

PROPORCIONANDO ALGO DE LUZ SOBRE LA SOMBRA... SU EFECTO EN EL FRIJOL, MAÍZ Y BANANO¹

E. Torquebiau²
E. Akyeampong³

En muchas asociaciones agroforestales, los árboles y los cultivos compiten, al menos hasta cierto punto, por luz. Esto es especialmente cierto cuando los árboles crecen mucho, como sucede en sistemas que favorecen el desarrollo de árboles dominantes (sistema taungya o huertos caseros) y cuando éstos están dispersos en tierras de cultivo o plantados en bordes. Hay además competencia por luz entre hileras de árboles pequeños y cultivos, antes de que se realice la poda, cuando los cultivos son pequeños. Si esta competencia está basada en una lucha por agua o nutrientes, los árboles tendrán severos efectos negativos sobre los cultivos. Diferentes cultivos, sin embargo, reaccionan en forma diferente a la reducción de luz; algunos son más tolerantes a la sombra que otros.

Los científicos han estado tratando de separar las diferentes interacciones ecológicas que son posibles entre árboles y cultivos. Una forma conveniente consiste en separar las interacciones sobre el suelo -luz, lluvia, viento y temperatura- de aquellas que ocurren bajo él e incluyen humedad y nutrientes (Ong *et al.*, 1991). Cuando la precipitación y la fertilidad del suelo son adecuadas, los árboles y los cultivos competirán por el siguiente factor más probable a ser limitado, la luz. Por otro lado, si las condiciones del suelo no son buenas, es poco probable que la luz vaya a constituir un factor limitante, de hecho, puede incluso haber luz en exceso. En la investigación experimental, los factores limitantes pueden ser aislados y modificados para estudiar sus efectos individuales. La fertilización o irrigación puede eliminar las deficiencias de nutrientes o agua. Una malla que sea permeable a los nutrientes y al agua, pero no a las raíces, puede ser utilizada para prevenir interacciones entre sistemas radicales.

En la estación experimental del ICRAF en Machacos, Kenya, utilizamos materiales de sombra de diferentes densidades para simular condiciones de

Palabras Claves: Sistemas agroforestales, competencia de luz, sombra artificial, rendimiento.

RESUMEN

La cantidad de la reducción del rendimiento de cultivos provocada por competencia de luz y nutrimentos, fue determinada en tres cultivos frecuentemente utilizados en sistemas agroforestales: maíz (*Zea mays* L., var. Katamaini Composite), frijol (*Phaseolus vulgaris* L., var. Rose Coco) y banano (*Musa* sp., var. Dwarf Cavendish). Trabajos en la Estación Experimental Machacos del ICRAF, utilizando sombra artificial, demostraron que el maíz fue más afectado con una reducción del 27% que el frijol, donde los rendimientos no se vieron afectados o el banano, con un 30% de sombra, que resultó verdaderamente en un pequeño aumento de rendimiento, sin embargo, la madurez se prolongó y hubo una mayor incidencia de enfermedades.

Trabajo de campo con frijol y banano asociado con *Grevillea robusta*, demostró que hasta la mitad de las reducciones en rendimiento bajo los árboles, pueden ser atribuidos a la competencia abajo de la tierra y no a la competencia por la luz. Otros trabajos demostraron que la distribución espacial y temporal de la luz bajo el dosel de los árboles, puede afectar el desempeño del cultivo.

Es necesario seleccionar ambos cultivos y árboles en sistemas agroforestales para características que reducen la competencia de luz.

Shedding some light on shade... its effect on beans, maize and bananas.

ABSTRACT

The amount of yield reduction caused by competition for light and nutrients was determined in three crops frequently grown in agroforestry systems: maize (*Zea mays* L., var. Katamaini Composite), beans (*Phaseolus vulgaris* L., var. Rose Coco) and bananas (*Musa* sp., var. Dwarf Cavendish). Work at the Machacos Experiment Station of ICRAF, using artificial shade, showed that maize was much more affected by a 27% reduction in light than beans, whose yields were not reduced, or bananas, whose yields actually showed a slight increase with 30% shade although maturity was delayed and disease incidence slightly increased. Field work with beans and bananas associated with *Grevillea robusta* trees, showed that as much as half of the yield reductions under trees, can be associated with below-ground competition rather than competition for light. Other work has shown that the spatial and temporal distribution of the light under tree canopies can affect crop performance. Both, crops and trees used in agroforestry systems, should be selected for characteristics which reduce light competition.

¹ Traducido de Agroforestry Today, Oct.-Dic. 1994, Vol. 6 N°4, por Ariadne Jiménez (CATIE).

² Ecólogo Forestal en el International Centre for Development-oriented Research in Agriculture (ICRA), Agropolis International, Avenue Agropolis, 34394 Montpellier, cedx 5, France, Fax: (33) 67 04 75 26.

³ Agrónomo en ICRAF. United Nations Avenue, Gigiri, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenya

la luz real, en cultivos de dosel alto. De esta forma, podemos simular diferentes grados de sombra en maíz, frijol y banano, los tres cultivos principales comestibles del este africano y determinar la relación mostrando los rendimientos esperados de estos cultivos, como una función del nivel de luz o la curva de respuesta a la luz. Este conocimiento es necesario para analizar el conjunto completo de interacciones entre los cultivos y árboles sembrados en asocio.

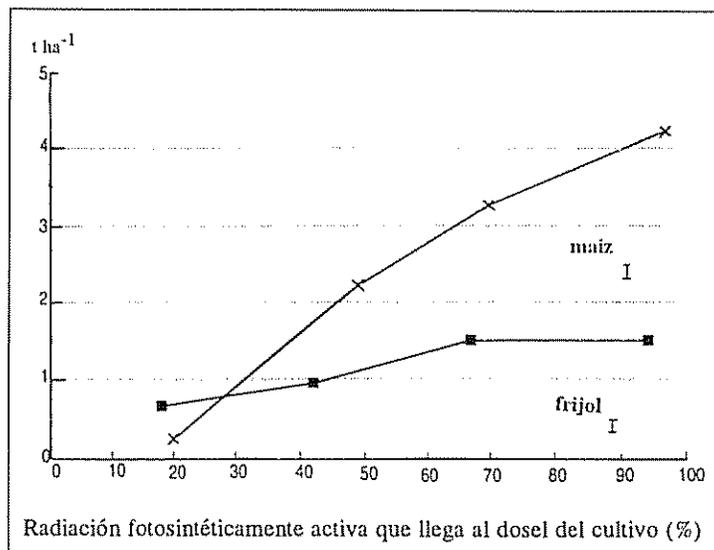
Establecimos el experimento utilizando materiales de nilón de tres tamaños de malla diferentes, para reducir cerca del 30, 50 y 75% de la luz que entraba, más específicamente, la radiación fotosintéticamente activa (RFA). Se plantaron variedades de cultivos utilizados localmente; maíz (*Zea mays* L., var. Katumaini Composite), frijol (*Phaseolus vulgaris* L., var. Rose Coco) y banano (*Musa* sp., var. Dwarf Cavendish). Los cultivos fueron fertilizados completamente e irrigados para asegurar que la luz fuese el único factor limitante.

Los resultados muestran que las reducciones en los rendimientos de cultivo causados por la sombra donde hubo disminuciones, no fueron proporcionales a las reducciones de la intensidad de la luz. El frijol no se vio afectado de ninguna forma, por la reducción de un 27% de la luz, como se muestra en la Figura 1. Una disminución mayor de luz en un 42% de la radiación total, redujo el rendimiento de grano seco en un 37% en el control.

Como se esperaba en el experimento de sombra artificial en Machacos, el maíz fue más afectado por la sombra que el frijol. Una reducción de luz de un

27%, causó una baja de un 23% en el rendimiento de grano seco de maíz y un 50% menos de luz disminuyó los rendimientos en un 47% (Figura 1).

Figura 1. Respuesta del rendimiento de frijol y maíz en grano a la sombra en 1992 (promedio de dos estaciones), Machacos, Kenya.



Esto confirma la creencia común de que el maíz no es adecuado para asociaciones agroforestales que incluyan árboles para sombra, al menos no donde el agua y los nutrientes son adecuados. Sería interesante probar esto donde existan deficiencias de suelo y presión de agua, como en el asocio común de mijo con *Parkia biglobosa* en el Sahel, donde es sabido que los factores limitantes interactúan.

También es interesante notar que los rendi-

Cuadro 1. Parámetros de rendimiento de banano Dwarf Cavendish sembrados bajo sombra en la Estación de Investigación Machacos, Kenya, Nov. 1991 - Ene. 1994.

| Sombra | Altura a los 11 meses (cm) | Días de cosecha (no.) | Peso racimo (kg) | Unidades (no.) | Peso Unid. (g) | Unid. podridas (no.) |
|--------|----------------------------|-----------------------|------------------|----------------|----------------|----------------------|
| 0 | 171.0 | 500.0 | 19.0 | 161.0 | 138.0 | 20.0 |
| 30% | 176.0 | 505.0 | 21.0 | 172.0 | 156.0 | 27.0 |
| 50% | 176.0 | 595.0 | 23.0 | 200.0 | 134.0 | 44.0 |
| 75% | 160.0 | 745.0 | 20.0 | 200.0 | 118.0 | 17.0 |
| d.e. | 14.6 | 22.5 | 1.2 | 14.6 | 13.6 | 8.7 |
| CV% | 12.1 | 5.5 | 8.3 | 11.3 | 7.1 | 45.4 |

d.e.: Desviación estandard

CV: Coeficiente de variación

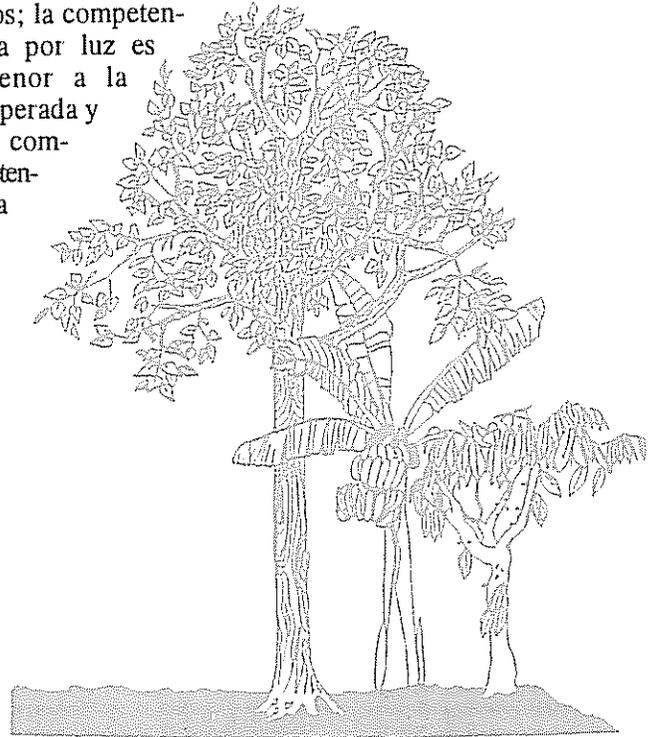
mientos de banano (Cuadro 1), se vieron menos afectados por la sombra que el maíz. La altura de los tallos fue la misma para todos los tratamientos a los 11 meses, cuando las primeras plantas comenzaron a florear. La productividad en el tratamiento con un 30% de sombra y bajo luz total fue el mismo y en ambos tratamientos las plantas maduraron a la misma tasa. En los otros tratamientos, la principal diferencia fue un atraso en la maduración de cerca de tres meses bajo el 50% de sombra y otros cinco meses bajo un 75% de sombra. Los atrasos en el florecimiento podrían ser explicados por una baja en la temperatura de 1.6°C y 3°C, respectivamente. Las plantas de banano bajo un 50% de sombra, produjeron rendimientos mayores, de aproximadamente un 20% que aquellas sin sombra; el banano bajo sombra tuvo más frutos por racimo. Esto confirma resultados anteriores pero poco conocidos, que muestran que los rendimientos de banano se ven menos afectados por la sombra, de lo que generalmente se creía (Murray, 1961). Con una buena provisión de agua y bajo protección, sin embargo, algunos frutos se vieron afectados por una enfermedad conocida como pudrición de los frutos (cigar end rot), causada por el hongo *Verticillium theobromae* (Cuadro 1).

Esos resultados ayudaron a entender las interacciones árbol-cultivo que se dan en agroforestería. Por ejemplo, los árboles de *Grevillea robusta* de tres años que median de 5-6 m de altura y que fueron plantados a 4m x 4m, en un experimento en Burundi, interceptaron cerca del 20-25% de la luz disponible, al inicio de las lluvias. Para finales de la estación lluviosa, entre el 40-60% de la luz fue cortada por los árboles. Sin embargo, la reducción total del rendimiento de frijol fue de cerca del 46%. Parte de esta reducción en el rendimiento, se debió a la competencia de raíces. Para controlar la competencia de raíces, se instaló una barrera de malla permeable en el experimento, para prevenir interacciones entre raíces de frijol y *Grevillea*. La reducción del rendimiento de frijol fue entonces de sólo 27%, indicando que la competencia de raíces correspondió al 19% de la disminución del rendimiento. Esta reducción del rendimiento, es en efecto, menor de la que se hubiera esperado, dado los considerables efectos de la sombra de los árboles de *Grevillea*. Una explicación podría ser la sombra variable de los árboles, más que la sombra constante de los tejidos de nilón durante la fase de siembra. O ésto puede indicar una interacción positiva entre árboles y cultivos, que puede contrarrestar al menos, algunos de los efectos de la sombra.

Si se siembra banano con frijol, la luz que llega al frijol se reduce cerca de un 15-30% y el rendimiento de frijol disminuye en un 28%. La sombra corresponde a sólo un 5% de la disminución en el rendimiento y la competencia de raíces corresponde

al 23%.

Cuando se siembra banano y *Grevillea* en campos de frijol, la luz siempre se reduce en más de un 40% y el rendimiento de frijol disminuye en un 77%, del cual un 27%, se debe a la sombra y un 50% a la competencia bajo suelo. Así, los efectos combinados de los árboles de banano y *Grevillea*, no son iguales a la suma de sus efectos separados; la competencia por luz es menor a la esperada y la competencia



de raíces es mayor.

En países donde el banano es una comida básica importante, como en Uganda, Burundi y Rwanda, puede también ser un potencial en sistemas agroforestales, donde el banano es sembrado bajo sombra parcial y la competencia bajo suelo es controlada. La persona que promueva el uso de árboles en finca, debe tener cuidado cuando selecciona los cultivos con los que va a asociar los árboles. Estos cultivos deben ser tolerantes a la sombra para que funcionen en dichos sistemas.

Otro factor que debe ser considerado es la distribución espacial y temporal de luz. El arreglo de árboles en tierras de cultivos, afectará el período del día cuando los cultivos están bajo sombra o bajo luz. Los cultivos del sotobosque también experimentarán diferentes patrones de luz, dependiendo de la estructura del árbol y del dosel. Los doseles arbóreos multiestratificados, tienden a interceptar menos luz que los árboles densos de estratificación única (Torquebiau, 1988).

Los árboles de dosel bajo también inducen a un ambiente dinámico de luz debajo de ellos, en forma de "manchas de luz" (sunflecks), causado por el

movimiento del follaje. Estos patrones dinámicos de luz han demostrado incrementar la eficiencia fotosintética en algunas plantas del sotobosque, en el bosque húmedo (Pearcy, 1988).

Los propagadores que seleccionen árboles para agroforestería, deben también considerar todos estos factores -patrones de luz y uso de luz por cultivos- para obtener combinaciones que puedan beneficiar el suelo, al agricultor y los cultivos □

BIBLIOGRAFIA

MURRAY D.B. 1961. Shade and fertilizer relations in the banana. *Tropical Agriculture* 38:123-132

ONG C., CORLETTE J.E., SINGH R.P. AND BLACK C.R. 1991. Above- and below-ground interactions in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management* 45:45-57.

PEARCY R.W. 1988. Photosynthetic utilization of lightflecks by understory plants. *Australian Journal of Plant Physiology* 15:223-238

TORQUEBIAUE.F. 1988. Photosynthetically active radiation environment, patch dynamics and architecture in a tropical rainforest in Sumatra. *Australian Journal of Plant Physiology* 15:327-342.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, recibirá ofertas para el puesto de Director del Programa de EDECO

Naturaleza del puesto: El puesto requiere la dirección de un equipo multidisciplinario, la planificación estratégica y la coordinación de la cooperación externa de la Escuela de Posgrado, el Area de Capacitación y el Area de Comunicación e Informática; unidades que conforman EDECO. También requiere realizar negociaciones con entidades y países cooperantes, para la obtención de proyectos y becas de estudio.

Tareas: Entre las tareas a desempeñar están:

- Gerenciar EDECO con una visión futurista.
- Planificar, dirigir y supervisar las actividades de EDECO.
- Identificar, formular y negociar proyectos con entidades cooperantes.
- Asesorar a la Dirección General en la formulación y cambios del Plan Estratégico y demás políticas vinculantes al programa.
- Planificar, ejecutar, supervisar y evaluar el plan operativo y financiero del programa.

Requisitos: Los requisitos que se solicitan son:

- Ph.D. en ciencias agrícolas, manejo de recursos naturales o áreas afines.
- Experiencia mínima de diez años en su especialidad y en la coordinación de programas educativos (maestrías y doctorados).
- Dominio del inglés y el español (deseable un tercer idioma).
- Tener mínimo ocho publicaciones en revistas científicas y un libro editado a través de un Comité Editorial.

Documentos: Las personas interesadas deben presentar:

- Carta de solicitud y Curriculum Vitae.
- Historial salarial (certificación salario actual).
- Referencia de tres personas que puedan recomendar su trabajo.
- Copia certificada del último título académico.

Recursos Humanos, Apdo. Postal 7170 CATIE. Turrialba, Costa Rica. Fax (506) 5561533.

La fecha límite para la recepción de solicitudes vence el 20 de mayo de 1995.



IFS OFRECE APOYO A JOVENES CIENTIFICOS

La Fundación Internacional para la Ciencia (IFS) y la Autoridad Sueca de Desarrollo Internacional (SIDA), invitan a los jóvenes científicos que han destacado en sus trabajos, originarios de países en vías de desarrollo, a concursar en el Programa de Becas de Investigación que ofrecen ambas entidades.

Los interesados deben enviar propuestas de proyectos de investigación en el campo agroforestal, forestal, producción animal, recursos marinos y otras áreas. Las propuestas deben contribuir a mejorar el conocimiento de las características ecológicas de ecosistemas naturales y artificiales, regeneración y manejo natural de la vegetación, plantación de especies forestales, métodos de extracción menos destructivos, etc.

Se dará especial atención a las propuestas orientadas a los aspectos forestales en áreas secas.

Las personas seleccionadas serán notificadas entre junio y diciembre del año en curso.

Para mayor información, escriba a:

International Foundation for Science, Grev
Turegatan 19 S-11438 Stockholm, Sweden. Tel.:
468 791 2900, Telefax: 468 660 26 18. Internet
EMail: ifs@.se.