabras clave: cacao sostenible, tierras bajas húmedas, biodiversidad, recursos naturales, ambiente

Abstract

Resumen

Se revisan las características culturales, prácticas de manejo y la sostenibilidad ambiental de pequeños productores de cacao en África Central y Occidental. El objetivo es destacar los factores biofísicos y aspectos de manejo que afectan al sector productivo de cacao y proponer estrategias apropiadas para asegurar una producción sostenible en la región. El cacao causa un daño mínimo a los recursos del suelo. Las especies plantadas en asocio con cacao proporcionan sombra, ingresos y productos adicionales para el agricultor. Existe la necesidad de: a) racionalizar y optimizar los arreglos de los diferentes componentes en los sistemas agroforestales con cacao, b) domesticar e incorporar especies indígenas de alto valor para incrementar la diversidad y rentabilidad del sistema, c) desarrollar variedades de cacao tolerantes a la sombra y resistentes a las enfermedades y d) integrar la producción de ganadería menor en el sistema.

The cultural features, management practice, and environmental sustainability of small holder cocoa production in west and central Africa are reviewed. The objectives is to highlight biophysical factors and management issues affecting the cocoa production sector and to propose appropriate strategies to ensure sustainable cocoa production in the region. The Cocoa causes minimum damage to soil resources. Cocoa is inter-cropped with several high value tree species that provide shade to the cocoa tree and additional income and products to the farmer. Based on the current review and our knowledge of the region, there is an urgent need to: a) rationalize and optimize arrangement of the various components in cocoa agroforest systems b) domesticate and integrate high value indigenous species into the system in order to enhance the system's diversity and profitability, c) develop shade-tolerant and disease-resistant cocoa varieties, and d) integrate small-animal production into the system.

INTRODUCCIÓN

Los principales países productores de cacao (*Theobroma cacao* Linn.) en África Central son Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún y Togo (precipitación anual entre 1200 y 3000 mm, temperaturas media entre 20°C y 32°C, dependiendo de las estaciones -seca o lluviosa-). El cacao es uno de los cultivos comerciales más importantes y es cultivado en su mayoría (80%) por los pequeños agricultores (Assoumou, 1977). En 1900 la contribución de África a la producción mundial total era de solo el 17%, para 1996 la producción total de los cuatro mayores países productores africanos correspondió al 65% de la producción mundial (ICCO, 1997). Comparado con otras actividades agrícolas, el cacao ha sido líder en el crecimiento económico y desarrollo de estos países.

El cacao es sembrado en sistemas agroforestales de multi-producto y multi-estratos (Leplaideur, 1985) que permiten diversificar la producción y minimizar el riesgo, favorecen la biodiversidad y contribuyen a disminuir el calentamiento global. La producción de cacao causa daños mínimos al suelo en comparación con la agricultura migratoria. Existe evidencia que demuestra que la producción de cacao en sistemas agroforestales en áreas húmedas de África Central y Occidental es ambientalmente sostenible. Este artículo revisa los principales atributos biofísicos de los sistemas agroforestales tradicionales con cacao, las oportunidades y desafíos ecológicos. Además, ofrece sugerencias sobre las necesidades de investigación y las estrategias de manejo que puedan promover la producción sostenible de cacao en la región.

¹ Documento presentado en el Taller Internacional sobre cacao sostenible, Panamá, Smithsonian Institution, Marzo, 1998. Traducido por Ariadne Jiménez, U.C.R. Turrialba.

² International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), IRAD/ICRAF Humid Lowlands of West Africa Research Program (HULWA), P.O.Box. 2067 (Messa), Yaounde, Cameroun. Tel. 237-237560, Fax. 237-237440.

E-mail: b.duguma@camnet.cm b.duguma@camnet.cm

³ International Institute of Tropical Agriculture (IITA), IITA-HFS, P.O.Box, 2008 (Messa), Yaounde, Cameroon
⁴ Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), P.O.Box. 2123 (Messa), Yaounde, Cameroon

PRÁCTICAS CULTURALES Y CULTIVO EN ASOCIO

La práctica cultural dominante en la región es el cultivo del cacao en bosques raleados y en asocio con diversos tipos de cultivos comestibles durante las fases iniciales de la plantación (Laplaideur, 1985; Duguma y Franzel, 1996). Durante el raleo inicial del bosque se dejan los frutales nativos y las especies forestales maderables y medicinales (p.e. *Ricinodendron heudelotii*), cola (*Cola nitida*), (*Voacanga africana*) por su valor económico o por su uso como sombra para el cacao. El raleo se realiza en forma manual (con excepción del uso de motosierra para la tala de árboles muy grandes) lo que, junto a la siembra con cero labranza, causa daño mínimo al suelo.

En Camerún, el campo es sembrado inicialmente con una mezcla de melón "egussi" (*Cucumeropsis manii*), cultivo utilizado como condimento y maíz (*Zea mays*) *C. manii* es una enredadera que crece alrededor de troncos no quemados, conservando de ese modo la humedad y acelerando el proceso de descomposición. Después de la cosecha de los cultivos comestibles, el cacao es plantado en asocio con maíz, plátano (*Musa AAB*), yuca (*Manihot utilisima*) y otros cultivos alimenticios. El asocio permite aprovechar mejor los nutrientes del suelo y proveer sombra temporal a las plantas jóvenes de cacao. Una vez cosechados los cultivos alimenticios se deja desarrollar el cacao.

Dependiendo de la densidad de las especies de sombra del bosque y de la mortalidad de las plántulas de cacao, el cacaoal es enriquecido con árboles de mango (*Mangifera indica*), ciruela africana (*Dacryodes edulis*) aguacate (*Persea americana*), guayaba (*Psidium guajava*), cola (*Cola nitida*), naranja (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus reticula*). El cultivo exitoso de cacao con coco (*Cocos nucifera*) (Ramadasan, et al., 1978) palma aceitera (*Elaeis guineensis*) (Amoha et al., 1995) y caucho (*Hevea brasiliensis*) (Egbe y Adenikinju, 1990) está bien documentado. Conforme el árbol de cacao y los otros componentes maduran, se desarrolla un sistema de estratos múltiples, de dosel cerrado y con la mayoría de las cualidades positivas del bosque natural.

REQUISITOS DE MANEJO

Los principales requisitos de manejo de los sistemas agroforestales con cacao son el control de sombra, control de malezas, plagas y enfermedades, cosecha y procesamiento del grano (Wessel, 1987). La sombra reduce la radiación solar, temperatura y movimiento del aire y aumenta la humedad relativa, la cual afecta en forma indirecta la fotosíntesis y el manejo de plagas y enfermedades. Tomando en cuenta solamente la radiación solar, se necesita de un 20 a un 30% de radiación total que llegue al cacao para lograr un crecimiento y productividad óptimos (Okali y Owusu, 1975). Sin embargo, dependiendo de la edad del árbol, de las condiciones del sitio, de los genotipos de cacao y de la intensidad de la luz, podría haber una variación significativa en el nivel de sombra requerido. Los

agricultores en el África Occidental están bien familiarizados con la importancia de la sombra en el cultivo del cacao, pero reciben poca o ninguna asistencia técnica sobre cómo manejar la sombra en las diferentes etapas del desarrollo de la planta.

El problema más severo enfrentado por los productores de cacao de la región es el control de plagas y enfermedades. A nivel mundial, la pérdida de rendimientos debido a enfermedades es estimada en cerca del 30% (Padwick, 1956). En África Occidental, ésta oscila entre 10 y 80% (Bakala y Kone, 1998; Lass, 1987; Nyasse, 1997). Mazorca negra (*Phytophthora* spp.) es la más importante. Dentro de los insectos, los cápsidos (familia Miridae) que afectan diferentes partes de la planta son los más importantes (Bakala y Kone, 1998; Entwistle, 1987). Después de la caída de los precios y la consecuente liberación de mercados, el desarrollo de un manejo integrado de plagas y enfermedades de bajo costo y ambientalmente sostenible es una de las estrategias para promover los sistemas agroforestales con cacao. Igualmente importante es la necesidad de minimizar el riesgo para los agricultores en épocas de cambios institucionales drásticos y de bajos precios. No obstante, dependiendo de las condiciones climáticas prevalecientes en un área dada, se pueden utilizar químicos, prácticas culturales o métodos de control biológico para controlar las plagas y enfermedades (Bakala y Kone, 1998; Maddison y Griffin, 198; Muller, 1971).

CUALIDADES BIO-FÍSICAS E IMPLICACIONES AMBIENTALES

La producción de cultivos alimenticios basados en la práctica de la agricultura migratoria de tala y quema y los cultivos basados en árboles o sistemas agroforestales son los dos sistemas de uso de la tierra dominantes en África Central y Occidental (Duguma y Franzel, 1996). La práctica de tala y quema destruye la vegetación y expone el suelo a factores climáticos severos (radiación solar intensa y lluvia fuerte) causando la interrupción del ciclo de nutrientes. El quemar la vegetación después de la tala incrementa la temperatura del suelo y del aire (Lal et al., 1975), dando como resultado, cambios significativos en la actividad biológica del suelo. Después de la quema, las bases intercambiables, el fósforo disponible, la materia orgánica y el pH del suelo se incrementan temporalmente (Jha et al., 1979; Sánchez y Salinas, 1981) y benefician el primer y segundo cultivo en forma considerable (Nair, 1984). Pero en los años posteriores, los rendimientos de los cultivos declinan en forma drástica debido al agotamiento de la fertilidad del suelo, el incremento en infestación de malezas, el deterioro de las propiedades físicas del suelo y el aumento en el ataque de plagas y enfermedades (Nair, 1984). En contraste, los sistemas agroforestales tradicionales con cacao, permanecen productivos y ambientalmente sostenibles hasta por 50 años, comparables con el barbecho a largo plazo o el bosque primario. En el bosque natural, los nutrientes de las plantas se encuentran en la vegetación encima y debajo del suelo, en la hojarasca y en la delgada capa (0-20 cm) de la superficie del suelo y son

recicladados en un sistema cerrado. Los sistemas agroforestales con cacao, a diferencia de los campos con cultivos anuales, son similares a los bosques en estos aspectos.

En Camerún, un estudio para caracterizar y evaluar los parámetros ambientales de los sistemas de uso de la tierra demostró que la biomasa total de la vegetación en sistemas agroforestales con cacao (304 toneladas ha⁻¹) fue mayor que la de los campos de cultivos alimenticios (85 toneladas ha⁻¹) y menor que la del bosque primario (541 toneladas ha⁻¹) y que la de barbechos a largo plazo (460 toneladas ha⁻¹) (Cuadro 1) (IRAD, 1997). Una comparación entre bosques secundarios y huertos caseros con cacao (Cuadro 2) al sur de Camerún, mostró que el pH del suelo, la materia orgánica, calcio y magnesio son más altos en cacaotales que en el bosque secundario (ICRAF, 1996). Según Kotto-Same *et al.* (1997) el sistema agroforestal con cacao contenía 62% del carbono encontrado en el bosque primario. La biodiversidad vegetal encima del suelo y la micro-fauna del suelo en los sistemas agroforestales con cacao fueron mayores que la de los campos de cultivos y comparables a los de barbechos a corto y mediano plazo, pero menores que los encontrados en el bosque primario (IRAD, 1997).

Se puede concluir que los sistemas agroforestales con cacao son superiores a los sistemas de producción de cultivos alimenticios en términos de la mayoría de índices ambientales y parámetros de manejo de recursos naturales considerados en este estudio. Sin embargo, estos beneficios pueden lograrse sólo cuando son económicamente atractivos para los pequeños productores. Esto requiere de un mejoramiento significativo en el manejo de los cacaotales y cambios en las esferas políticas y económicas que afectan el sistema.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde una perspectiva ambiental, la revisión anterior sugiere claramente que el sistema agroforestal con cacao es superior a los sistemas de producción de cultivo alimenticios basado en la agricultura migratoria. El raleo del bosque y la preparación de la tierra durante el establecimiento del cacaotal causan daños mínimos al suelo y el asocio con muchas otras especies favorece la conservación de la biodiversidad vegetal *in situ* comparado con la agricultura de tala y quema. La agricultura migratoria requiere de grandes áreas de bosque para la producción de alimentos. En cambio, el sistema agroforestal con cacao es semi-permanente o permanente y se mantiene en forma económicamente sostenible y rentable indefinidamente.

El papel de los frutales en los sistemas agroforestales en cacao en Africa Occidental y Central es muy importante para su sostenibilidad y estabilidad económica (Duguma *et al.* 1998). Para mejorar la rentabilidad del sistema y para promover el cultivo sostenible de cacao, se debe investigar más sobre mejoramiento genético de casi todos los componentes. Existen muchas especies arbóreas frutales y medicinales de alto valor en el bosque húmedo en la re-

Cuadro 1. Biomasa vegetal total (t ha⁻¹) en diversos sistemas de uso de la tierra en Mekoe, sur de Camerún.

| Uso de la tierra | Biomasa en t ha ⁻¹ | | | | Total |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|-----------|--------|-------|
| | Árbol | Soto Bosque | Hojarasca | Raíces | |
| Bosque primario | 485 | 2.9 | 8.7 | 44.6 | 541.2 |
| Cultivos alimenticios | 45 | 7.6 | — | 32.7 | 85.3 |
| Barbecho joven (<5 años) | — | 2.6 | 11.8 | 27.7 | 42.1 |
| Barbecho medio (5-10 años) | 54 | 4.5 | 14.2 | 34.6 | 107.3 |
| Barbecho viejo (10-20 años) | 400 | 4.3 | 12.3 | 44.2 | 460.7 |
| Cacaotales (26 años) | 250 | 1.6 | 11.7 | 41.2 | 304.4 |

Fuente: IRAD, 1997

Cuadro 2. Propiedades del suelo (0 a 20 cm) en huertos caseros con cacao (Hc) y en bosque secundario (Bs) al sur de Camerún

| Propiedades del suelo | | Yaounde | Mbalmayo | Ebolowa |
|--|----|---------|----------|---------|
| pH 1:1 | Hc | 6.9 | 6.8 | 6.5 |
| Agua/suelo | Bs | 5.2 | 6.5 | 4.8 |
| Materia Orgánica (%) | Hc | 4.4 | 4.1 | 4.7 |
| | Bs | 2.5 | 4.8 | 3.2 |
| Ca (Cmol _c kg ⁻¹) | Hc | 10.8 | 11.4 | 11.8 |
| | Bs | 2.6 | 5.2 | 3.0 |
| Mg (Cmol _c kg ⁻¹) | Hc | 2.1 | 2.0 | 2.5 |
| | Bs | 1.0 | 1.8 | 0.9 |
| K (Cmol _c kg ⁻¹) | Hc | 0.4 | 0.6 | 1.4 |
| | Bs | 0.11 | 0.15 | 0.14 |

Fuente: ICRAF, 1996

gión, que se utilizan tradicionalmente y que representan un tremendo potencial para la domesticación e inclusión en los sistemas agroforestales con cacao (Leakey, 1998). Estas especies son consumidas y comercializadas localmente y tienen mercados muy limitados. Identificar nuevos mercados e industrializar esos productos en colaboración con los sectores privados de países industrializados, incrementaría las oportunidades económicas de estos sistemas (ICRAF, 1997, Leakey e Izac, 1996). La producción animal ha sido integrada en forma exitosa en cultivos perennes arbóreos en estaciones experimentales en el tró-

pico húmedo de Costa de Marfil y Ghana (Fianu *et al.*, 1994, Mack, 1989) También podría incorporarse en los sistemas agroforestales con cacao sin degradar los recursos naturales.

Finalmente, es necesario reorientar la investigación para producir variedades de cacao resistentes a las enfermedades y tolerantes a la sombra. De este modo, se pueden reducir los gastos de manejo y mantenimiento del cacao y hacerlo económicamente atractivo para los agricultores. Los investigadores tienen mucho que aprender de los agricultores sobre estos complejos sistemas. Es posible mejorar la productividad mediante la selección de especies de sombra, selección de poblaciones y la utilización de arreglos espaciales apropiados.

BIBLIOGRAFÍA

AMOAH, F.M.; MUERTEY, B.N.; BAIDOO-ADDO; OP-PONG, F.K.; OSEIN BONSU, K.; ASAMOAH, I.E.O. 1995 Underplanting oil palm with cocoa in Ghana. *Agroforestry Systems* 30: 289 - 299.

ASSOUMOU, J. 1977 L'économie du Cacao. Paris. Delarge. 351 p.

BAKALA, J.; KONE, S. 1998 Lutte chimique la pourriture brune des Cabosses du Cacao: le forum R, un nouveau fongicide a 28 jours de fréquence de traitements, une grande première au Cameroun. Communication présentée lors du Séminaire international sur les maladies et les insectes nuisibles du Cacaoyer a Yamoussoukrou, Côte d'Ivoire, 19 - 24 janvier, 1998.

DUGUMA, B.; FRANZEL, S. 1996 Land use analysis and constraint identification with special reference to agroforestry. *In*: GFID and FAO. (eds) International seminar on tools for analysis and evaluation of sustainable land use in Rural Areas 2 - 16 December 1996 Zschortau, Germany. PI - 16 German Foundation for International Development (GFID), Zschortau, Germany.

EGBE, N.E.; ADENIKINJU, S.A. 1990 Effects of intercropping on potential yield of Cocoa in south-western Nigeria. *Café Cacao*, Thé:34 (4): 281 - 284.

ENTWISTLE, P.F. 1987 Insect and cocoa. *In*: Wood, G.A.R. and Lass, R.A. (eds) Cocoa. p. 36-442.

FAO 1997 State of the World's forest. Words and publication, Oxford, UK.

FIANU, F.K.; ADDE, P.C.; ADJOROLOLO, L. 1994. Sheep rearing under tree crop plantation in Ghana's forest zone: problems and prospects. *In*: Lebbie, S.H.B. and Kagwini, E. (eds), Small ruminant research and development in Africa. International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya. P. 87-91.

ICCO (International cocoa organization) 1997. Quarterly bulletin of cocoa statistics. June. London.

ICRAF 1996 and 1997 Annual Reports. ICRAF, Nairobi, Kenya. 340 and 204p. respectively.

IRAD 1997 Progress report on slash- and burn agricultural research in Cameroon, IRAD/ASB project, IRAD, Yaounde, Cameroon. 124 p.

JHA, M.N.; PANDE, P.; PATHAK, I.C. 1979 Studies on the changes in the physico-chemical properties of Tripura soils as a result of huming. *Indian Forester*, 105: 436 - 441.

KOTTO-SAME, J.P.L.; WOOMER, M.; APPOLINAIRE; ZAP-FACK, L. 1997 Carbon dynamics in slash- and burn agriculture and land use alternatives in the humid forest zone of Cameroon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 1205.

LAL, R.; KANG, B.T.; MOORMAU, F.R.; JUO, A.S.R.; MOOMAW, J.C. 1975 Soil management problems and possible solutions in western Nigeria. *In*: Bornemisza, E. and Alvarado, A. (eds). Soil management in Tropical America. pp. 372 - 408. Raleigh: North Carolina State University.

LASS, R.A. 1987 Disease. *In*: Wood, G.A.R. and Lass, R.A. (eds). Cocoa. Tropical Agricultural Series, 4th Edition. Longman Scientific and Technical and John Wiles & Sons Inc. London, England and New York, USA. p. 265 - 365.

LEAKEY, R.R.B. (1998) Agroforestry in the humid lowlands of west Africa. Some reflections on future directions for research. *Agroforestry Systems* 40(3): 253-262.

LEAKEY, R.R.B.; IZAC, A.-M.N. 1996 Linkages between domestication and commercialization of non-timber forest products: Can farmers be the beneficiaries through Agroforestry? *In*: Leakey, R.R.B., Temu, A.B. and Melnyk, M. (eds). Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems. FAO, Rome, Italy.

LEPLAIDEUR, A. 1985 Les Systèmes agricoles en zone forestière. Les paysans du centre et du sud Cameroun. IRAT, Yaoundé, Cameroun.

MACK, S.D. 1989 Livestock in plantation systems. Humid Zone Programme, Ibadan, Nigeria. ILCA. pp. 60.

MADDISON, A.C.; GRIFFIN, M.J. 1981 Detection and movement of inoculum. *In*: Gregory, P.H.; Maddison, A.C. (eds) Epidemiology of *Phytophthora* on Cocoa in Nigeria. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. paper N025. p. 31 - 50.

MULLER, R.A. 1971 Contribution à la recherche de fongicides efficaces contre *Phytophthora palmivora* (Bull.) Bull au Cameroun. *In*: International Cocoa Research Conference proceedings (Accra, Ghana) p. 439-446.

NAIR, P.K.R. 1984 Soil productivity aspects of agroforestry. Science and practice of agroforestry. Nairobi, Kenya. ICRAF. 85 p.

NYASSE, S. 1997 Etude de la diversité de *Phytophthora megakarya* et caractérisation de la résistance du Cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) à cet agent pathogène. Thèse de doctorat à INPT, France. sp.

OKALI, D.U.U.; OWUSU, J.K. 1975 Growth analysis and photosynthetic rates of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) seedlings in relation to varying shade and nutrient regimes. *Ghana Journal of Agricultural Science* 8: 51 - 67.

PADWICK, G.W. 1956 Losses caused by plant disease in the colonies. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. Phytopathological paper No. 1.

RAMADASAN, K.; ABDULLAH, I.; TEOH, K.C.; VANIALIGAM, T.; CHAN, E. 1978 Inter-cropping of coconuts with cocoa in Malaysia. *Magazine of the Incorporated Society of Planters* 54 (622): 329 - 342.

SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. 1981 Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy* 34: 279 - 406.

WESSEL, M. 1987 Shade and nutrition. *In*: Wood, G.A.R.; Lass, R.A. eds. Cocoa. 4 ed. Londres. Longman. p. 166 - 194.



El sistema agroforestal con cacao es mejor que otros sistemas de cultivos alimenticios basados en agricultura migratoria, ya que es permanente y genera ingresos indefinidamente. (Foto F. Solano)