

EL USO DE PLANTAS DE COBERTURA EN SISTEMAS DE PRODUCCION DE CULTIVOS PERENNES Y ANUALES EN COSTA RICA¹

Freddy Sancho^{2}, Carlos Cervantes^{**}*

RESUMEN

Se revisa históricamente el empleo de plantas de cobertura en los sistemas agrícolas, los tipos y sus beneficios. Se establece claramente la relación de las coberturas con aspectos físicos de suelos (agregación, infiltración, erosión), factores de fertilidad de suelos (fijación de N, reciclaje de nutrientes) y de manejo de plagas, malezas y enfermedades (preservación del balance, biodiversidad). Se caracteriza a las plantas óptimas para cobertura, y se señala la importancia de reconsiderar la utilización de las llamadas "malezas nobles" con fines de cobertura. Dentro de las especies más estudiadas se señalan el kudzú, desmodio, arachis y frijol terciopelo, cuya utilización en cultivos perennes y anuales, se discute a través de ejemplos nacionales. En cultivos perennes se destacan las ventajas del kudzú y el desmodio como controladores de malezas y conservación de agua en palma aceitera. Para otros cultivos la investigación ha sido bastante específica y se señala la necesidad de realizarla en forma más integral que contemple el rendimiento a largo plazo. En banano estudios con arachis para controlar malezas y como regulador de patógenos, especialmente nematodos. En café, el uso de arachis y desmodio ha sido evaluado principalmente para el control de erosión en el establecimiento o poda y en el manejo de las malezas. En cultivos estacionales las coberturas se han utilizado principalmente en frijol tapado, sistema en el cual se dirigen esfuerzos hacia el establecimiento de barbechos mejorados. Hay estudios con mucuna, crotalaria, camaralia y kudzú en ciclos alternos con maíz y se mencionan beneficios en el control de malezas y en rendimiento al mejorar la nutrición. También, valoraciones del aporte de N de los ug a partir de técnicas de N15, demuestran las ventajas de las

ABSTRACT

The use of cover plants in perennial and annual crop production systems in Costa Rica. The kinds and benefits of cover plant usage in agricultural systems are historically reviewed. The relationship of cover crops with soil physical features (aggregation, infiltration, erosion), soil fertility factors (N fixation, nutrient recycling) and pest, weed and disease management (balance preservation, biodiversity), are clearly established. Optimum cover plants are characterized, and the importance of reconsidering the utilization of the so called "noble weeds" for cover purposes is indicated. Among the more widely studied species, kudzu, desmodium, arachis and velvet bean are pointed out, and their use with perennial and annual crops is discussed through local examples. In perennial crops, the advantages of kudzu and desmodium in weed control, and in water conservation in oil palm, are emphasized. In other crops research has been quite specific, and the need to make it more integral, so that it considers long range benefits, is pointed out. In bananas, arachis has been tried for weed control and pathogen regulation, particularly nematodes. In coffee, arachis and desmodium have been evaluated mainly for erosion control and weed management during crop establishment or pruning. With seasonal crops, plant mulches have been used mainly in "tapado" beans, a system where efforts are being made to improve fallows. Studies with mucuna, crotalaria, carnavalia and kudzu alternating with corn cycles show benefits in weed control and improved nutrition, resulting in better yields. Detailed assessment of N contribution by N15 techniques also show advantages

1/ Documento expuesto en el II Congreso Nacional de Suelos. Julio, 1996, San José, Costa Rica.
2/ Autor para correspondencia.

* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
** Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

coberturas. Algunas mediciones del efecto de las coberturas sobre la diversidad de organismos y sobre la erosión han sido efectuados en sitios específicos en el país en sistemas de cultivos estacionales. Se recomienda incentivar su uso y por lo tanto se establecen como prioritarias superar las limitaciones de semilla y la escasez de investigación integral.

INTRODUCCION

El empleo de plantas de cobertura fue una parte integral de la mayoría de los sistemas agrícolas de los países desarrollados hasta los años cincuenta. Hasta esa época las plantas de cobertura y los desechos animales fueron claves para manejar la fertilidad del suelo y sostener la producción de granos. Conforme la agricultura se hizo más especializada, se introdujo la aplicación de fertilizantes como mecanismo de proveer una fuente de N fácilmente disponible para la producción de granos, y así, el empleo de plantas de cobertura fue decayendo muy rápidamente en esos países.

En otras regiones menos desarrollados, debido a problemas de distribución, costos de transporte o el mismo costo del fertilizante el uso de los mismos ha sido menos intensivo y los sistemas de producción agrícola han dependido en mayor grado del uso de coberturas o de períodos de descanso o barbecho más prolongados.

of cover crops. Some measurements of cover crop effects on diversity of organisms and on erosion have been made in seasonal crop systems in specific sites in the country. Cover crop use should be stimulated, therefore overcoming present seed limitations and increasing integral research are considered necessary.

Debido al aumento en el costo de la energía requerida para la producción de fertilizantes nitrogenados y los problemas de contaminación de aguas por nitratos la agricultura en todo el mundo vuelve a mirar con renovado interés a los cultivos de cobertura.

Las plantas de cobertura nunca son sembradas con el objetivo de cosecharlas y obtener beneficio económico de ellas, por el contrario, su objetivo es llenar algún vacío en tiempo o espacio del cultivo principal, y en el cual, el suelo permanece descubierto. Los cultivos de cobertura tienen el propósito de mejorar la fertilidad, proteger al suelo en contra de la erosión, mejorar la estructura del suelo, y suprimir plagas, incluyendo malezas, insectos y patógenos. Algunos de los beneficios generales del uso de plantas de cobertura son resumidos por Lal et al. (1990) y se describen en la Figura 1.

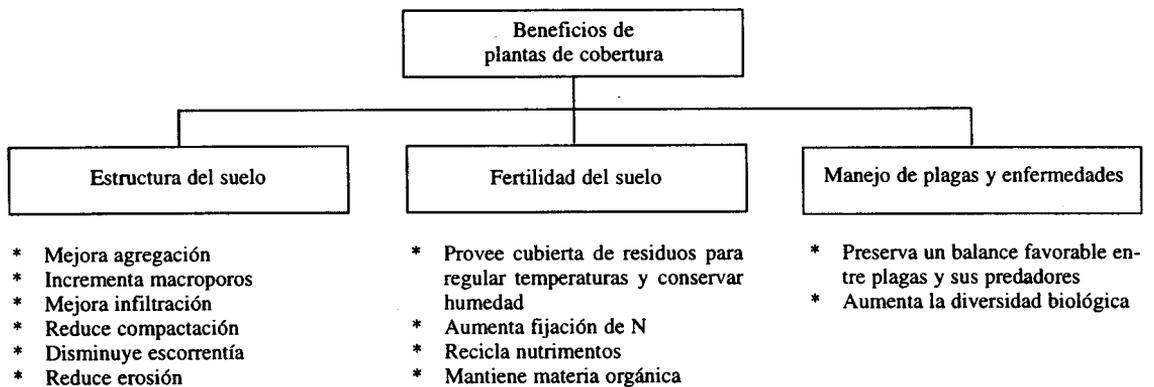


Fig. 1. Efectos de las plantas de cobertura.

Las plantas de cobertura pueden ser utilizados siguiendo dos enfoques generales: coberturas vivas y coberturas muertas. En el primer sistema las plantas de cobertura conviven con el cultivo principal. Este sistema es frecuentemente utilizado cuando no hay competencia por agua, luz o nutrimentos del suelo. En el sistema de cobertura muerta las plantas de cobertura son eliminadas mecánica o químicamente antes de sembrar el cultivo principal. Si se utiliza algún sistema de incorporación al suelo este cultivo de cobertura se constituye en un abono verde.

Estos diferentes enfoques también permiten seleccionar el tipo de planta de cobertura a utilizar. Si lo que interesa es una cobertura viva, entonces se deberá utilizar alguna planta de rápido establecimiento pero con un hábito de crecimiento no muy agresivo. Aquí se busca evitar la competencia con el cultivo principal, pero a su vez, facilitar un adecuado control de la erosión del suelo y supresión de malas hierbas.

Las plantas para ser utilizadas como cobertura muerta o abonos verdes deben tener muy rápido hábito de crecimiento y producir la mayor cantidad de biomasa vegetal en el menor tiempo posible. De esta manera, cuando son eliminadas proveen una buena cubierta para la protección del suelo y para la supresión de malas hierbas. Este tipo de enfoque también permite aclarar que el sistema de coberturas vivas es más eficiente en cultivos perennes, mientras que el sistema de coberturas muertas o abonos verdes es muy eficiente en cultivos estacionales.

ESPECIES UTILIZADAS COMO PLANTAS DE COBERTURA

Son muchas las plantas utilizadas como coberturas vegetales en ambientes tropicales y la selección de especies depende de características de clima, suelo, y del sistema de producción al cual serán integradas. Normalmente, para que una planta sea exitosa como cobertura se le buscan aspectos tales como:

- Facilidad de establecimiento,
- capacidad para formar una rápida cobertura del suelo,
- agresividad para controlar a las malezas,
- ausencia de competencia por luz, agua o nutrimentos,
- no ser hospedera alterna de plagas o enfermedades, y mejorar la fertilidad del suelo.

Debido a su capacidad de fijar N atmosférico, la mayoría de las especies recomendadas son leguminosas. Sin embargo, algunas gramíneas con características muy deseables también pueden ser utilizadas. La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1984) indica que al menos existen una 200 especies de leguminosas que podrían ser utilizadas como coberturas. A pesar de la gran diversidad de especies que menciona la literatura sólo algunas de ellas han sido evaluadas adecuadamente. Una lista de la plantas comúnmente recomendadas en Costa Rica (Cubero 1994) y en otras regiones tropicales (Lal 1990, Lathwell 1990) se presenta en la Cuadro 1.

Recientemente se ha puesto especial interés al reconocimiento de que algunas plantas que anteriormente eran consideradas como malas hierbas no producen efectos adversos al cultivo y por lo tanto se empieza a recomendar deshierbas selectivas con el fin de permitir el establecimiento de estas llamadas "malezas nobles". En el Cuadro 2 se mencionan algunas de estas especies (Cubero 1994, CENICAFE 1993).

De toda las especies recomendadas sólo para muy pocas especies existe investigación que permita conocer su manejo e influencia sobre los diferentes sistemas de producción, y su empleo se realiza en una forma muy dispersa. La atención de investigadores y agricultores se ha centrado en unas pocas especies dentro de las cuales se puede citar al kudzú y al desmodio. Más recientemente se ha presentado un creciente interés por otras especies como el arachis y el frijol terciopelo.

Cuadro 1. Plantas recomendadas como cultivo de cobertura.

Especies	Nombre común	Hábito de crecimiento	Crecimiento
Leguminosas			
<i>Arachis pintoi</i>	Manicillo, arachis	Rastrero	Mod. lento
<i>Arachis prostrata</i>	Arachis	Rastrero	Mod. lento
<i>Calopogonium mucumoides</i>	Calopogo, pica pica	Rastrero trepador	Rápido
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul arbustivo	Rápido	
<i>Canavalia ensiformes</i>	Frijol papa	Rastrero trepador	Rápido
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	Rastrero trepador	Mod. lento
<i>Crotalaria sp.</i>	Crotalaria	Arbustivo	Rápido
<i>Desmodium ovalifolium</i>	Desmodium	Rastrero trepador	Mod. lento
<i>Desmodium ucinatum</i>	Trébol español	Rastrero	Mod. lento
<i>Dolichos lablab</i>	Dolichos	Trepador	Rápido
<i>Flemigia congesta</i>	Flemigia	Arbustivo	Lento al inicio
<i>Glycine wightii</i>	Soya perenne	Rastrero	Mod. lento
<i>Indigofera spicata</i>	Añil rastrero	Rastrero	Rápido
<i>Macropitilium atropurpurea</i>	Siratro	Rastrero trepador	Rápido
<i>Mucuna sp.</i>	Mucuna, frijol terciopelo	Rastrero trepador	Rápido
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudúz	Trepador	Lento al inicio
<i>Stylozanthus gracilis</i>	Stylo, alfalfa del Brasil	Arbustivo	Lento al inicio
<i>Stylozanthus humilis</i>	Stylo		Lento al inicio
<i>Vigna sinensis</i>	Caupí, rabiza	Arbustivo	Mod. lento
<i>Lotus corniculatus</i>	Trébol pata de pájaro	Rastrero	Mod. lento
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Tallos erectos	Mod. lento
<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rojo	Erecto	Mod. lento
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	Rastrero	Mod. lento
<i>Vicia sativa</i>	Veza común	Trepador	Mod. lento
<i>Zornia latifolia</i>	Zornia		
Gramíneas			
<i>Axonopus compressus</i>	Yerba alfombra	Rastrero	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Congo, pasto rubí	Rastrero	
<i>Cynodon dactylon</i>	Bermuda	Rastrero	
<i>Digitaria decumbens</i>	Pangola	Rastrero	
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	Rastrero	
<i>Paspalum hieronymii</i>	Paspalum	Rastrero	
<i>Paspalum notatum</i>	Jenjibrillo	Rastrero	
<i>Pennisetum purpureum</i>	Elefante	Rastrero	

SISTEMAS DE CULTIVOS PERENNES CON PLANTAS DE COBERTURA

El uso más extendido de plantas de cobertura en cultivos perennes en Costa Rica, lo representa el cultivo de la palma aceitera el cual ocupa una extensión de 25000 ha (Ortiz y Fernández 1992), y en las cuales se utiliza principalmente el kudúz y el desmodio como plantas de cobertura. La efectividad de estas coberturas en el control de malezas ha sido reportada por Agüero y Ortiz (1995), y otros efectos benéficos tales como la conservación del agua durante la época seca, au-

Cuadro 2. Especies de malezas consideradas como "coberturas nobles".

Especie	Nombre común
<i>Commelina diffusa</i> ^{1,2}	Canutillo, siempre verde
<i>Drymaria cordata</i> ²	Cinquillo, nervillo
<i>Galisonga sp.</i> ¹	Mielcilla
<i>Geofila repens</i> ¹	Oreja de ratón
<i>Oplismenus burmannii</i> ^{1,2}	Cansagente, panza de burro
<i>Oxalis corniculata</i> ²	Acedera amarilla
<i>Portulaca oleracea</i> ²	Verdolaga
<i>Pseudochinolea polystaquia</i> ¹	Coneja, golondrina
<i>Richardia scabra</i> ²	Chiquizazillo velludo

Fuente: 1: Cubero 1994; 2: CENICAFE 1993.

mento del contenido de nutrientes y mejoramiento de las propiedades físicas de suelo con el subsecuente mayor crecimiento de la palma, son indicados por Ortíz et al. (1995).

En canales de drenaje en plantaciones de palma aceitera se empieza a utilizar con bastante regularidad la flemigia como mecanismo de reducir los problemas de erosión y controlar el crecimiento de malezas (Ortíz y Fernández 1994).

El uso de plantas de cobertura en otros cultivo perennes tales como banano (Pérez 1995), café (Sancho 1991, Vallejos 1992), pejibaye (Domínguez 1990, Domínguez y De la Cruz 1990), macadamia (Herrera 1995), cacao (Domínguez 1990) y pimienta (Soto, Agüero y Bogantes 1993) empieza a desarrollarse y a utilizarse en lotes comerciales pero aún no en forma intensiva.

Los resultados de diversas investigaciones han sido orientados a analizar los efectos de la cobertura sobre el control de malezas, la erosión de suelos, la competencia por nutrimentos y la producción del cultivo principal. Son muy pocos los estudios orientados a analizar la biodiversidad de sistema y a analizar en forma integral los diferentes elementos afectados por la presencia de la cobertura. Así entonces, hasta la fecha la mayoría de la investigación al respecto, tiende a analizar en forma individual sólo algunos de los factores en los cuales las coberturas intervienen.

En el cultivo del banano, Pérez (1995) condujo un experimento durante un período de 3 años en el cual evaluó 2 cultivares de arachis (CIAT 17434 y CIAT 18744) como plantas de cobertura. Este autor comparó estos tratamientos con tratamientos sin ningún control de malezas y deshierba total. Hasta el cuarto ciclo de cosecha los valores de área foliar a la floración y peso de

racimo fueron estadísticamente superiores para los tratamientos con arachis como cobertura (Cuadro 3). Los resultados de estos autores, refuerzan la importancia de conducir experimentos a largo plazo, donde el efecto acumulativo del uso de plantas de cobertura se puedan manifestar. En adición a las variables mencionadas, también se evaluó el número de unidades formadoras de colonias de bacterias y la población del nematodo *Radopholus similis*. En general se encontró una mayor población de bacterias y del nematodo en los tratamientos con cobertura; sin embargo, las poblaciones de nematodos fueron inferiores a aquellas reportadas como perjudiciales.

En el cultivo del café donde se menciona a las plantas de cobertura como una alternativa excelente para reducir los problemas de erosión provocados en los primeros años del establecimiento o después de la poda, la investigación en plantas de cobertura arroja hasta la fecha resultados muy interesantes.

Vallejos (1993) estudió el establecimiento de 3 plantas de cobertura en cafetales de 6 meses de transplante en la zona de Turrialba, y encontró que el desmodio y el arachis alcanzaron los mayores porcentajes de cobertura del suelo con 98% y 80% a los 210 días de la siembra. Al comparar el efecto supresor de las coberturas con otras prácticas de control de malezas, se demostró que las coberturas mostraron muy buena competencia (Cuadro 4). Los valores de efectividad más altos se obtuvieron con el uso de arachis y desmodio, que alcanzaron valores de 93 y 87%, respectivamente. El control químico con 2-4 D+paraquat y terbutilazina+paraquat produjo controles intermedios con valores de efectividad de 72 y 66%, y la chapia tuvo una efectividad del 65%. Considerando los costos de cada

Cuadro 3. Área foliar de plantas madres y peso de racimos de banano para cuatro ciclos de cosecha con diferente manejo de cobertura (Pérez 1995).

Tratamiento	Área foliar de plantas madres por ciclo de cosecha (m ²)					Peso de racimo por ciclo de cosecha (kg)				
	I	II	III	IV	Media	I	II	III	IV	Media
Arachis cv.17434	16.9	22.2	22.6	20.4a	20.6	22.1	28.8	29.2	28.1ab	27.0
Arachis cv.18744	17.8	22.7	24.5	19.6ab	21.1	21.7	29.6	31.0	29.1a	27.9
Enmalezado	16.9	21.7	22.5	18.5b	19.9	22.2	28.0	27.7	27.0	26.2
Testigo absoluto	17.0	21.8	22.8	18.5b	20.0	22.6	29.8	29.4	25.7	26.6

Cuadro 4. Comparación de diversos métodos de control de malezas en una plantación joven de café (Vallejos 1993).

Tratamiento	Peso seco de malezas (g/m ²) dda*		Efectividad** (%)	Costos variables (¢)	Índice de costo/efectividad
	60	90			
<i>Arachis p.</i>	71	41	93	36747	395
<i>Desmodium o.</i>	81	45	87	30171	346
<i>Zebrina</i>	131	151	79	34671	439
Chapia	1130	1201	65	22500	346
2, 4 D + paraquat	361	450	72	30883	429
Terbutilazina + paraquat	281	591	66	34421	522
Testigo enmalezado	1291	1311	0	0	0

* dda = días después del último control o aplicación

**Efectividad = $\frac{\text{Malezas del testigo} - \text{Malezas del tratamiento}}{\text{Malezas del testigo}} \times 100$

tratamiento y su respectiva efectividad, los tratamientos que muestran un menor costo/beneficio son aquellos que usaron desmodio y arachis como plantas de cobertura. La chapia también mostró un bajo costo/beneficio pero la efectividad del control de malezas fue muy baja.

En experimentos de mayor duración, pero esta vez en Nicaragua, Bradshaw y Siman (1992) compararon el costo del control de malezas usando cultivos de cobertura (Cuadro 5). En el primer año el costo de usar el arachis fue igual a la aplicación de herbicidas, sin embargo, sobre un período de 3 años el costo arachis fue similar al sistema tradicional y tan sólo un tercio del control con herbicidas. Es posible que en zonas donde el costo de mano de obra sea más alto que en el sitio estudiado, el costo global de control de malezas usando cobertura deberá ser más bajo que en el sistema tradicional.

La posibilidad que una planta de cobertura sea hospedera o por el contrario que sirva para reducir la población de algún agente patógeno es un aspecto decisivo en la adopción de cultivos

de cobertura. En estudios hechos en invernadero, Domínguez et al (1990) han demostrado que algunas leguminosas tienen efecto supresor sobre el agallamiento del nematodo *Meloidogyne arabicida*, el cual recientemente ha sido asociado a la enfermedad conocida como "corchosis del café". Utilizando plantas de tomate como cultivo indicador, estos autores obtuvieron índices de gallamiento del 99% cuando el tomate se sembró solo en comparación con 53%, 62% y 75 cuando el tomate se sembró asociado con arachis, kudzú y centrosema, respectivamente. Un efecto similar sobre el nematodo *Meloidogyne exigua* fue reportado por Vallejos (1992) en plantas de café. Los índices de agallamiento en las raíces del café fueron menores cuando el café se sembró asociado con desmodio o arachis. En el primer caso estos índices disminuyen debido a la fuerte infección que se presentó en las raíces del desmodio, pero en el caso del arachis no se presentó agallamiento.

El efecto de coberturas sobre la erosión de los suelos es una de las ventajas por las cuales se

Cuadro 5. Costo de control de malezas en café utilizando deshieras manuales, herbicidas y *Arachis pintoi* como cultivo de cobertura en plantaciones de Nicaragua (Bradshaw y Siman 1992).

Sistema de deshierba	Prácticas de control	Costo (US\$)	
		Año 1	Años 1-3
Tradicional	3 chapias/año	30	90
Herbicida	1 deshierba manual + herbicida	97	290
Cobertura (<i>Arachis pintoi</i>)	Deshierba, siembra, 4 deshieras en total	89	101

Cuadro 6. Erosión y escorrentía en parcelas de café con y sin sombra (Sancho y Bryant 1996).

Tratamiento	Escorrentía % de lluvia	Pérdida de suelo	
		kg/48m ²	t/ha
Con <i>Arachis</i>	0.8	2.7	0.6
Sin cobertura	14.2	203.2	42.3

utilizan mayormente estos sistemas. Al evaluar el efecto de la cobertura sobre la escorrentía y la erosión en plantaciones de café, Sancho y Bryant (1996) reportan que la erosión en presencia de la cobertura es tan solo un 1.4% de la misma sufrida en cafetales sin cobertura (Cuadro 6).

Debido al uso tan reciente de coberturas en plantaciones de café aún existen numerosas dudas sobre sus problemas de manejo y hay carencia de datos de largo plazo que permitan obtener conclusiones valederas sobre su efecto en la producción de café. Sin embargo, existe la convicción que es una alternativa de gran viabilidad por lo que diversas instituciones a nivel nacional continúan realizando investigación en este campo.

COBERTURAS EN CULTIVOS ESTACIONALES

A diferencia que en los cultivos perennes, en cultivos estacionales se busca que la cobertura conviva el menor tiempo con el cultivo estacional y por lo tanto su acción está principalmente dirigida al mejoramiento de un período de barbecho. En este período la cobertura puede mejorar las condiciones del suelo, controlar ma-

las hierbas, alterar ciclos de plagas y enfermedades o contribuir como abono verde. Los sistemas de cobertura son ampliamente utilizados en el país en las prácticas tradicionales de frijol tapado (Thurston et al. 1994), pero el uso de plantas de cobertura para mejorar el período de barbecho es de amplio uso en otras áreas de Centroamérica y recientemente se empieza a utilizar en el país.

A nivel nacional la atención se ha dirigido principalmente al uso de especies como mucuna, crotalaria, canavalia y kudzu que se caracterizan por su rápido crecimiento y producción de grandes cantidades de biomasa.

De la Cruz et al. (1994), evaluaron el asocio de maíz con diferentes coberturas durante 3 ciclos de siembra en Santa Cruz de Guanacaste. De las leguminosas evaluadas, mucuna mostró los mayores porcentajes de cobertura a los 30 y 60 días (Cuadro 7), siendo muy consistente en los 3 ciclos de siembra. La cobertura de las leguminosas ejerció un adecuado control sobre la maleza conocida como caminadora (*Rotboellia cochinchinensis*). El mayor efecto supresor de la maleza se obtuvo con la mucuna con valores superiores al 95%. En las otras coberturas los porcentajes de supresión de la caminadora variaron de 62% a 86%. Al medir el efecto sobre la pro-

Cuadro 7. Porcentaje de cobertura de 3 leguminosas asociadas a maíz durante 3 ciclos de siembra en la zona de Santa Cruz, Guanacaste (De la Cruz et al. 1994).

Leguminosa	Porcentaje de cobertura					
	Primer ciclo		Segundo ciclo		Tercer ciclo	
	30	60	30	60	30	60
<i>Dolichos lablab</i>	26b	72b	21a	9a	2a	4a
<i>Mucuna pruriens</i>	70c	95c	95c	93d	76b	95b
<i>Canavalia ensiformes</i>	47bc	95c	26a	21ab	24a	15a
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2a	7a	33ab	36bc	83b	85b
<i>Vigna unguiculata</i>	2a	1a	55b	55c	20a	17a

*Días después de la siembra

** Medias con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey 5%)

Cuadro 8. Rendimiento de maíz (12% humedad) asociado con diferentes leguminosas de cobertura en la zona de Santa Cruz, Guanacaste (De la Cruz et al. 1994).

Tratamiento	Rendimiento de maíz (kg/ha)	
	Primer ciclo	Segundo ciclo
<i>Dolichos lablab</i>	2675b	618a
<i>Mucuna pruriens</i>	3641b	2438c
<i>Canavalia ensiformes</i>	3292b	804ab
<i>Pueraria phaseoloides</i>	3058b	1507b
<i>Vigna unguiculata</i>	2450ab	768a
Testigo absoluto	1100a	211a
Testigo agricultor	2675b	525a

Medias con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey 5%)

ductividad del maíz (Cuadro 8), los rendimientos con las coberturas fueron muy superiores a los obtenidos por el testigo absoluto y el testigo del agricultor. Los mayores rendimientos se obtuvieron con el uso de la mucuna, lo que coincidió con los mayores valores de cobertura, mejor control de malezas y, posiblemente, el mayor aporte de biomasa total.

Cervantes et al. (1993) evaluaron el asocio de maíz y frijol con mucuna en sistemas de producción de ladera con pequeños agricultores. En la zona se siembra una secuencia de frijol en mayo y maíz en agosto. En este sistema se introdujeron dos ciclos de mucuna, el primero se sembró a la cuarta semana de la siembra del frijol. Después de cosechar el frijol, la mucuna queda en el campo y se corta como abonera en agosto cuando se siembra el maíz. A la cuarta semana de sembrar el maíz se vuelve a sembrar mucuna. Los tratamientos no incluyeron ninguna fertilización nitrogenada. Después de dos ciclos completos de cosecha los resultados obtenidos para un total de 8 agricultores ubicados en diferentes localidades mostraron un mejor promedio para la asociación con mucuna. La media general de producción de grano para la asociación maíz-mucuna fue de 4451 kg; mientras que con el sistema tradicional, el cual consiste en la aplicación de 150 kg de nitrato de amonio, se logró un promedio de 3581 kg.

El aporte de N por parte de la mucuna se evaluó en un ensayo de campo usando maíz. En este experimento se comparó el aporte de la mucuna, con el poró y la inga, utilizados en sistemas de cultivo en callejones, y el fertilizante químico. Se utilizó la técnica del N¹⁵ que permite identificar la procedencia del N presente en la planta

del maíz. Las leguminosas, poró (58%), mucuna (57%) e inga (51%), aportaron más N que el nitrato de amonio (22%) al maíz. Esto significa que la dinámica de liberación de N de estas fuentes orgánicas resultó en una mayor eficiencia del N colocado en el sistema.

Díaz (1995) estudió la dinámica de mineralización de residuos de mucuna en combinación con residuos de gramíneas o fertilizantes químicos en condiciones de invernadero. En este experimento la *Brachiaria*, que fue utilizada como planta indicadora, recuperó un 21% del N proveniente de la mucuna a los 78 días y solo un 9% a los 40 días. Esta recuperación no se afectó cuando se mezcló la leguminosa con residuos de maíz. En cambio, la *Brachiaria* recuperó un 30% del N proveniente del nitrato de amonio en esos mismos 40 días. La mayor recuperación del N proveniente del fertilizante en condiciones de invernadero, se explica debido a que bajo estas condiciones no existen pérdidas por lixiviación. Sin embargo, bajo condiciones de campo gran parte de este N proveniente del fertilizante es lixiviado; por lo tanto, la mayor disponibilidad de N proviene del N de "lenta" mineralización de la mucuna.

La fijación simbiótica de N por parte de los 2 tipos de mucuna más utilizados en Costa Rica ha sido evaluada por Cervantes y Díaz (1996), quienes encontraron que la mucuna negra tiene una mayor capacidad de fijación de N atmosférico (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cálculo del porcentaje de N fijado simbióticamente por 2 líneas de mucuna usando tres cultivos de referencia y la técnica de N¹⁵.

Cultivo fijador	N fijado (%)			Promedio fijado
	Maíz	Sorgo	Frijol no nodulante	
Mucuna crema	20.96a	22.96a	30.99a	24.97
Mucuna negra	44.70b	45.87b	51.73b	47.43

La mucuna también es un buen extractor de Ca del suelo, por lo que en suelos con contenidos bajos del nutriente en los horizontes superficiales, su extracción y posterior aplicación como abono verde permite un mayor reciclaje y disponibilidad del elemento (Cervantes et al. 1993).

Se ha demostrado que el uso de la mucuna incide sobre las condiciones de desarrollo de organismos en el suelo. Al muestrear parcelas donde se ha utilizado mucuna durante 3 años conse-

Cuadro 10. Presencia de bacterias, actinomicetes, levaduras y hongos en suelos bajo siembra de maíz y maíz-mucuna (factor de dilución 10000).

Tratamiento	Bacterias	Actinomicetes	Levaduras	Hongos
	(x 10000 organismos/g suelo)			
Maíz	4.1	11.0	0.3	3.5
Maíz-mucuna	21.0	35.4	2.8	3.5

cutivos y compararlos con lotes contiguos, en la zona de Pejibaye de Pérez Zeledón, los resultados de poblaciones microbianas muestran mayor abundancia de bacterias y actinomicetes en los lotes con mucuna (Cuadro 10).

El efecto de la mucuna sobre la erosión también ha sido medido en la zona de Pejibaye de Pérez Zeledón, donde se encontró una reducción del 94% de la erosión en los lotes con la presencia de la cobertura. No obstante, en algunas regiones de Centroamérica, con condiciones particulares de suelos, se han reportado mayores

Cuadro 11. Contenido de humedad de suelos con y sin cobertura de mucuna, medido con una sonda de neutrones.

Tratamiento	Contenido de humedad (g/ml)			
	14/8/93	29/8/93	8/11/93	25/11/93
Con mucuna				
0-20 cm	0.63	0.14	0.52	0.22
20-40 cm	0.72	0.63	0.72	0.68
40-60 cm	0.75	0.72	0.78	0.75
60-80 cm	0.75	0.73	0.75	0.76
Sin mucuna				
0-20 cm	0.56	0.10	0.15	0.15
20-40 cm	0.73	0.70	0.53	0.75
40-60 cm	0.75	0.73	0.76	0.75
60-80 cm	0.73	0.74	0.80	0.75

problemas de remociones en masa con la presencia de la cobertura. Este efecto puede ser explicado por los mayores contenidos de agua que logra acumular el suelo en presencia de la cobertura como lo demuestran los datos de Cervantes (1993) (Cuadro 11).

CONCLUSIONES

El empleo de plantas de cobertura en sistemas de producción agrícola ha demostrado por

mucho tiempo sus múltiples bondades. No obstante, es necesario incentivar su uso y para ello se deben superar limitaciones tales como la falta de semilla y/o falta de conocimiento por parte del agricultor. A su vez, es necesario continuar la investigación que permita en forma integral desarrollar mejores técnicas de uso y manejo. Para ello es necesaria la conformación de equipos multidisciplinarios de investigadores que ordenen todas las piezas del rompecabezas y que junto al agricultor puedan desarrollar sistemas de manejo de aplicación inmediata.

LITERATURA CONSULTADA

- AGÜERO, R.; ORTÍZ, R. 1995. Opciones al uso de herbicidas en palma aceitera. In Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: pasado, presente y futuro. Ed. por J. García, G. Fuentes y J. Monge. San José, Costa Rica, EUNED. p. 75-81.
- BRADSHAW, L.; SIMÁN, J. 1992. Establecimiento de *Arachis pintoi* como cobertura viva en café. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2 p. (Mimeo).
- CENICAFE. 1993. Conozca las "cobertura nobles" de los cafetales. Colombia, Centro Nacional de Investigaciones en café. 1 p.
- CERVANTES, C. 1993. Informe anual. Proyecto de balance de nutrientes. Programa Regional de Reforzamiento Investigación en Granos y Semillas (PRIAG), IICA-CORECA-CEE.
- CERVANTES, C. et al. 1993. Introducción de frijol abono (*Mucuna deeringianum*) en sistemas de cultivo de maíz y frijol en Pérez Zeledón, Costa Rica. In IX Congreso Agronómico y de Recursos Naturales. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Poster 209.
- CERVANTES, C.; DÍAZ, U. 1996. Estudios de mineralización de la mucuna (*Mucuna* sp.) usando la técnica isotópica de N^{15} . In X Congreso Agronómico y de Recursos Naturales. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos.
- CUBERO, F.D. (ed.). 1994. Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. San José, Costa Rica, MAGFAO. EUNED. 300 p.
- DE LA CRUZ, R.; ROJAS, E.; MERAYO A. 1994. Manejo de la caminadora (*Rotboellia cochinchinensis*) en el cultivo del maíz y el período de barbecho con leguminosas de cobertura. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica) 31:29-35.
- DÍAZ, U. 1995. Evaluación de la capacidad de fijación simbiótica de la *Mucuna* sp. y su velocidad de minerali-

- zación mediante la técnica de N¹⁵ bajo condiciones de invernadero. Tesis. Ing. Agr. Heredia, Universidad Nacional. 86 p.
- DOMINGUEZ, J. A. 1990. Leguminosas de cobertura en cacao *Theobroma cacao* y pejibaye (*Bactris gasipaes*). Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 85 p.
- DOMINGUEZ, J. A.; DE LA CRUZ, R. 1990. Competencia nutricional de *Arachis pinto* como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pejibaye (*Bactris gasipaes*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 18:1-7.
- DOMINGUEZ, J. A.; MARBAN, N.; DE LA CRUZ, R. 1990. Leguminosas de cobertura asociadas con tomate var. "Dina guayabo" y su efecto sobre *Meloidogyne arabi-cida* López y Salazar. Turrialba 40(2):217-221.
- LAL, R. 1990. Soil erosion in the tropics; principles and management. New York, McGraw-Hill. p. 367-375.
- LAL, R.; REGINER E.; ECKERT, D.J.; EDWARDS, W.M.; HAMMOND, R. 1991. Expectations of cover crops for sustainable agriculture. In Cover crops for clean water. Ed. by W.L. Hargrove. Ankeny, Iowa. Soil and Water Conservation Society. p. 1-11.
- LATWELL, D.J. 1990. Legume green manures; principles for management based on recent research. North Carolina, Soil Management Collaborative Research Support Program, Tropsoil Bulletin Number 90-01. 30 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Tropical legumes resources for the future. Washington, D.C.
- ORTIZ, R.; FERNANDEZ, O. 1993. Uso de *Flemigia congesta* como cobertura en canales de drenaje en palma aceitera. In IX Congreso Agronómico Nacional. Resúmenes. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Vol. II-(2) p. 187.
- ORTIZ, R.; FERNANDEZ, O. 1994. El cultivo de la palma aceitera. San José, Costa Rica, EUNED. 208 p.
- ORTIZ, R.; FERNANDEZ, O.; LEON, O.; VILLALOBOS, E. 1995. Oil palm water status and soil nutrient contents as affected by mulching. Indian Oil Palm Journal 5(25):7-14.
- HERRERA, F. 1995. Opciones al uso de herbicidas en macadamia. In Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: pasado, presente y futuro. Ed. por J. García, G. Fuentes y J. Monge. San José, Costa Rica, EUNED. p. 75-81
- PEREZ, L. 1995. *Arachis pinto*, cobertura viva en banano cv. "Gran Enano" (*Musa AAA*). In Taller Sobre Experiencias Regionales con *Arachis pinto* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centro América y el Caribe. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. En prensa.
- SANCHO, F. 1991. Medición de pérdida de suelo a través del empleo de parcelas de escurrimiento. In Taller de Erosión de Suelos. Memorias. Heredia, Costa Rica, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional. p. 102-115
- SANCHO, F.; BRYANT, R. 1996. El uso de *Arachis pinto* como planta de cobertura en el cultivo de café en Costa Rica. In XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Sao Paulo, Brasil.
- SOTO, J.; AGUERO, R., BOGANTES, A. 1993. Uso de las coberturas leguminosas para el manejo de malezas en pimienta (*Piper algrum*). In IX Congreso Agronómico Nacional. Resúmenes. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Vol. II-(2) p. 116.
- THURSTON, D. et al. (ed). 1994. Tapado; los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, New York, Cornell University, CIFAD. 329 p.
- VALLEJOS, R.M. 1992. Coberturas vivas en el cultivo de café (*Coffea arabica*), su establecimiento y relación con malezas y *Meloidogyne exigua*. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 85 p.