

Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*) plátano (*Musa AAB*) y laurel (*Cordia alliodora*)¹

Thomas Ludewigs²
Eduardo Somarrriba³
Octavio Ramírez⁴

Palabras clave: estabilidad, riesgo, sistemas agroforestales, *Theobroma cacao*, *Cordia alliodora*, *Musa AAB*, análisis financiero, Costa Rica, Panamá.

¹ Basado en Ludewigs, T. 1997. Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales cacao-laurel-plátano (CLP). Tesis M.Sc. CATIE, C.R.

² M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

³ Profesor investigador asociado, CATIE. Tel: (506) 556-1789; E-mail: esomami@catie.ac.cr

⁴ Profesor investigador asociado, CATIE. Tel: (506) 556-6431; E-mail: oramirez@catie.ac.cr

RESUMEN

Se calcularon la estabilidad y los riesgos financieros de seis tecnologías agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*), laurel (*Cordia alliodora*), plátano (*Musa AAB*) y de los monocultivos correspondientes en Changuinola, Panamá. Las tecnologías CLP se basan en la asignación de diferentes proporciones de tierra a cacao o plátano, con una población constante de laurel de 69 árboles/ha. Se modelaron las series de tiempo de precios de cacao, plátano y madera de laurel y se calcularon los retornos financieros para un periodo de 12 años. Los costos y producciones se midieron durante ocho años. Los riesgos se estimaron con base en las distribuciones acumuladas de frecuencia de ingresos netos y en el ingreso mínimo de las familias rurales de la zona. Los ingresos netos de los sistemas CLP resultaron superiores a los de los monocultivos y los riesgos fueron menores, pero los sistemas fueron menos estables (mayor varianza). Las tecnologías CLP con mayor población de cacao fueron las menos riesgosas, pero también las menos estables. El laurel es un componente clave para reducir los riesgos financieros.

STABILITY AND RISK IN AGROFORESTRY SYSTEMS WITH CACAO (*Theobroma cacao*) PLANTAIN (*Musa AAB*) AND LAUREL (*Cordia alliodora*)

ABSTRACT

Stability and financial risk of six agroforestry technologies with cacao (*Theobroma cacao*), laurel (*Cordia alliodora*), plantain (*Musa AAB*), and the corresponding monocultures in Changuinola, Panamá were evaluated. These "CLP" technologies are based on the distribution of different land proportions to cacao or plantain in combination with a constant laurel population of 69 trees ha⁻¹. Time series for cacao, plantain and laurel timber prices were modelled and the financial returns over a 12 year period were calculated. Costs and productivity were measured during eight years. Risks estimated were based on the accumulated frequency distribution of net incomes and with the minimum income of rural families in the study zone. Net returns of these CLP systems were superior to those of the monocultures, risks were lower, but they were less stable (greater variability). The CLP technologies with higher populations of cacao were the least risky but also the least stable. The laurel (timber component) is a key factor which reduces financial risks.

INTRODUCCIÓN

La estabilidad de la producción y/o de los ingresos en un sistema de intercultivos ha sido utilizada como criterio para compararlos con los monocultivos y justificar su adopción (Eberhart y Russell, 1966; Marten, 1988). Se argumenta que la diversidad del agroecosistema lleva a la estabilidad ecológica y financiera y que un sistema estable reduce la incertidumbre y los riesgos para el productor "Estabilidad es el grado de constancia de la producción de cosecha a cosecha ante fuerzas perturbadoras provenientes de la fluctuación normal y otras variables del medio ambiente circundante" (Conway, 1985). Lo mismo se puede utilizar para los ingresos.

El concepto de riesgo es de orden práctico (Mead *et al.*; 1986). El agricultor busca reducir la probabilidad de una cosecha pobre en un año en particular. El riesgo se puede definir como la probabilidad de que para un determinado período, el ingreso sea inferior a un nivel mínimo preestablecido. Esta probabilidad puede ser estimada por el punto en que la curva de frecuencia acumulada de los ingresos intercepta la línea del nivel mínimo deseado (Kirby *et al.*, 1993).

Para reducir la inestabilidad de los ingresos causada por las variaciones en los precios, cuando el productor opta por intercultivos, es preciso que las fluctuaciones de los precios de cada componente sean independientes o que varíen en forma inversa (Somarriba, 1994). El asocio cacao-laurel-plátano (CLP) se propuso suponiendo que hay independencia entre los precios del cacao (*Theobroma cacao*) y del plátano (*Musa AAB*), mientras que el laurel (*Cordia alliodora*), una especie maderable, funciona como una cuenta de ahorros para el productor. El objetivo de este trabajo fue evaluar la estabilidad y el riesgo de los ingresos de diferentes tecnologías CLP (Somarriba, 1994) y de los monocultivos de cada uno de los componentes, para el período 1998-2009. Los datos de productividad y costos se recolectaron en el período 1990-1997 (Somarriba *et al.*, 1995) y los precios pagados al productor se calcularon en función del comportamiento histórico.

MÉTODOS

Descripción del ensayo

El experimento se estableció en 1990, en una sección de dos has de la finca del Sr. Antonio Lozada, en Charagre, Changuinola, Panamá. La precipitación promedio anual es de 2587 mm, la zona de vida es Bosque Húmedo Trópico; los suelos son del tipo Fluvaquentic Eutropept, con alta saturación de bases y con drenaje natural imperfecto a moderado (Somarriba *et al.*, 1995).

El área experimental es un bloque con parcelas dispuestas al azar, sin repeticiones. Cada parcela mide 50 x 50 (2500 m²) y corresponde a una tecnología (tratamiento). Las tecnologías CLP evaluadas corresponden a cinco diferentes proporciones de cacao y plátano (1C, 2C, 3C, 2P y 3P), con una población constante de 1111 plantas/ha y un tratamiento aditivo con 50% de cada cultivo a 2222 plantas/ha (CP); el laurel tiene una densidad fija de 69 árboles/ha (Cuadro 1). Los datos de producción y costos de los monocultivos de cacao (CC), plátano (PP) y laurel (LL) provienen de experiencias registradas para la región (Calvo y Somarriba, 1998; Platen, 1996).

Cuadro 1 Poblaciones de las tecnologías CPL en Changuinola, Panamá.

Poblaciones (plantas/ha)	1C	2C	3C	2P	3P	CP*
CACAO	556	741	833	370	278	1111
PLATANO	556	370	278	741	833	1111
LAUREL	69	69	69	69	69	69

* Raleado a 910; 1111: 69 en el quinto año

Ingresos anuales netos (IN)

Los ingresos anuales netos para cada tecnología se definen por dos variables de comportamiento bien conocidas (producción y costos) y una poco conocida (el precio) que se simuló para cada producto (cacao, laurel y plátano) y año (1998-2009). Para calcular los ingresos netos se utilizó la siguiente ecuación:

$$IN_{ij} = Yc_{ij} * Pc[j] - Cc_{ij} + Yp_{ij} * Pp[j] - Cp_{ij} + Yl_{ij} * Pl[j] - Cl_{ij}$$

donde:

IN es el ingreso neto de la tecnología *i* en el año *j*
 Yc, Pc y Cc son producción, precio y costos de cacao
 Yp, Pp y Cp son producción, precio y costos de plátano
 Yl, Pl y Cl son producción, precio y costos de laurel

Valor Presente Neto (VPN)

El VPN se obtuvo a partir de la suma de los valores del flujo de ingresos netos, actualizados para cada año. A cada simulación de precio correspondió una estimación de ingreso neto y una estimación del VPN para los 12 años. Así, las tecnologías se pudieron comparar en función de la estabilidad y el riesgo a través de la distribución de probabilidad de los VPN en el tiempo. Los VPN simulados para cada tecnología se dividieron en clases de US\$ 200 y se determinó la distribución de frecuencias. En este estudio se utilizan tres tasas de descuento (4%, 6% y 8%) referidas al dolar norteamericano.

Estabilidad y riesgo

El parámetro de estabilidad utilizado para cada una de las nueve tecnologías fue la varianza de los VPN simulados; las distribuciones de VPN con menor varianza representan las tecnologías más estables. El parámetro usado para riesgo fue la probabilidad de que no se alcanzara un VPN mínimo entre 1998-2009. El VPN mínimo corresponde a la suma de los ingresos mensuales mínimos en los 12 años. Se construyeron curvas de frecuencia acumulada de los VPN por hectárea para cada tecnología y para cada una de las tres tasas de descuento utilizadas. El intercepto del Nivel Mínimo de Ingresos (NMI) con la curva de frecuencia acumulada representa el riesgo asociado a cada tecnología.

Nivel mínimo de ingresos (NMI)

El Nivel Mínimo de Ingresos (NMI) representa la cantidad de dinero que necesita mensualmente una familia rural promedio de la región para suplir sus necesidades básicas. En la región de Bocas del Toro, los costos de mantenimiento de una familia rural promedio son US\$ 386 mensuales (MIPPE, INRENARE, CATIE y UICN, 1992). Por lo tanto, el VPN mínimo de una inversión para un período de 12 años equivale a US\$ 386 * 144 = US\$ 55.512,00. En esta zona, el área promedio asignada por las familias rurales a cultivos como cacao y plátano son cuatro ha. El NMI ajustado por hectárea de cultivo es, entonces, de US\$ 96 mensuales y el NMI/ha para los 12 años es de US\$ 13.824,00/ha.

RESULTADOS

Estabilidad

Laurel en monocultivo (LL) fue la tecnología que presentó menor varianza en los valores presentes netos (VPN) simulados para los 12 años, lo que significa que es la más estable de acuerdo al criterio utilizado en este estudio (Cuadro 2). La tecnología 3C es la que presenta los más altos promedios de VPN, seguida por 2C, 1C, 2P, 3P, CP, CC, PP y LL, lo que se debe a que la producción total (C+L+P) es mayor para los asociados que para los monocultivos (CC, PP, LL).

Las tecnologías con mayor proporción de plátano son más estables que las tecnologías con mayor proporción de cacao, debido a que los precios del cacao fluctúan más que los del plátano. La tecnología menos estable es 3C, seguida de CC; la tecnología CC se torna menos estable a mayores tasas de interés (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios (US\$/ha) y variaciones ($\times 10^6$) de simulaciones de VPN y riesgos (%) asociados a tecnologías CLP y a monocultivos, a diferentes tasas de interés (i).

Tecnología	i = 4%			i = 6%			i = 8%		
	Promedio	Varianza	Riesgo	Promedio	Varianza	Riesgo	Promedio	Varianza	Riesgo
3C	19267	25	3	16675	18	24	14603	14	54
2C	18455	20	4	16083	15	31	14034	11	61
1C	16670	11	1	14519	8	52	12687	6	80
2P	15480	5	20	13540	4	70	11928	2	91
3P	15132	3	21	13282	2	77	11698	2	95
CP	12450	10	79	10796	8	90	9372	6	96
CC	12128	22	76	10494	18	86	9194	15	91
PP	11301	0.4	100	10391	0.4	100	9620	0.3	100
LL	3096	0.2	100	2278	0.12	100	1627	0.8	100

Riesgos

La tecnología menos riesgosa es la 3C, en tanto que las más riesgosas son los monocultivos de laurel y plátano, ambas con 100% de riesgo para cualquier tasa de interés utilizada. El riesgo es menor en tecnologías con mayor proporción de cacao y mayor en tecnologías con mayor proporción de plátano. Esto se explica porque las proyecciones de los precios de cacao para los años 1998-2009 son más optimistas que las de plátano y porque con mayor proporción de plátano, hay costos mayores asociados a tecnologías. Cuando la tasa de interés alcanza el 8%, se favorecen las inversiones con retornos a corto plazo (cacao), en comparación con las inversiones a largo plazo (laurel). La tecnología CP (tratamiento aditivo a 2212 plantas de cacao y plátano) presentó costos de manejo bastante elevados, lo que resultó en riesgos también elevados.

DISCUSIÓN

El cacao y el plátano son dos cultivos importantes en el litoral atlántico de Panamá. El plátano es un cultivo relativamente nuevo, en fase de expansión y con mercado asegurado por la demanda creciente (aumento de las

exportaciones). El cacao pasa por un período de reducción del área cultivada debido a los bajos precios durante los últimos 10 años y al descenso en el rendimiento causado por *Moniliophthora roreri* (monilia). El plátano, por el contrario, ha mostrado precios favorables y muchos finqueros han sustituido sus cacaotales por platanales (Calvo y Platen, 1996). Sin embargo, este panorama puede cambiar porque los precios del cacao ya han dado muestras de recuperación y la rentabilidad puede mejorar si se utilizan cultivares con mayor resistencia a la monilia. La tendencia histórica de la región es a que los productores cambien constantemente de cultivo, de acuerdo con la rentabilidad relativa que ofrece cada uno (Bourgois, 1994). En el caso de cultivos perennes como el cacao, no pueden darse estos cambios porque conllevan altos costos financieros. Aumentos reales en los precios del plátano en los periodos 1984-1986 y 1992-1993 han contrarrestado el descenso en los precios del cacao para esos mismos periodos, lo que corrobora la ventaja del policultivo cacao + plátano respecto al monocultivo de cacao.

Los ingresos anuales de las tecnologías CLP resultaron superiores a los de los monocultivos, especialmente a



Las asociaciones de cacao y plátano son más productivas que los monocultivos, son también menos riesgosas (Foto T. Ludewigs, Panamá)

partir del año 7, que es cuando se empieza a cosechar el laurel. En Malasia, comparaciones entre diferentes diseños de cacao asociado a palma africana (*Elaeis guineensis*) con los respectivos monocultivos (Yusoff *et al.*, 1986) señalan también la superioridad de los asocios sobre los monocultivos en cuanto a ingresos netos totales. El asocio también presentó mayor estabilidad frente a las fluctuaciones de precio en el mercado. En un experimento similar conducido en Ghana (Amoah *et al.*, 1995), se encontró que no hubo reducciones significativas en la producción de palma cuando se introdujo cacao en asocio y que la rentabilidad total fue mayor cuando se incorporó cacao.

El laurel se benefició de la fertilización y el control de malezas del cacao y el plátano y presentó tasas de crecimiento que se ubican entre las mayores reportadas para la especie. Los retornos financieros del asocio laurel-cacao fueron evaluados y comparados, bajo condiciones experimentales, con los del cacao asociado a otras tres especies arbóreas (*Terminalia ivorensis*, *Tabebuia rosea* e *Inga edulis*) en Changuinola, Panamá (Trejos y Platen, 1995). El laurel a 278 árboles/ha mostró ser la opción más rentable; el 50% de los ingresos fueron aportados por el cacao, el 48% por el laurel y el 2% por el cultivo de maíz (sólo el primer año). El análisis de sensibilidad mostró que el laurel es el componente más estable en cuanto a cambios en los precios de los insumos, pero resulta muy afectado cuando el análisis proyecta bajas (aunque poco probables) en los precios de la madera.

La mayor parte de la literatura sobre estabilidad se concentra en los factores que afectan la producción física de los sistemas agrícolas y son pocos los estudios que analizan la estabilidad de los ingresos. Los índices de estabilidad obtenidos en este estudio sirven para comparar tecnologías CLP entre sí y con monocultivos, pero no sirven para compararlas con otros estudios, pues las varianzas obtenidas fluctúan en función del nivel promedio de los ingresos, del número de años analizados y de las tasas de descuento utilizadas. Las tecnologías con mayor proporción de cacao fueron menos riesgosas que las tecnologías con mayor proporción de plátano. Estos resultados contrastan con los obtenidos para los primeros cinco años del ensayo (Calvo y Platen, 1996), que mostraron a las tecnologías con mayor proporción de

plátano como las más prometedoras. Esto puede deberse a que el potencial productivo del cacao todavía no se había manifestado dos años atrás, el plátano se encontraba en pleno pico de producción y los precios del plátano mostraban tendencia ascendente en 1995, mientras que los del cacao disminuían. Ahora estas circunstancias han cambiado.

El cacao y el plátano son cultivos con producción continua durante el año, pero estacionales en cuanto a las cantidades cosechadas. La fluctuación de precios se da en el ámbito de los mercados de los grandes centros nacionales (plátano) e internacionales (cacao) y es independiente de las cantidades disponibles en las fincas. Esta oscilación de precios se da en el corto plazo y genera incertidumbre con relación a los ingresos mensuales, lo que parece ser más importante para el pequeño productor que la incertidumbre asociada a la variación anual de los ingresos. En este estudio no se analizaron las bondades y/o limitaciones de las tecnologías CLP para manejar la estabilidad y el riesgo mensual, pero el análisis de riesgo mensual es más indicado que el anual cuando la tecnología a evaluar se dirige a pequeños inversionistas.

CONCLUSIONES

Este estudio no permite concluir que los valores presentes netos (VPN) de los sistemas agroforestales cacao-laurel-plátano son más estables que los de los monocultivos de cada uno de los componentes por separado. Los resultados obtenidos indican que, por el contrario, los monocultivos de laurel y plátano resultaron los más estables, aunque los ingresos aportados por estas tecnologías sean los más bajos, para todas las tasas de descuento utilizadas. Las tecnologías CLP con mayor proporción de plátano son más estables que las tecnologías con mayor proporción de cacao.

Las tecnologías CLP con mayor proporción de cacao son las menos riesgosas para el productor en los próximos 12 años, debido a que los precios esperados del cacao para esos años son más optimistas que los del plátano y porque las tecnologías con mayor proporción de plátano son las más caras. Las producciones de cacao y plátano en el ensayo CLP son relativamente mejores que bajo monocultivo, lo que proporciona ingresos anuales más elevados y menor riesgo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

-
- AMOAH, F.M.; HUERTY, B.H.; BAIDOO-ODDO, K., 1995. Underplanting oil palm with cocoa in Ghana. *Agroforestry Systems* (Holanda) 30: 289-299
- BOURGOIS, P. 1990. Banano, etnia y lucha social en Centro América 1. ed. San José, C.R., s.n. 332 p.
- CALVO, G.; PLATEN, H. VON. 1996. Cacao-Laurel-Plátano: costos y beneficios económicos CATIE Serie Técnica Informe técnico n° 264. 55 p.
- CALVO, G.; SOMARRIBA, E., 1998. Cacao bajo sombra de leguminosas en Talamanca, Costa Rica. Costos y beneficios financieros. CATIE. Serie Técnica Informe Técnico n° 301. 31p.
- CONWAY, G.R. 1985. Agroecosystems analysis. *Agricultural Administration* (Holanda) 20: 31-55.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* (EE.UU.) 6: 36-41.
- KIRBY, M.C.; SINDEN, J.A.; KAINE, G.W. 1993. Appraisal of agroforestry investment under uncertainty: a South Australian case study. *Australian Forestry* (Australia) 56(2): 109-119.
- MARTEN, G.G. 1988. Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystems assessment. *Agricultural Systems* (Holanda) 26: 291-306.
- MEAD, R.; RILEY, J.; DEAR, K.; SINGH, S.P. 1986. Stability comparison of intercropping and monocropping systems. *Biometrics* (EE.UU.) 42: 253-266.
- MIPPE; INRENARE; CATIE; UICN. 1990. Estrategia para el desarrollo sostenible de la provincia de Bocas del Toro, Panamá - Diagnóstico provincial. Changuinola, Pan 54 p.
- PLATEN, H. VON. 1996. Alternativas de reforestación: taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras: la economía CATIE Serie Técnica. Informe Técnico n° 250. 34 p.
- SOMARRIBA, E. 1994. Sistemas cacao-plátano-laurel: el concepto. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico n° 226. 34 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMINGUEZ, L.; LUCAS, C. 1995. Cacao-plátano-laurel. Manejo, producción agrícola y crecimiento maderable. CATIE Serie Técnica. Informe técnico CATIE n° 233. 34 p.
- TREJOS, S.; PLATEN, H. VON. 1995. Sombras maderables para cacaoteros: aspectos económicos. CATIE. Serie Técnica- Informe Técnico n° 266. 41 p.
- YUSOFF, N.C.; LEONG, C.W.; LAMIN, J. 1986. Intercropping cocoa and oil palm-eleven years of trial results. *In: Cocoa and Coconuts: progress and outlooks*. Ed. by E. Pushparajah; Chew Poh Soon. Kuala Lumpur, Malaysia, The Incorporated Society of Planters. p. 205-220.

