

Uso de Rambután (*Nephelium lappaceum*) con Cedro (*Cedrela odorata*) y Laurel Negro (*Cordia megalantha*) Como Sombra Permanente en el Cultivo de Cacao

Jesús Sánchez, Aroldo Dubón y Dale Krigsvold, FHIA, La Lima, Cortés, Honduras.

Resumen. Evaluación de cacao con laurel negro (*Cordia megalantha*) y cedro (*Cedrela odorata*) como especies forestales y rambután (*Nephelium lappaceum*) como frutal usado como sombra tradicional y mezcla de leguminosas (*Inga* sp., *Erythrina* sp. y *Albizia* sp.) como testigo. El total de grano seco durante 12 años de registros es de 7,792 kg/ha, 10,080 kg/ha y 9,463 kg/ha para los asociados con laurel, cedro y rambután, respectivamente; mientras que el testigo, tiene una producción total de 9,084 kg/ha de grano seco. Se encontraron diferencias significativas ($p = 0.05$), entre el rendimiento promedio (kg de cacao seco/ha) con laurel y los otros tratamientos. El laurel y el cedro presentan un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 44.0 y 40.3 cm respectivamente, para una producción de madera al 14° año de 138 y 94 m³/ha de madera de laurel y cedro, en su orden. La producción total de rambután es de 1.037 millones de frutas/ha en 10 años de registros. Los ingresos netos para el productor en cosechar la madera al año 14, y en base a los precios promedios locales del cacao, serían de US\$ 11,958.44/ha en el asocio con laurel, US\$ 19,830.81/ha con cedro, US\$ 16,471.39/ha con rambután y sólo US\$ 1,136.67/ha en el testigo.

Abstract. Evaluation of different tree species as shade for cacao was conducted, using laurel negro (*Cordia megalantha*) and cedro (*Cedrela odorata*) as forest species, rambutan (*Nephelium lappaceum*) as a fruit tree, and a mixture of leguminous species (*Inga* sp., *Erythrina* sp. y *Albizia* sp.) as a control. The total production of dry cacao seed during the 12 years of observation was 7,792 kg/ha, 10,080 kg/ha, and 9,463 kg/ha for the associations with laurel, cedro, and rambutan respectively, while the control plots produced 9,084 kg/ha. There were significant differences ($p=0.05$) between the mean yield with laurel and the other treatments. Laurel and cedro trees had mean trunk diameters at chest height (DBH) of 44.0 and 40.3 cm respectively in the 14th year, with wood production of 138 m³ ha for laurel and 94 m³/ha for cedro. Total production of rambutan was 1,037 million fruit per ha for the 10 years of harvest. The accumulated income to the farmer at the 14th year, based on average local prices for cacao, was US\$11,958/ha for the association with laurel, US\$19,830.81/ha with cedro, US\$16,471.39 ha with rambutan, and only US\$1,136.67/ha for the control.

El cacao es una planta que requiere sombra, aunque también puede adaptarse a la plena exposición solar siempre que las condiciones de clima y suelo sean óptimas. Tradicionalmente el agricultor lo asocia con especies leguminosas como la guama (*Inga* sp.), el pito o poró (*Erythrina* sp.) y el madreaje (*Gliricidia sepium*), pero muchas otras especies se utiliza como sombra, incluyendo palmeras y frutales (Martínez y Enríquez, 1981; Jiménez *et al.*, 1987). Las especies asociadas, además del papel de sombra, aportan otros beneficios al cultivo como la fijación de nitrógeno atmosférico (en el caso de las leguminosas principalmente); también incorporan materia orgánica al suelo y regulan condiciones climáticas extremas como temperatura, viento y humedad relativa. Del mismo modo, el asocio de cacao sombreado con especies de mayor porte, favorecen el reciclaje de nutrientes y con esto la sostenibilidad del sistema (Santana y Cabala, 1987). La protección al cultivo de algunas especies tradicionales para sombra aportan beneficios complementarios al agricultor a través de frutos o como fuente de energía (leña). Sin embargo, el beneficio complementario que la sombra puede aportar al pequeño y mediano productor de cacao se puede maximizar utilizando especies maderables y frutales (algunas de la familia de las leguminosas), que tienen potencial económico en las condiciones de la zona atlántica de Honduras. Especies como el laurel blanco (*Cordia alliodora*), han sido utilizados exitosamente como sombra permanente del cacao (Somarriba, 1994; Fassbender *et al.*, 1988). También esta especie, junto con terminalia (*Terminalia ivorensis*), y el roble o macuelizo (*Tabebuia rosea*) han sido evaluados en Costa Rica y Panamá en la sustitución de sombra tradicional de cacaotales establecidos (Somarriba y Domínguez, 1994). En la costa atlántica de Honduras coincidiendo con las condiciones propias de la zona cacaotera, desarrollan muy bien el laurel negro (*Cordia megalantha*), especie maderable más apreciada en la industria que el laurel blanco (*C. alliodora*), el cedro (*Cedrela odorata*) y el rambután, fruto exótico de gran potencial para el mercado local, regional y foráneo. Con el propósito de conocer sobre las ventajas y problemas que tendrían los pequeños y medianos productores de cacao al asociar estas especies con su cultivo, se programó este estudio para determinar el efecto agronómico y económico a mediano y largo plazo del uso de estas especies de sombra no tradicionales en el cultivo de cacao, versus el cultivo bajo sombra tradicional de leguminosas.

Materiales y Métodos

Este estudio se localizó en la estación experimental CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, a una altura de 20 m sobre el nivel del mar y una precipitación media anual de 3,153 mm (promedio de los años 1997–2001). La siembra de las especies de sombra se hizo en mayo de 1987 y el trasplante del cacao en agosto del mismo año; la cosecha de cacao se inició en agosto de 1989. Los tratamientos considerados son los siguientes:

- Trat. 1: Rambután a 12 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.
 Trat. 2: Cedro a 6 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.
 Trat. 3: Laurel a 6 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.
 Trat. 4: Mezcla de leguminosas como testigo (*Inga* sp., *Erythrina* sp. y *Albizia* sp.) a 12 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.

El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones, para un total de 16 parcelas con tamaño de 36 x 24 m. Como sombra temporal hasta el tercer año se usó pelipita (*Musa* sp.), plátano no comercial. También se usó madreaje (*Gliricidia sepium*) hasta el 5º año, para suplir la sombra requerida por el cacao mientras se desarrollaban las especies en estudio y/o el autosombreamiento del cacao permitía mantenerlo sólo con la sombra proporcionada por las especies que conforman los distintos tratamientos. No se consideró ningún ingreso por concepto de la sombra temporal por no ser comercial la musácea utilizada; tampoco se consideró con este propósito el madreaje eliminado (todo se dejó en el área para su descomposición natural y mejoramiento del suelo). Además de las prácticas agronómicas propias para el cacao, anualmente se toma el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura (esta última hasta el 7º año) de las especies

Cuadro 1. Producción anual de cacao seco y promedio a los once años de edad bajo el asocio con distintas especies de sombra.

| Producción cacao seco (kg/ha) | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------|-------------------|
| Años | Cacao-rambután | Cacao-laurel | Cacao-cedro | Cacao-leguminosas |
| 1990 | 408 | 531 | 622 | 544 |
| 1991 | 907 | 813 | 1007 | 882 |
| 1992 | 728 | 605 | 833 | 633 |
| 1993 | 1109 | 843 | 1264 | 1041 |
| 1994 | 698 | 588 | 768 | 710 |
| 1995 | 961 | 831 | 825 | 940 |
| 1996 | 1198 | 745 | 990 | 1049 |
| 1997 | 953 | 527 | 810 | 951 |
| 1998 | 740 | 579 | 829 | 659 |
| 1999 | 600 | 614 | 783 | 581 |
| 2000 | 632 | 667 | 835 | 610 |
| 2001 | 531 a ¹ | 444 a | 514 a | 484 a |
| Total | 9,463 | 7,792 | 10,080 | 9,084 |
| Promedio | 788 | 649 | 840 | 757 |

1: Valores con la misma letra no difieren entre sí estadísticamente, según prueba de Duncan ($p=0.05$). C.V. =33.2%.

Cuadro 2. Proyección de ingresos brutos acumulados al decimotercero año en los sistemas agroforestales cacao-laurel, cacao-cedro, cacao-rambután y cacao bajo sombra tradicional de leguminosas.

| Sistema | Cacao (kg/ha) | Ingresos/cacao US\$/ha/año ¹ | Ingresos/rambután (US\$/14 años) | Madera ² Pies tablares/ha | Ingresos/madera US\$/ha | Total Ingresos (US\$/ha) ³ |
|-------------------|---------------|---|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Cacao-laurel | 7,791 | 7,180.67 | - | 27,560 | 12,057.50 | 19,238.17 |
| Cacao-cedro | 10,079 | 9,298.29 | - | 18,740 | 18,037.25 | 27,335.54 |
| Cacao-rambután | 9,463 | 8,722.85 | 15,176.31 | - | - | 23,899.16 |
| Cacao-leguminosas | 9,084 | 8,377.33 | - | - | - | 8,377.33 |

¹ Precio promedio de venta en el mercado local de US\$ 0.93/kg de cacao seco para los años 1990/2001

² Estimado en base a 100 árboles/ha (después de un raleo del 46%) y un volumen comercial del 60% del volumen total.

³ Total para 14 años, con un precio de venta en la finca US\$ 13.00 a US\$ 16.00/millar de fruta de rambután, que inicia producción a los 4 años.

maderables. Periódicamente (cada 15 a 25 días en época de cosecha), se registra la producción de cacao y los frutos con síntomas de Mazorca negra (*Phytophthora* spp). También se registra la producción de frutos de rambután al momento de su cosecha. Anualmente se aplican en junio-julio 225 g/árbol de la fórmula comercial 15-15-15 de NPK, respectivamente. En 1998 se hizo un segundo raleo de los maderables, eliminando un 23% de plantas en ambas especies. En el 2001 hubo cosecha de frutos de rambután, aunque no en la magnitud presentada en 1999 (en 1998 se perdió la cosecha de rambután por condiciones climáticas adversas). Para conocer la cantidad de nutrientes reciclados al suelo, a partir de 1996 se recogió la hojarasca depositada en un metro cuadrado de cada una de las 4 repeticiones en los distintos sistemas y se hizo análisis químico (sobre la base de peso seco), para conocer la cantidad de nutrientes devueltos al suelo en la misma.

Resultados y Discusión

Producción de cacao. En el 2001, el rendimiento de grano seco fue muy bajo en todos los lotes del centro y en general en toda la zona cacaotera, atribuyéndose esto al exceso de lluvia y descensos de temperatura propios de fin de año. La producción en estos sistemas fue de 444, 514 y 484 kg/ha para el asocio con laurel, cedro y con leguminosas, respectivamente, mientras que el asocio con rambután produjo, 531kg/ha (cuadro 1). Las condiciones adversas de clima, además de afectar la formación y desarrollo de frutos, afectan también la cosecha por mayor incidencia de enfermedades, principalmente Mazorca negra (*Phytophthora* spp.) y Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), aunque esta última no causó daños considerables en el Centro donde se detectó a principios de septiembre/02. El asocio con cedro mantiene el mejor promedio de producción aunque sin tener una diferencia significativa con el asocio con rambután y con el testigo, pero sí con el asocio con laurel negro al que superó en un 29% (191 kg/ha año). El asocio con rambután presenta una producción acumulada de 9,463 kg/ha, superando en 373 kg (4.1%) al testigo, pero superó al asocio con

laurel en 21.4%, equivalente a 1,671 kg/ha. Aunque los rendimientos de cacao en los distintos socios puede considerarse apenas aceptable, lo atractivo para el agricultor es que los mismos le generan ingresos complementarios al cacao, por concepto de madera o venta de fruta de rambután. Esto no sucede cuando el cacao se siembra en socio tradicional con otras especies, que en la mayoría de los casos solo le aportan leña.

Producción de rambután. La producción de rambután también puede catalogarse de regular en este año, habiéndose cosechado un promedio por árbol de 2,976 frutos, para una producción proyectada por hectárea de 237,680 frutos en el 2002 (y un acumulado de 1.012 millones de frutos en 10 años). La población productiva es de 80 árboles/ha (60% de la población original), pero por ser árboles procedentes de semilla, parte de la producción se descarta por baja calidad, además de las pérdidas que siempre se presentan por daño de aves silvestres. La producción se ha vendido siempre en el mismo CEDEC

para el mercado local y regional, a un precio que ha oscilado entre US\$ 13.00 y US\$ 16.00/millar, aunque puede mejorar este precio cuando la fruta es de buena calidad).

Desarrollo de las especies maderables. El laurel y el cedro después de catorce años de establecidos estos socios, alcanzaron un diámetro promedio de 44.0 y 40.3 cm, respectivamente (figura 1). La proyección anual de producción de madera por hectárea a los catorce años (1988–2001), es de 27,560 pies tablares en el laurel y 18,740 pies tablares en el cedro (esta especie es atacada en su follaje en los primeros años por la larva de la polilla *Hipsiphilla grandella* (cuadro 2).

Proyección de ingresos al decimocuarto año. En el supuesto de que al decimocuarto año fuera aprovechada la madera y en base a los precios promedios de la misma en diciembre/01, en el mercado local, el componente forestal de los sistemas cacao-laurel o cacao-cedro le estarían generando al productor ingresos complementarios al cacao por un valor de US\$ 12,057.50/ha y US\$ 18,037.25/ha para el laurel y el cedro, en su orden. Si a estos valores le agregamos el valor de la producción total de cacao de 12 años (1990 al 2001), al precio promedio anual de venta del grano en el mercado local, habría un ingreso total bruto al año 14 (si se cosechara en este año la madera) de US\$ 19,238.17 y US\$ 27,335.54 en los sistemas con laurel y cedro, respectivamente (cuadro 2). Para el sistema cacao-rambután habría también a los 14 años un ingreso bruto acumulado por concepto de cacao de US\$ 8,722.85/ha y de US\$ 15,176.31/ha de rambután (considerando el precio anual 1990/01 registrado en la zona), para un total del sistema de US\$ 23,899.16/ha (US\$ 2,172.65/ha año como promedio de 12 años), mientras que el sistema tradicional cacao con sombra de leguminosas, proporciona un ingreso bruto promedio anual en el mismo período solamente de US\$ 761.57 (cuadro 2). A pesar de los bajos precios del cacao registrados en el mercado en los últimos años, el sistema de socio cacao-rambután es atractivo para pequeños y medianos productores con asiento en áreas aptas para estas dos especies, ya que demanda pocos insumos, es de fácil manejo, contribuye a la protección del ambiente (como sistema de reforestación), y provee ingresos complementarios al cacao, especialmente cada dos años (el rambután tiene un patrón productivo bianual). Además, este sistema agroforestal es de poco riesgo para los productores, y los ingresos por venta de rambután se inician a mediano plazo (a partir del 4º ó 5º año), a diferencia de los sistemas con maderables en los cuales el aprovechamiento de la madera es a largo plazo (15 a 20 años en especies de rápido crecimiento bajo las condiciones de la costa norte de Honduras). El ingreso neto de estos sistemas con sombra no tradicional (laurel, cedro o rambután en este caso), sobrepasa significativamente los ingresos obtenidos con el sistema de cultivo tradicional bajo sombra de leguminosas (1,052% en el socio con laurel; 1,744% con el cedro y 1,449% con rambután, en comparación al testigo).

Cambio en las propiedades químicas del suelo e incorporación de materia orgánica. El análisis químico de suelos realizado en los últimos años muestra que no hay diferencias entre los distintos sistemas en cuanto a efectos en las condiciones químicas del suelo (cuadro 3). Se observa que el pH, la materia orgánica, el nitrógeno y el potasio, son parámetros con niveles bajos que seguramente

Cuadro 3. Promedio de resultados de análisis químico de suelos, catorce años después del establecimiento de distintos sistemas agroforestales.

| Parámetro | Sistema agroforestal | | | |
|-------------------|----------------------|-------------|--------------|-------------------|
| | Cacao-rambután | Cacao-cedro | Cacao-laurel | Cacao-leguminosas |
| pH | 5.45 B ¹ | 5.35B | 5.35 B | 5.15B |
| M. orgánica (%) | 1.89 B | 2.21B | 1.96 B | 2.46B |
| N total (%) | 0.12 B | 0.1B | 0.134B | 0.173B |
| P (ppm) | 1.50 B | 1.63B | 0.87 B | 1.25B |
| K (ppm) | 8.00 B | 6.25B | 4.75 B | 5.5B |
| Ca (ppm) | 1065.00 | 1192.00B/ | 832.00 B | 1117.00B |
| Mg (ppm) | B | N | 191.00 N | 198.00N |
| Mg/K ² | 23.00 | 233.00N | 131.5 | 112.2 |
| | B/N | 121.3 | | |
| | 90.6 | | | |

¹ B: Bajo, N: Normal, A: Alto.

² Relación óptima: 2.5–15.0.

Cuadro 4. Cantidad de hojarasca y aporte de nutrientes en la misma al decimocuarto año de establecidos distintos sistemas agroforestales con cacao.

| Sistema | Hojarasca (kg/ha) | Nutrientes reciclados al suelo (kg/ha) ¹ | | | | |
|-------------------|-------------------|---|------|------|-------|------|
| | | N | P | K | Ca | Mg |
| Cacao-laurel | 9,592 | 124.7 | 13.6 | 19.1 | 255.1 | 61.4 |
| Cacao-cedro | 6,780 | 83.0 | 5.2 | 21.0 | 199.3 | 38.3 |
| Cacao-rambután | 402 | 110.0 | 7.9 | 22.1 | 192.3 | 42.8 |
| Cacao-leguminosas | 7,797 | 128.3 | 7.2 | 24.9 | 118.9 | 38.2 |

¹ Procedente del cacao y de la especie asociada solo en el año 14º después del trasplante.

influyen negativamente en los rendimientos, sin embargo el cacao presenta rendimientos que son rentables para muchos agricultores, dado el bajo nivel de insumos aplicados en estos sistemas. Comparando las relaciones Mg/K en los distintos asociados, se observa que en todos este valor está muy por encima del rango óptimo que es de 2.5 – 15.0, lo cual está contribuyendo a la reducción de los rendimientos obtenidos en el presente año. Durante el 2001, se continuó el muestreo de hojarasca cada cuatro meses (abril, agosto y diciembre), en cada repetición y por cada sistema (1 m²), y se hizo su respectivo análisis químico sobre la base de peso seco. Los resultados (contenido de nutrientes y el peso seco), proyectados por hectárea, demuestran que estos asociados devuelven considerable cantidad de nutrientes al suelo, contribuyendo a su sostenibilidad a largo plazo (cuadro 4). El sistema con laurel, aportó la mayor cantidad de materia seca al suelo durante el 2001 (9.59 toneladas/ha), seguido del asocio con rambután que aportó 9.40 toneladas/ha, de este material, mientras que el testigo (leguminosas) aportó 7.79 toneladas/ha. El mayor aporte de biomasa en estos sistemas se traduce en aporte de elementos al suelo, contribuyendo a la sostenibilidad de los mismos. Es destacable el aporte de P, en el sistema con laurel en comparación con el testigo (13.67 y 7.2 kg/ha en el período), mientras que este último superó al sistema con cedro (5.2 kg/ha). También sobresale el mayor aporte de Ca y Mg en el asocio con laurel, producto del gran aporte de materia orgánica y de la concentración de este elemento en la misma. El aporte de N y P fue menor en el asocio con cedro (83.0 y 5.2 kg/ha en su orden), debido principalmente al menor aporte de hojarasca del sistema (6.78 toneladas/ha), dentro del período (2001).

Conclusiones

El rambután (*Nephelium lappaceum*), aunque tiene un comportamiento productivo bianual, es una alternativa para asociarlo con cacao en busca de una mayor rentabilidad del cultivo sin deterioro del ambiente. El laurel negro (*Cordia megalantha*) es una especie forestal muy adaptada a las condiciones cálidas y húmedas de la costa norte de Honduras donde el cacao desarrolla y produce satisfactoriamente, pudiéndose asociar estas especies para incrementar los ingresos del productor a largo plazo, cuando cosecha la madera. Para las condiciones de la costa atlántica de Honduras el cedro (*Cedrela odorata*) es una especie forestal con alta demanda en el mercado local que desarrolla satisfactoriamente en asocio con cacao, permitiendo obtener rendimientos de grano seco iguales o aun superiores a los obtenidos con sombra tradicional de leguminosas. Los sistemas cacao-laurel y cacao-cedro son sistemas agroforestales que contribuyen a la conservación del recurso suelo, gracias al aporte de materia orgánica a través de la hojarasca (del cacao y de la especie sombreadora), contribuyendo así mismo al aporte de nutrientes y con esto a la fertilidad natural del recurso.

Literatura Citada

- FASSBENDER, H.W., L. ALPIZAR, J. HEUVELDOP, H. FOLSTER Y G. ENRIQUEZ. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6:49-62.
- JIMENEZ V. G., L.A. NAVARRO y G.A. ENRIQUEZ. 1987. Sistemas de producción con frutales asociados al cultivo del cacao. In: 10ª Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. Resúmenes. p. 120.
- MARTINEZ, A. y G.A. ENRIQUEZ. 1981. La sombra para el cacao. CATIE. Serie Técnica, Boletín Técnico No. 5.
- SANTANA M. M. B. y P. R. CABALA. 1987. Reciclaje de nutrientes en agrosistemas de cacao. In: 10ª Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. 17 - 23 de mayo de 1987. Resúmenes. p. 80.
- SOMARRIBA, E. 1994. Sistema Cacao-Plátano-Laurel. El Concepto. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; No. 226.
- SOMARRIBA, E. y M. L. DOMINGUEZ, 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra de cacaotales establecidos. Manejo y Crecimiento. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; No. 240. 96 p.