

# Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América Latina

Barry Pound

Natural Resources Institute, Chatham, Kent ME4 4TB, UK

## INTRODUCCIÓN

El propósito de esta publicación es el de informar, y no pretende ser definitiva. Está diseñada para estimular el pensamiento, y para promover la discusión en el debate electrónico.

La publicación describe los roles actuales y potenciales, como también las funciones de los cultivos de cobertura en los diferentes sistemas agrícolas de América Latina. Más que proveer soluciones, sugiere alternativas, esto en reconocimiento a la tremenda diversidad de situaciones físicas, sociales, económicas y políticas encontradas en la región como también la naturaleza versátil y dinámica de esta tecnología - la cual es capaz de ser considerablemente adaptada por agricultores, extensionistas e investigadores.

Gran parte del contenido de esta publicación está basado en los resultados del Taller Regional Latinoamericano, realizado por la Universidad Autónoma de Yucatán en Mérida, México, en febrero de 1997. En el mismo, los investigadores y otros interesados revisaron el uso de cultivos de cobertura en la región. Las memorias completas del taller están disponibles en español, y se está preparando un libro en inglés (a ser publicado a finales de 1998 por Intermediate Technology Publications Ltd. en el libro "*Cover crops: components of integrated systems*". Gundel S., Anderson S., and Pound B. with Triomphe B. (forthcoming)). La publicación también utiliza información de un banco de datos de cultivos de cobertura producido por el NRI [ La versión en español está disponible como: Anderson S, Ferraes N, Gundel S, Keane B y Pound B. 1997. "Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados" Taller Regional Latinoamericano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Apartado 116-4, Mérida 97100, Yucatán, México. Contacto por correo electrónico es: sander@tunku.uady.mx].

### CULTIVOS DE COBERTURA: ¿QUE SON?

Para los fines de esta revisión, un cultivo de cobertura es definido como “***una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)***”. Aunque los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, la mayoría son leguminosas. Ejemplos de cultivos de cobertura no-leguminosas son avena negra (*Avena strigosa*), avena amarilla (*Avena byzantina*), *Raphinus sativus* var. *oleiferus* y el ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*), los cuales son usados como cultivos de cobertura invernales en el sur de Brasil para suprimir malezas y reducir la erosión en la estación previa a la siembra de maíz o soya. (Tropical Soybean: improvement and production. FAO Plant Production and Protection Series No. 27, 1994).

Los términos “cultivos de cobertura” y “abono verde” se han usado en el pasado como sinónimos; sin embargo, los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y multi-propósitos, las cuales incluyen la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y para el ganado.

Los cultivos de cobertura no son una tecnología nueva. El uso de la *Mucuna* ha sido registrado desde el siglo 17 en Java, Bali y Sumatra, para recuperar los suelos degradados (Burkhill, 1968). Mucho más anteriormente hay registros de que los Griegos y Romanos han practicado la rotación de cultivos, y Plinio menciona el cultivo de lupinos (*Lupinus albus*) y arveja (*Vicia sativa*) como abonos verdes y para la supresión de malezas (Karlen *et al.*, 1994). Aparentemente, lo que sucede es que con el tiempo surge la combinación de circunstancias que coinciden con las ventajas que pueden ofrecer los cultivos de cobertura. Un ejemplo de un conjunto amplio de tales circunstancias es el intento de intensificación por parte de los agricultores de pequeña escala y con pocos recursos de Centro y Sur América. Tal situación constituye el foco de esta publicación.

Existen varios ejemplos donde países han adoptado los cultivos de cobertura durante un periodo crítico en el desarrollo agrícola, y luego han abandonado la práctica. Por ejemplo, en el centro y el sur de China, el cultivo de cobertura *Astragalus sinica* era sembrado al voleo en tres millones de hectáreas en el segundo cultivo de arroz inundado, al momento de la floración del arroz (Garrity y Flinn, 1988). El cultivo de cobertura crecía durante la época de descanso, y luego era incorporado antes del primer cultivo de arroz

en el año subsiguiente. Actualmente, la práctica está disminuyendo debido a que el valor de cultivos invernales, tales como cebada, trigo y brasicas, sobrepasa las ventajas derivadas del *Astragalus*.

De esta manera, los cultivos de cobertura ocupan una serie de nichos específicos y estadios dentro del desarrollo de los sistemas agrícolas y, por lo tanto, no son aplicables a todas las situaciones.

### LAS FUNCIONES Y PAPELES DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA

Se pueden atribuir varias funciones a los cultivos de cobertura:

- **Reducir costos:** reducir la necesidad de insumos externos (ej. fertilizantes, herbicidas, alimentos animales); reducir la mano de obra para el desmalezado
- **Generar ingresos:** venta de semillas y follaje
- **Incrementar productividad:** disminuir periodo de cultivo; incrementar fertilidad del suelo; reducir competencia de malezas; incrementar filtración de agua; producción de alimentos para animales, producción para la alimentación humana
- **Reducir la degradación de recursos naturales:** reducir residuos de agroquímicos; reducir pérdidas de suelo por erosión; reducir deforestación y la pérdida de biodiversidad; reducir pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua (y así reducir inundación y sedimentación).

### LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA

#### a. Ventajas

Los cultivos de cobertura están experimentando una expansión rápida en ciertas situaciones en América Latina. Esto puede ser parcialmente atribuido a las características de las especies más populares, las mismas que son resumidas en líneas abajo:

- **Costo bajo:** Una vez que las semillas están disponibles (y pueden ser provistas de agricultor a agricultor), hay poco costo en dinero efectivo para el agricultor. De esta manera, los cultivos de cobertura pueden sustituir a los insumos externos tales como herbicidas y fertilizantes.
- **Simplicidad:** No hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticados.
- **Bajo riesgo:** El tamaño grande de las semillas de muchas especies (por ejemplo, *Canavalia*, *Mucuna*, *Vicia faba*) facilita la siembra y reduce los

riesgos de establecimiento.

- **Versatilidad:** Las especies tienden a tener un rango ecológico bastante amplio. *Canavalia ensiformis* es un buen ejemplo, la cual prospera en condiciones húmedas o semiáridas, y a pleno sol o sombra parcial.
- **Competitividad:** Pese a que las especies varían en su vigor, una característica que permite su selección de acuerdo al nivel de competitividad requerida, algunas especies (por ejemplo *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens*, *Calopogonium mucunoides*) son excepcionalmente buenas para competir con malezas agresivas (por ejemplo, *Imperata cylindrica* y *Rottboellia cochinchinensis*)
- **Variabilidad:** Existe un inmenso rango del cual escoger la mejor combinación de características. Por ejemplo:
 

Duración	estacional o perenne (por ejemplo, <i>Cajanus cajan</i> )
Hábito	postrado (por ejemplo, <i>Arachis pintoi</i> ), erecto (por ejemplo, <i>Crotalaria juncea</i> ), trepador ( <i>Vigna unguiculata</i> )
Vigor	muy vigoroso a crecimiento lento (por ejemplo, <i>Arachis pintoi</i> )
Tolerancia a extremos	existe tolerancia a frío, calor, sequía, inundación
Resistencia a plagas	el daño por insectos es generalmente limitado
Degradación	la degradación de la materia vegetativa es variable y puede estar ligado a la necesidad sincronizada de nutrientes por los cultivos

La selección es adicionalmente ampliada cuando uno considera que el cultivo puede ser sembrado como una asociación, un cultivo de relevo, o en rotación.

### ***b. Desventajas***

Estas incluyen:

- Se necesita un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de cobertura y los cultivos asociados (por ejemplo, en el sistema mucuna/maíz, o en el sistema kudzu tropical/palma aceitera). En casos extremos esto puede llevar a que el cultivo de cobertura sea clasificado como una maleza.
- Requerimientos altos de mano de obra para el establecimiento y el corte del cultivo de cobertura podría coincidir con actividades que demandan mano de obra

- Los agricultores reclaman que los cultivos de cobertura atraen pestes como ratas y serpientes venenosas.
- Algunos cultivos de cobertura perennes se secan en la época seca, constituyéndose en un riesgo para incendios.
- A pesar de que los cultivos de cobertura deberían incrementar la infiltración de la lluvia al disminuir la velocidad del escurrimiento superficial, los agricultores también sostienen que pueden causar deslizamientos de la tierra si la precipitación es intensa en terrenos de alta pendiente (Buckles et al, 1992)
- Los cultivos de cobertura ocupan en parte o todo el año, tierra que podría ser utilizada para otros propósitos (por ejemplo, cultivos o producción ganadera).
- En algunas situaciones, el cultivo de cobertura podría contribuir a problemas de plagas o enfermedades en el cultivo principal. Por ejemplo, gandul/guandul (*Cajanus cajan*) y lupinos (*Lupinus angustifolius*) no deberían ser cultivados antes de la soya en el sur de Brasil debido a que ellos incrementan la probabilidad del cancro del tallo. En otros casos, podría haber el peligro de que el cultivo de cobertura actúe como un huésped alternante a plagas insectiles.
- Ciertas especies podrían tener un efecto alelopático en el cultivo siguiente, por ejemplo, la inhibición del crecimiento radicular de plantines de algodón por volátiles de la rizósfera producidos por cultivos de cobertura invernales (Bradow y Connick, 1988).
- Cultivos de cobertura no-leguminosas, que son incorporados como un abono verde, podrían tener suficientemente altas proporciones de C/N como para reducir la absorción de nitrógeno por el cultivo siguiente.
- Existen pocas coberturas que combinan buenas características de cobertura a la par que son un producto para la alimentación humana.

#### **DISEMINACIÓN, ADOPCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA**

Hay un considerable interés de parte de donantes, instituciones gubernamentales, ONGs y organizaciones de agricultores en el potencial de los cultivos de cobertura para diversas situaciones. Sin embargo, los resultados y experiencias de estas iniciativas están dispersas, y hay la necesidad imperiosa para una información sistemática que documente las fortalezas y limitaciones de los sistemas de cultivos de cobertura en diferentes situaciones (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

Los cultivos de cobertura se prestan para sistemas de bajos insumos externos, y la adopción de los mismos es especialmente rápida donde varias limitantes pueden ser solucionadas a la vez por el cultivo de cobertura (por ejemplo, baja fertilidad del suelo, alta infestación de malezas y severa erosión del suelo). Los cultivos de cobertura constituyen una tecnología que es fácil de diseminar, necesitando únicamente un puñado de semillas y algún conocimiento para difundirlas de lugar a lugar. En muchas situaciones, y particularmente en Centro y Sur América, la diseminación ha sido por medio de “agricultor a agricultor” con más ayuda de los ONGs que por los servicios de extensión del gobierno. El conocimiento local, la confianza para experimentar y su involucración en la distribución de semillas, ha sido efectivo en la diseminación de la tecnología a través del movimiento campesino - campesino (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

Existe una institución regional para la promoción de los cultivos de cobertura en América Latina (la cual incluye una hoja informativa sobre los cultivos de cobertura). Esta institución es CIDICCO (Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura; Apartado Postal 4443, Tegucigalpa MDC, Honduras; Tel/fax (+) 504 32 7471).

#### LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ADAPTABILIDAD DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA.

Los sistemas agrícolas de clima **templado** están caracterizados por un alto grado de intensificación y un alto nivel de dependencia de insumos externos. Este tipo de agricultura ha creado una serie de problemas en términos de la contaminación ambiental. En estos sistemas, el uso de los cultivos de cobertura está creciendo para reducir el nivel de los insumos inorgánicos tales como herbicidas y fertilizantes en sistemas de cero laboreo y curvas de nivel. Ellos también juegan un papel importante en la reducción de la lixiviación del nitrógeno durante el periodo de descanso, así mismo para limpiar el suelo (de plagas, enfermedades y malezas) cuando se los siembra en el intervalo entre los cultivos principales de una rotación. Las especies *Vicia* spp. y *Trifolium* spp. como también especies no-leguminosas (*Brassica* spp.) son comunes en las regiones templadas. (Decker *et al.* (1994)).

En regiones **semiáridas**, los cultivos de cobertura pueden jugar un rol importante en la conservación del agua y el control de la erosión eólica. Frecuentemente, ellos son establecidos durante la época lluviosa conjuntamente con el cultivo principal, por ejemplo maíz o sorgo. Especies

tolerantes a la sequía, tales como *Canavalia ensiformis*, proporcionan cobertura al suelo por dos a tres meses después de que las lluvias han cesado, de otra forma el suelo permanecería desnudo hasta la próxima temporada de cultivo. Cultivos de cobertura tales como *Stylosanthes hamata* y *Voandzeia subterranea* (maní Bambara), cumplen los dos papeles de cultivos de cobertura y alimentación humana/animal (Kiff *et al.* 1996). Bajo riego, la alfalfa (*Medicago sativa*) y berseem (*Trifolium alexandrinum*) son cultivos de cobertura útiles. La alfalfa provee una buena cobertura del suelo bajo cítricos irrigados en suelos alcalinos o neutros, mientras que el berseem (trébol Egipcio) es una buena cobertura de invierno (y alimento animal) como un cultivo de relevo en los sistemas de arroz inundado durante el verano.

En las tierras tropicales bajas los cultivos de cobertura juegan un papel importante en el control de malezas, manejo de la fertilidad del suelo e intensificación de los sistemas agrícolas. Aquí es de particular importancia el papel de los cultivos de cobertura en la transición de la agricultura migratoria de corte y quema, hacia sistemas agrícolas que son estables a niveles poblacionales humanos que la agricultura de corte y quema no puede sostener. Estas condiciones son encontradas en muchas de las áreas boscosas o previamente bajo bosque, en las tierras tropicales bajas de Centro y Sur América, África del Oeste y el Sur de Asia.

En áreas donde la densidad poblacional ha crecido en tal grado que la tierra bajo sistemas agrícolas anuales no puede ser destinada a cultivos de cobertura durante parte del año y la gente busca sistemas más intensivos del uso de la tierra. Sin embargo, el uso de cultivos de cobertura es aun viable bajo cultivos perennes - por ejemplo, frutales (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

Las **tierras tropicales altas** están caracterizadas por su lejanía de los mercados y el desarrollo económico. Muchos sistemas agrícolas dependen en el cultivado migratorio, ya que el acceso a los insumos externos e información externa, son limitados. Con poblaciones crecientes, las prácticas agrícolas se extienden a las laderas de las montañas, lo cual causa una severa erosión. Los sistemas de cultivos de cobertura juegan un papel importante en la conservación del suelo y en el manejo de la fertilidad. Prácticas de un uso permanente de la tierra podrían reducir la deforestación y proporcionar un manejo sostenible de los recursos naturales. Un ejemplo de esto es el uso de un cultivo de cobertura tradicional, *Medicago hispida* (“garrotilla”), el cual está asociado con patatas o trigo en las tierras altas de Bolivia. La garrotilla

tiene un papel importante en la alimentación del ganado (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

El sistema Chinapopo en las tierras altas de Honduras es otro ejemplo de un sistema de cultivos de cobertura localmente desarrollado. En los últimos milenios, el cultivo de los frijoles Chinapopo (*Phaseolus coccineus*) en asociación con otro cultivo alimenticio principal, ha sido una práctica agrícola importante para proporcionar seguridad alimenticia a la familia. Los frijoles Chinapopo se originaron en las tierras altas de México y son adaptados a las condiciones de altitud. Son cultivados en áreas situadas entre 1.400 y 2.800 m s.n.m.. El frijol Chinapopo es consumido en fresco y en seco. Después de la cosecha, el rastrojo de la planta es pastoreado por animales o acarreado a la finca (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997. Resumido de un estudio de caso preparado por Raúl Alemán, Myriam Paredes y Norman Sagastume, CIDICCO, Tegucigalpa).

#### **CONTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA A LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO**

Los cultivos de cobertura protegen el suelo de la alta precipitación y proporcionan canales, por medio de sus raíces, a las capas sub-superficiales conduciendo a más altas tasas de infiltración (Folorunso et al., 1992) y agregados más estables en agua (McVay, 1989). Se cita a la aireación mejorada del suelo como la causa de los efectos benéficos de *Calopogonium caeruleum* sobre las raíces de las plantas de goma. Sin embargo, bajo condiciones más secas, podría desarrollarse una competencia por agua y consecuentemente una cobertura viva podría ser menos benéfica que un mulch muerto. (Cintra y Borges, 1988). La formación de agregados más estables, conjuntamente con más aireación, conduce a una disminución en la densidad del suelo bajo cultivos de cobertura, lo cual es generalmente beneficioso al crecimiento de la planta (Liyanage et al., 1988). La compactación del subsuelo es un problema común en suelos agrícolas caracterizados por una estructura pobre que han estado sujetos a excesivo y/o inoportunos laboreos mecánicos durante varios años. El “laboreo biológico” por medio de los cultivos de cobertura como alfalfa (*Medicago sativa*), gandul (*Cajanus cajan*), caupí (*Vigna unguiculata*), tobiata (*Panicum maximum* var. *Tobiata*), centenario (*Panicum maximum* var. *Centenario*), brizantha (*Brachiaria brizantha*) y *Centrosema* (los cuales tienen raíces que son capaces de penetrar el subsuelo compactado), puede afectar significativamente la infiltración del agua arrastrando materia orgánica dentro de la zona (Barber



y Navarro, 1994).

Muchos estudios se han realizado sobre la contribución de los cultivos de cobertura al nitrógeno del suelo, los valores como substitutos del fertilizante-N de los residuos de cultivos, y la influencia del manejo de los residuos sobre los cultivos subsiguientes (Onim et al., 1990; Lathwell, 1990; John et al., 1992; McVay, 1989; Smyth et al., 1991). Estudios adicionales han investigado la absorción de los otros nutrientes principales, sus equivalentes en fertilizantes (Sharma y Sharma, 1990) y su presencia en los cortes de forraje subsiguientes (Shatilov y Dobrovol'skaya, 1991). Los incrementos del rendimiento asociados con el uso de cultivos de cobertura han sido relacionados directamente al contenido de nitrógeno de la cobertura y la materia seca total producida (Amado y Teixeira, 1991; Kitamura y Miranda, 1989).

Experimentos conducidos en Cuyuta, Guatemala, han mostrado que el valor de sustitución de fertilizante-N de *Mucuna* spp. y *Canavalia ensiformis* manejados bajo cero laboreo (residuos no incorporados) están alrededor de 60 kg/ha, mientras que el valor sube hasta 158 kg N/ha para *Canavalia* y 127 para *Mucuna*, cuando los residuos son totalmente incorporados.

Un estudio conducido en Yucatán, México, reveló los diferentes criterios usados por los campesinos para detectar los cambios que ocurren con la integración de cultivos de cobertura (*Mucuna*) y maíz. Los participantes identificaron como importantes las propiedades del suelo, como son color, textura, humedad y su potencial para sostener cultivos exigentes como chile o tomate. El cambio del color del suelo estuvo relacionado a los tipos de suelo existentes, los cuales fueron *kankab*, de color rojo y *Box luum*, de color negro. Los participantes observaron un cambio de color rojo hacia un color más oscuro. El cambio en la textura fue experimentado por medio de (a) la facilidad de siembra y desmalezado y (b) por medio de la búsqueda de materia orgánica a encontrarse en los suelos donde ha sido usado un abono verde. Se relacionó el incremento de la humedad del suelo a la apariencia de plantas durante la escasez de agua y también se detectó por medio de la temperatura del suelo. Suelos fríos o frescos estuvieron relacionados con una mayor humedad, mientras que suelos calientes fueron considerados secos. (Gundel, 1998).

#### **CULTIVOS DE COBERTURA PARA SISTEMAS DE CORTE Y QUEMA**

Los cultivos de cobertura están siendo promocionados como una de las

tecnologías más promisorias en la transición de la agricultura de corte y quema hacia sistemas permanentes. Esto es particularmente evidente para Centro y Sur América, pero también es cierto en el caso de África del Oeste (Versteeg, 1990). El incremento de la población de malezas es una limitante clave para la producción dentro de estos sistemas, ya que las malezas ahogan y compiten efectivamente por nutrientes con los cultivos. En Indonesia, se ha puesto mucho esfuerzo en la investigación del uso de cultivos de cobertura, tales como *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical) y *Mucuna* para el control y eliminación de *Imperata cylindrica* (Abad y Juan, 1980; Guritno et al 1992). En un estudio comparativo de cinco cultivos de cobertura, y prácticas de desmalezado mecánico y con herbicidas, se obtuvo el mejor control mediante la combinación del uso de herbicidas con *Mucuna pruriens var. utilis* y *Pueraria phaseoloides*. De las especies no trepadoras, *Crotalaria juncea* dio los mejores resultados. En Costa Rica *Canavalia ensiformis*, *Dolichos lablab* y *Mucuna* sp. fueron exitosas en el control de rogelia (*Rottboellia cochinchinensis* o "caminadora") durante la temporada de descanso del cultivo de maíz (De la Cruz, 1992).

En las tierras altas Maya del sur de Belice, la tendencia a reducir el periodo de descanso de la tierra en el sistema de corte y quema estuvo conduciendo a graves problemas de malezas en arroz de secano (el principal cultivo) y maíz (el principal cultivo alimenticio). En el primer o segundo año después de la quema, las principales malezas en el cultivo del arroz fueron especies de hoja ancha. Debido a que el arroz es un cultivo comercial, los agricultores tienen la posibilidad de comprar herbicidas (generalmente 2,4-D) para controlar estas. Para el maíz, fue necesario encontrar una solución diferente. En esta área tradicionalmente usaron las riveras del río para la siembra continua del maíz; esto fue posible debido al crecimiento muy denso de una maleza no leguminosa (*Melanthera nivea*) después de que el cultivo fue cosechado. Antes de sembrar el próximo cultivo, la cobertura casi pura del "Vega bush" fue cortada y el maíz fue sembrado sobre el mulch en descomposición. Cuando se introdujo la mucuna, la tecnología fue rápidamente adoptada, y se difundió dentro de la comunidad agrícola con poca asistencia del sistema oficial de extensión. Ha permitido el cultivo indefinido de maíz año tras año en la misma tierra, inclusive en pendientes muy acentuadas.

En Belice el suelo es fértil, y el primer factor limitante para la agricultura estable son las malezas. Las arenas de la Amazona de Brasil, soportaron una

flora forestal rica hasta que los colonos la cortaron y la quemaron, exponiendo de esta manera un suelo muy infertil. En esta situación los cultivos de cobertura tienen una segunda función importante, y es la de proporcionar nutrientes y mejorar la estructura del suelo conjuntamente con otras medidas para mejorar la fertilidad del suelo, como son, en particular, el uso de especies agroforestales para reciclar nutrientes a través de la hojarasca.

#### **ESTABILIZACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA: LA RESERVA BOSAWAS**

La región Atlántica de Nicaragua contiene la más grande reserva de bosque húmedo tropical en Centro América (7,500 km<sup>2</sup>) conocida como la reserva BOSAWAS. La reserva está amenazada por el avance de la “frontera agrícola”, entre otros factores. La migración de campesinos buscando tierras nuevas y fértiles representa un fenómeno que es difícil de controlar y regular, ya que para muchos de ellos, esto es una estrategia de sobrevivencia. En los últimos tres años, el UNAG ha estado trabajando con varias comunidades de campesinos en el área, intentando desarrollar prácticas de manejo alternativo para el uso de los recursos naturales. El énfasis de su trabajo ha estado en la participación de los campesinos para poder desarrollar una experiencia que está siendo liderada por los campesinos mismos, y está basada en la motivación, experimentación y promoción. Este proceso participativo ha conducido a prácticas más racionales para el uso de la tierra, donde cultivos de cobertura como *Cajanus cajan*, *Vigna* spp., *Mucuna* spp. y *Phaseolus vulgaris* han asumido papeles importantes en el mejoramiento de la producción de cultivos alimenticios principales. La práctica de la agricultura migratoria ha sido gradualmente reemplazada por un sistema de uso permanente de la tierra; este cambio ha permitido la integración de cultivos perennes dentro de campos en los que anteriormente solamente se había sembrado cultivos anuales alimenticios como maíz, arroz y frijoles. Esto ha conducido hacia la diversificación de productos y al desarrollo de prácticas agroforestales innovadoras (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

La Tabla 1 indica un rango de asociaciones de cultivos principales/cultivos de cobertura, encontrados en América Latina (registrados en el taller regional de cultivos de cobertura en Mérida, 1997, de las experiencias de los participantes).

**Tabla 1. Asociaciones de cultivos principales y cultivos de cobertura (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).**

Cultivo principal	Cultivo de cobertura	País / región
Maíz y mijo	Canavalia ensiformis Mucuna pruriens Phaseolus vulgaris Vigna unguiculata <sup>1</sup>	Honduras Nicaragua El Salvador
Mijo	Phaseolus vulgaris	El Salvador Honduras
Calabacín y maíz	Vigna spp. Phaseolus vulgaris	México Honduras
Maíz y tomate	Vigna spp. Canavalia ensiformis	México
Chiles	Canavalia ensiformis	México
Arroz	Mucuna pruriens Dolichos lablab Canavalia ensiformis	Belice
Patatas, cebada, avena	Medicago hispida (Garrotilla)	Bolivia
Verduras	Cajanus cajan (Guandul)	Honduras

<sup>1</sup> Existe un gran número de variedades locales de caupí, con diferentes características de crecimiento y rendimiento. La selección para obtener un balance entre la cobertura y las propiedades alimenticias podría resultar en un cultivo de cobertura localmente adaptado y de doble propósito.

### CULTIVOS DE COBERTURA EN SISTEMAS DE CERO LABOREO

El cero laboreo ha sido sugerido como una alternativa al uso alto de insumos de maquinaria y combustibles fósiles. Las ventajas son el incremento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, compactación reducida y potencialmente una reducción de la erosión. Los incrementos de los rendimientos del trigo y avena sembrados en forma directa, fueron mayores cuando siguieron a cultivos que habían estado asociados con cultivos de cobertura (Salton *et al.*, 1989). Una desventaja de este sistema es el posible incremento de malezas nocivas (mayormente perennes); para ayudar en el control de estas especies e incrementar la viabilidad de la tecnología, es necesario un cultivo de cobertura vigoroso, seguido por herbicidas o el picado del mismo para formar un mulch. El mulch podría controlar malezas a través

de los efectos alelopáticos, como también por efectos físicos. La avena negra (*Avena strigosa*) y los lupinos (*Lupinus alba*) son cultivos de cobertura utilizados con este propósito en el Brasil.

El cero laboreo no siempre es una tecnología apropiada ya que investigaciones han mostrado que trigo de invierno sembrado sobre un mulch vivo de una leguminosa forrajera perenne podría sufrir competencia y presentar una reducción de los rendimientos. (White, 1989). Otros investigadores no han encontrado ventajas a la siembra directa dentro de un mulch debido a que la disponibilidad de nitrógeno no está sincronizada con los requerimientos de la planta en el cultivo (Lemon et al., 1990).

### **CULTIVOS DE COBERTURA PARA SISTEMAS DE CULTIVOS PERENNES**

El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes está mucho más ampliamente distribuido y reconocido que su uso en los cultivos anuales. Se considera a Indonesia como un pionero en el uso de cultivos de cobertura en palma aceitera, cocos, plantaciones de goma y sisal, en los cuales proporcionan un método de control de malezas que ahorra mano de obra, reducen la erosión del suelo y proveen nutrientes al suelo. En sistemas silvopastoriles, la cobertura podría también proveer forraje para el ganado.

En otras regiones, donde la precipitación es escasa, se ha reportado la competencia por agua por cultivos de cobertura con un sistema radicular profundo. Cultivos de cobertura agresivos pueden reducir las reservas de humedad del suelo hasta una profundidad de 1m. La incorporación de los cultivos de cobertura como un abono verde también podría conducir a incrementos en rendimiento, por ejemplo, el incremento en la producción de copra en plantaciones pequeñas de cocos en Sri Lanka (Liyanage et al., 1988) y India.

Las funciones de los cultivos de cobertura en sistemas perennes cambian durante el ciclo de desarrollo de los cultivos perennes. Durante la fase inicial de establecimiento, los cultivos de cobertura pueden reducir la lixiviación de nutrientes en el suelo, absorbiendo los nutrientes disponibles, los mismos que no son aun accesibles al sistema radicular parcialmente desarrollado de los perennes. En Bolivia, la asociación de *Arachis pintoi* y tembe (*Bactris gasipaes*) se encontró que era antagonica debido a la competencia por nutrientes, mientras que la asociación con un cultivo de cobertura con enrizamiento más profundo, como *Canavalia ensiformis*, parece ser

satisfactorio (CIAT/NRI, 1997. Informe de actividades del Proyecto "Investigación Adaptativa en Ichilo-Sara": Gestión Agrícola 1996/7. CIAT, Casilla 247, Santa Cruz, Bolivia].

Numerosas referencias documentan el uso de cultivos de cobertura en cultivos perennes comerciales tales como duraznos (Aibar et al, 1990), coco (Bourgoing, 1990; Juan y Ababa, 1980), banana (Cintra, 1988), palma aceitera (Chan y Hutaaruk, 1982; Lumbantobing et al 1984; Maskuddin, 1988; Renard et al, 1991, CIDDICO Carta No. 7, 1994), árbol de la goma (Erwiyono y Soekodarmodjo, 1989; Jayasighe, 1991; Kitamura y Miranda, 1989; Kothandaraman et al, 1989; Mathew et al, 1989; Sinulingga et al, 1989) y café (Oladokun, sin fecha). En el caso de cultivos perennes que forman una sombra densa después de cinco a seis años, como en el caso de la palma aceitera, el cultivo de cobertura es necesario solamente durante la fase de establecimiento. Para plantaciones más abiertas, tales como cítricos o mangos, el control de malezas será necesario durante toda la vida del cultivo.

Los cultivos de cobertura más comúnmente usados en plantaciones tropicales y subtropicales son *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical, el cual se establece lentamente alcanzando una cobertura total del suelo después de 10 meses y deberan mantenerse los troncos de los árboles libres de esta leguminosa), *Desmodium ovalifolium* (el cual es tolerante a la sombra), *Arachis* sp., *Calapogonium* sp., *Mucuna pruriens*, *M. bracteata* y *Canavalia ensiformis*.

Cuando el cultivo de cobertura está remplazando a una maleza agresiva, podría requerirse un tratamiento inicial con herbicida (Abad et al.; Abad y Juan, 1980) y diferentes métodos de tratamientos requieren diferentes químicos, con sus costos económicos asociados (Juan y Abad).

Los cultivos de cobertura también son usados en plantaciones madereras. En Honduras, por ejemplo, CONSEFORH ha conducido ensayos de evaluación de diferentes especies de árboles maderables asociados con cultivos de cobertura. El objetivo fue el de reducir los costos del manejo de la plantación por medio de la reducción en los requerimientos de mano de obra para el desmalezado. Un objetivo adicional fue el de mejorar la fertilidad del suelo para incrementar el desarrollo de los árboles. Especies como *Neonatonia wightii*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna* spp. y *Dolichos* spp. fueron establecidas bajo los árboles de pino (*Pinus caribaea*),

Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) y *Bombacopsis quinata* (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

### CULTIVOS DE COBERTURA PARA LA ALIMENTACIÓN GANADERA

Los cultivos de cobertura ofrecen un potencial para su integración con la producción ganadera en varias formas. Las siguientes referencias bibliográficas apuntan las limitaciones de aquel potencial. Como en el caso de cualquier intervención multipropósito, el agricultor tiene que decidir cual es el balance óptimo de los usos para su situación, basado en la mejor información disponible.

Altos niveles de alcaloides tóxicos, tales como mimosina, torna a algunas especies de cobertura (por ejemplo *Sesbania grandiflora*) en un forraje no apropiado para monogástricos (Sahid et al., 1993). Animales rumiantes no muestran reacciones adversas al genero *Sesbania*, siempre y cuando la proporción de la leguminosa en el alimento esté restringida a 30% o menos de la dieta. El alto contenido proteico, junto con un buen contenido de minerales y vitaminas, convierte a estas especies en un forraje valioso cuando son suministradas en cantidades controladas a rumiantes (Sahid et al., 1993).

También se ha generado una considerable investigación acerca del valor de los cultivos de cobertura como alimento animal, incluyéndose la cosecha apropiada y las mejores prácticas de manejo para conservar e incrementar los niveles de nutrientes (Brown et al., 1988; Krishna et al., 1985; Singh et al., 1985; Asiedu y Karikari, 1985; Ravindran, 1988). Las leguminosas contienen una alta proporción de nutrientes, y estas podrían ser utilizadas como un concentrado en alimentos para animales; por ejemplo, *Trifolium alexandrinum* como alimento para la producción de pollos (Nazir et al., 1986); las semillas de *Sesbania grandiflora* (Olvera et al., 1988) y *Canavalia ensiformis* como un sustituto parcial a la harina de pescado en la dieta de la tilapia *Oreochromis mossambicus* (Martínez-Palacios et al., 1988). Se están realizando intentos para remover las toxinas de granos de leguminosas con potencial nutritivo alto, por ejemplo *Mimosa invisa* para alimentos de búfalos (Tungrakanpoung y Rhienspanish, 1992).

Hay ejemplos donde los animales pastorean rentablemente en cultivos de cobertura forrajeros palatables establecidos dentro de plantaciones, por ejemplo cabras (Murken y Murkerjee, 1988), y vaquillas en Sri Lanka (Liyanaage et al., 1988).

La mucuna, conocida y comercializada en los Estados Unidos como “banana field bean“, fue probablemente introducida por la United Fruit Company en las plantaciones de banano a lo largo de la costa Atlántica de Centro América. Su principal propósito fue el de proporcionar forraje para las mulas, que eran usadas para transportar banano desde las plantaciones hasta los depósitos (Buckles 1994).

Las siguientes son conclusiones sobre los cultivos de cobertura en la ganadería, extraídos del “Taller Regional sobre Cultivos de Cobertura”, realizado en Mérida, México (Anderson, Ferraes, Gundel, Keane y Pound, 1997).

La incorporación del componente animal en sistemas campesinos que incluyen cultivos de cobertura (CC) ofrece la oportunidad de sacar beneficios múltiples. Se considera que los siguientes puntos son los más sobresalientes:

- La integración de los animales con CC mejoraría la eficiencia bio-económica del sistema de producción y así tendría la tendencia a aumentar la estabilidad de la finca, tanto en tiempo como en espacio; también tendría un efecto positivo sobre la conservación de los recursos naturales. Los CC reducen la necesidad de emplear la quema como herramienta de manejo y así evitarían los daños ocasionados al suelo por el calor intenso del fuego.
- La presencia de animales en la finca podría llegar a disminuir la necesidad de cazar animales silvestres para proveer proteínas de origen animal a la dieta familiar. El tiempo ahorrado podría utilizarse en otras actividades más productivas en la finca.
- La combinación de animales con CC llevaría a una intensificación del sistema, soportando una mayor población humana en la misma superficie de tierra. La tendencia sería de reducir la presión sobre el bosque restante y la biodiversidad del mismo.
- Se enfatizó que existen relaciones antagónicas entre el pastoreo y la capacidad del CC para controlar las malezas y reducir la erosión del suelo. Para tener un impacto positivo sobre la conservación del medioambiente, es preciso manejar bien al CC. Se carece de estudios científicos sobre el manejo adecuado para lograr esos propósitos simultáneamente.
- El pastoreo directo o el uso del grano por medio de los animales produce un valor agregado del CC al corto plazo. Las leguminosas normalmente usadas como CC cuentan con un alto valor nutricional, indicado por un



buen contenido proteico y una alta digestibilidad. Esas características influyen positivamente en la producción animal.

- El almacenamiento del grano del CC puede ser una fuente alimenticia para los animales en periodos difíciles del año, evitando así una venta forzada en momentos de necesidad financiera.
- La presencia de los animales en el sistema contribuye al reciclaje de nutrientes dentro de la finca. El uso del estiércol ofrece un aumento en la flexibilidad del manejo de la fertilidad, porque puede utilizarse donde tenga mayor beneficio en la finca. Un aspecto importante es que con un manejo integrado del CC se puede lograr mejorar el suelo debido a la contribución de las raíces y el follaje, y a través de la alimentación animal con las semillas del CC y el uso del estiércol, contribuir a la fertilidad de suelos donde no se ha cultivado el CC.
- Los animales representan una herramienta en el manejo del CC, por medio de la poda o por el pastoreo directo. Así se puede inclusive reducir el costo del manejo del CC.
- En sistemas agropecuarios comerciales, los cultivos de cobertura tienen el potencial de regenerar pastos degradados por el mal manejo de la ganadería extensiva; y mejorar la utilización de dietas fibrosas aportando granos y forrajes de buena calidad para rumiantes y no-rumiantes.

Los CC se utilizan en dos formas distintas y es necesario diferenciarlas muy bien, tanto en conversaciones como en informes escritos. Una forma de utilizar los cultivos de cobertura es aprovechar el forraje para rumiantes y monogástricos, y la otra es cosechar el grano para la alimentación de monogástricos como cerdos y aves principalmente. En la región, existen ejemplos concretos de ambas formas de utilización como se muestra a continuación:

### **Forraje:**

- Trébol blanco para ovinos y bovinos en La Mixteca, México.
- Rastrojo de maíz con Canavalia para caprinos en Yucatán, México.
- Rastrojo de maíz con Lablab (*Dolichos*) para bovinos y equinos en Honduras.
- Rastrojo de sorgo con Lablab para bovinos en El Salvador.

- Campanilla (*Vigna*) para bovinos y equinos en Honduras.
- Mucuna para porcinos en Yucatán, México.
- Maní forrajero (*Arachis pintoi*) para bovinos y caprinos en El Salvador.

En la Mixteca y en los estados Mexicanos de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, la población humana también consume mucuna en varias formas. En Santa Cruz, Bolivia, se ha demostrado que las *Vicia* spp. se pueden utilizar como CC durante la época seca, sembrándolas después de la cosecha de un cultivo anual. A pesar de que el CC pueda producir hasta 3 t/ha de materia seca de buena calidad para los rumiantes, no se ha adoptado ésta técnica a nivel del productor, posiblemente debido al alto costo de la semilla en comparación con el valor de la tierra.

Algunas dificultades encontradas se notan a continuación:

- El pastoreo directo puede perjudicar el desarrollo del CC; es preciso llegar a un balance delicado para que el CC pueda cumplir con su propósito principal, mientras que se aprovecha el forraje sobrante para los animales.
- Algunos CC son atacados por plagas naturales, por lo cual se reduce la disponibilidad del forraje.
- Existen factores anti-nutricionales entre los CC, que son difíciles de eliminar.

### **Grano:**

Hay varios tratamientos empleados para preparar el grano antes de ofrecerlo a los animales.

- El grano de Lablab y Mucuna se tuesta y muele. Se da en mezcla con maíz a razón de dos partes de maíz por uno de leguminosa para aves. NOTA: si se da mayor proporción de leguminosa, los aves se ponen hiperactivas.
- Se hierve y muele el grano de Mucuna y se mezcla en proporción de dos a uno con maíz para porcinos.
- El grano de Canavalia y Mucuna se remoja durante 24 a 48 horas, se lava y se da a los rumiantes.
- Se pregermina el grano de la Mucuna para gallinas, pavos y porcinos.

También se ha reportado que en México, actualmente está bajo prueba un proceso de fermentación de grano de *Canavalia* con, o sin melaza, con el fin de alimentar porcinos. En Guatemala, la *Canavalia* tostada y molida se usa para consumo humano como café.

Sin embargo:

- A pesar que existen prácticas bien difundidas para eliminar o reducir el efecto de los factores tóxicos en las semillas, todavía hay dudas sobre los tratamientos adecuados.
- En muchas comunidades, no existe la costumbre de alimentar los animales con granos de CC.
- Los rendimientos de grano son reducidos a veces, y se desconocen las prácticas adecuadas de manejo necesarias para conseguir buenos rendimientos.

### **CONCLUSIONES**

Los cultivos de cobertura son una tecnología versátil y adaptable, de interés particular para las familias agrícolas de pocos recursos y de pequeña escala en América Latina. Sin embargo, antes de promover la tecnología, es importante asegurarse que las condiciones físicas, sociales, económicas y políticas son las apropiadas. Si esto ocurre, los cultivos de cobertura se constituyen en un mensaje fácil de diseminar y con muchos beneficios potenciales. Los cultivos de cobertura tienen un papel importante en la transición de la agricultura de corte y quema hacia sistemas estables y permanentes, especialmente aquellos que incorporan cultivos perennes y ganadería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, R.G., and Juan, N.C.S.** 1980 Replacement of 'cogon' (*Imperata cylindrica* (L.) Beau.) vegetation under coconut with leguminous covercrops. In *Annual Report 1980, agricultural research Branch, Philippine Coconut Authority*. pp. 75-90.
- Aibar, J., Delgado, I., Gomez-Aparisi, J. and Zaragosa, C.** 1990. Preliminary results from the planting of ground cover crops in a peach orchard. pp 189-197. In *Actas de la Reunion de la Sociedad Espanola de Malherbologia*.
- Anderson, S. Ferraes, N. Gundel, S. Keane, B. y Pound, B (Eds.)** 1997 "Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados". Taller Regional Latino-Americano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma de Yucatan, Apartado 116-4, Merida 97100, Yucatan, Mexico
- Armado, T.J., Teixeira, L.A.J.** 1991. Cover crop effects on nitrogen supply and onion yield. *Onion Newsletter for the Tropics* no.3: 13-15.
- Asiedu, F.H.K., Karikari, S.K.** 1985 Energy and protein content and intake by stall-fed lambs of pure and mixed swards of *Centrosema pubescens* Benth., *Pueraria phaseoloides* Benth., and *Brachiaria mutica* Stapf. under a mango plantation. *Journal of Agricultural Science*, 104(1): 47-59.
- Barber, R.G. and Navarro, F.** 1994 Evaluation of the characteristics of 14 cover crops used in a soil trial. *Land Degradation and Rehabilitation* 5: 201-214.
- Bourgoing, R.** 1990 Choice of cover crop and planting method for hybrid coconut growing on smallholdings. *Oleagineux* 45.1: 23-30.
- Bradow, J.M. and Connick, W.J. Jr** (1998) Inhibition of cotton seedling root growth by rhizosphere volatiles. In: *Proceedings, Beltwide Cotton Products Research Conference*. Memphis, Tennessee: National Cotton Council.
- Burkhill, I.H.** 1968 -A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsular. Kuala Lumpur, Malaysia: Governments of Malaysia and Singapore
- Brown, D., Chavalimu, E., Salim M. and Fitzhugh, H.** Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. *Small Ruminant Research*, 1: 59-65
- Buckles, D.** El Frijol terciopelo: una planta "nueva" con historia. *CIMMYT Documental Interno*. Mexico CIMMYT.
- Buckles, D., Ponce, J., Sain, G. and Medina, G.** 1992 Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. *Small Ruminant Research*, 1(1): 59-65.

- Chan, F and Hutaeruk, C.** 1982. Establishment of legume ground covers in oil-palm plantations. *Pedoman Teknis, Pusat Penelitian Marihat*, no.18. 5 pp.
- CIAT/NRI** 1997 Informe de actividades del Proyecto "Investigación Adaptativa en Ichilo-Sara": Gestión Agrícola 1996/7. CIAT, Casilla 247, Santa Cruz, Bolivia
- Cintra, F.L.D. and Borges, A.L.** 1988. Use of a legume and a mulch in banana production systems. *Fruits*. 43(4) 211-217
- Deka, R.K. and Sarkar, C.R.** 1990. Nutrient composition and antinutritional factors of *Dolichos lablab* L. seeds. *Food chemistry*, 38 (4): 239-246
- de la Cruz, R.** 1992. Las coberturas vivas como ayuda en el manejo de malezas. (Cover crops as a help in weed management). Programa y resúmenes. *In 4th Congreso International MIP,* p. 89.
- Erwiyono, R and Soekodarmodjo, S** 1989. Physical properties of latosols under *Calopogonium caeruleum* which affects the development of rubber plants. *Menara Perkebunan*. 57(3): 79-82.
- FAO.** (1994) Tropical Soybean: improvement and production. FAO Plant Production and Protection Series No. 27
- Folorunso, O.A., Rolston, D.E., Prichard T. and Louie, D.T.** 1992. Cover crops lower soil surface strength, may improve soil permeability. *California Agriculture*, 46. (6): 26-27.
- Garrity, D.P. and Flinn, J.C.** 1986 Yield Stability and Modern Rice Technology. *IRRI Research Paper Series*, no. 122. Manila, Philippines: IRRI.
- Gundel, S.** 1998. "Participatory innovation development and diffusion" *Vol 21, Kommunikation und Beratung - Sozialwissenschaftliche Schriften zur Landnutzung und Landlichen Entwicklung*, Margraf Verlag, Germany.
- Gundel S., Anderson S., and Pound B. with Triomphe B.,** 1998"Cover crops: components of integrated systems". IT Publications Ltd. London, UK (forthcoming)
- Guritno, B., Sitompul, S.M. and Heide, J. van der** 1992. Reclamation of alang-alang using cover crops on an ultisol in Lampung. *Agrivita* 1991. 15(1) 87-89.
- Jayasinghe, C.K.** 1991. The role of leguminous cover crops in soil improvement with special reference to the nitrogen economy of tropical rubber soils. *Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka*. 28: 23-26.
- John P.S., Pandey, R.K. Buresh, R.J. and Prasad, R.** 1992. Nitrogen contribution of cowpea green manure and residue to upland rice. *Plant and Soil*, 42(1): 53-61.
- Juan, N.C.S., and Abad, R.G.** 1980. Weed management in coconut. In *Annual Report 1980 Agricultural Research Branch, Philippines Coconut Authority*. pp157-159.
- Karlen, D.L., Carvel, G.E., Bullock, D.G. and Cruse, R.M.** 1994 Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy*, 53: 1.45.

- Kiff, E., Pound, B. and Holdsworth, R.** 1996 Cover Crops: A review and database for field users. Chatham, UK. Natural Resources Institute.
- Kitamura, M.C. and Miranda, C.H.B.** 1989. Evaluation of soil cover with leguminous crops in rubber in the State of Mato Gross do Sul. *Pesquisa em Andamto-EMPAER*, no.35: 7pp.
- Kothandaraman, R., Matthew, J. Krishnakumar, A.K., Joseph, K. and Sethuraj, M.R.** 1989. Comparative efficiency of *Mucuna bracteata* D.C. and *Peuraria phaseoloides* Benth. on soil nutrient enrichment, microbial population and growth of *Hevea*. *Indian Journal of Animal Sciences* 55(12): 1109-1112.
- Krishna, N., Prasad, J.R., and Prasad, D.A.** 1985. Effect of stage of maturity on chemical composition and nutritive value of sunnhemp (*Crotalaria juncea* Linn.) forage. *Indian Journal of Animal Sciences* 55(12): 1109-1112.
- Lathwell, D.J.** 1990. Legume green manures: Principles for management based on recent research. *Tropical Soils Bulletin* N o. 90-01
- Lemon, R.G., Hons. F.M. and Saladino, V.A.** 1990. Tillage and clover cover crop effects on grain sorghum yield and nitrogen uptake. *Journal of Soil and Water Conservation* 45(3). 52-68.
- Liyanae, L.V.K. Jayasundara, H.P.S., and Gunasekara, T.G.L.G.** 1988. Potential uses of nitrogen-fixing trees on small coconut plantations in Sri Lanka. In: *Multipurpose Tree Species for Small-Farm Use. Proceedings of an international Workshop in Pattaya, Thailand.*
- Lumbantobing, T and Endang, S.** 1984. The use of pre-emergence herbicides for legume cover crop establishment in oil palm plantations. *Buletin, Pusat Penelitian Marihat*, 4(3): 52-68.
- Martinez-Palacios, C.A., Cruz, R.G., Novoa, M.O.A., Chavez-Martinez, C.** 1988. The use of Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) meal as a partial substitute for fish meal in the diet of Tilapia. *Aquaculture*, 68 (2), 165-175.
- Maskuddin** 1988. The effects of inoculation and types of legume cover crops on the growth and yield of oil palm. *Buletin Perkebunan*. 19(1,3): 7-13.
- Matthew, M., Punnoose, K.T., Potty, S.N. and George, E.S.** 1989 A study of the response in yield and growth of rubber grown in association with legume and natural ground cover during the immature phase. *Journal of Plantation Crops. (Proceedings of the Seventh Symposium on Plantation Crops, Coonoor, India. 16-19 October 1986.)* 16 (supplement) 433-441.
- McVay, K.A., Radcliffe, D.E. and Hargrove, W.L.** 1989 Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirement. *Soil Science Society of America Journal*, 53(6): 1856-1862.
- Murken, A. and Mukherjee, T.K.** 1988. Grazing behaviour and selective feed intake of Malaysian goats under permanent crops. *Giessener Beitrage zur Entwicklungsforschung. Reigh 1, Symposien.* 17: 267-237.

- Nazir, M., Khan A.D. and Shah, F.H.** 1986. Beerseem (*Trifolium alexandrinum*) protein concentrate in broiler rations. *Plant Foods for Human Nutrition* 36(3): 185-190.
- Oladokun, M.A.O.** (no date). An assessment of cultural weed control methods in Quillou coffee. (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner var. *canephora* Haarer) plots. In *Proceedings of the Ninth Annual Conference of the Weed Science Society of Nigeria*. pp.33-40
- Olvera, M.A., Martinez, C.A., Galvin, R. and Chavez, C.** 1988. The use of seed of the leguminous plant *Sesbania grandiflora* as a partial replacement for fish meal in diets for tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*, 71(1-2): 51-60.
- Onim, J.F.M., Mathuva, M., Otieno, K. and Fitzhugh, H.A.** 1990. Soil fertility changes and response of maize and beans to green manures of leucaena, sesbania and pigeonpea. *Agroforestry Systems*. 12(2): 197-215.
- Ravindran, V.** 1988. Studies of *Mucuna pruriens* (L.) DC as a forage alternative in tropical countries. Evaluation of productivity and forage quality, at four different growth stages. *Beitrag zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin*, 26(4).
- Renard, J.L. and Franqueville, H. de** 1991. Effectiveness of crop techniques in the intergrated control of oil palm vascular wilt. *Oleagineaux* 46(7): 255-265.
- Sahid, I., Tasrif, A., Sastroutomo, S.S. and Latiff, A.** 1993. Allelopathic potential of legume cover crops on selected weed species. *Plant Protection Quarterly* 8(2) 49-53.
- Salton, J.C., Hernani, L.C. and Coleho, V. de O.** 1989. Systems of production and soil cover in direct sown crops. *Documentos-UEPAE Dourados*, no.39. 117-222.
- Sharma, R.C. and Sharma, H.C.** 1990. Fertilizer phosphorus and potassium equivalents of some green manures for potato in alluvial soils of Punjab. *Tropical Agriculture* 67(1): 74-76.
- Shatilov, I.S. and Dobrovolskaya, V.G.** 1991. Uptake of major nutrients by lucerne grown with and without cover crop. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii* no.2: 11-27.
- Singh, R., Kamra, D.N., and Jakhmola, R.C.** 1985. Ensiling of leguminous green forages in combination with different dry roughages and molasses. *Animal Feed Science and Technology* 12(2): 133-139.
- Sinulingga, W., Tjitrosomo, H.S.S., Pawirosemardjo, S. and Rumawas, F.** 1989. Effect of several cover crops on the intensity and viability of *Rigidoporus lignosus* on rubber trees. *Buletin Perkarentan* 7(1): 6-12.
- Smyth, T.J., Craw, M.S. and Edgar, R.I.** 1991. Nitrogen supplied to corn by legumes in a central Amazon oxisol. *Tropical Agriculture* 68(4): 366-372.

- Tuntrakanpoung, N. and Rhienpanish, K** 1992. The toxicity of *Mimosa invisa* mart.var. *inheimis* Adelbert to buffaloes. *Buffalo Bulletin*. 11(2): 30-31.
- Versteeg, M.N.** 1990. *La Culture de Couverture de Mucuna* (*Mucuna pruriens* var *utilis*) pour Controler l'*Imperata* (*Imperata cylindrica*) et pour Ameliorer la Fertilité du Sol. Benin: IITA.
- White, J.G.** 1989 Effects of cereal species, legume species and nitrogen on no-till winter wheat and rye grown with perennial forage legume living mulches. *Dissertation Abstracts International* 49.(8).