

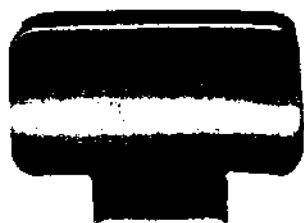
ABONOS VERDES

Una alternativa
para mejorar
la fertilidad del suelo

Erlick Quirós
David Meneses
Carlos Cervantes
Luis Urbina



PROGRAMA REGIONAL DE REFORZAMIENTO
A LA INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA SOBRE
LOS GRANOS EN CENTROAMÉRICA



330

— IICA —
CENTRO REGIONAL
BIBLIOTECA VENEZUELA



Una alternativa
para mejorar
la fertilidad del suelo

Erick Quirós
David Meneses
Carlos Cervantes
Luis Urbina



PROGRAMA REGIONAL DE REFORZAMIENTO
A LA INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA SOBRE
LOS GRANOS EN CENTROAMÉRICA



PROGRAMA REGIONAL DE REFORZAMIENTO
A LA INVESTIGACION AGRONOMICA SOBRE
LOS GRANOS EN CENTROAMERICA

00001701

Obra:	Abonos Verdes: "Una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo"
Serie:	Manual para Técnicos
Autores:	Erick Quirós. Investigador, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Chitré, Panamá. David Meneses. Investigador, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Carlos Cervantes. Investigador, Universidad Nacional (UNA), Heredia, Costa Rica. Luis Urbina. Investigador, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estelí, Nicaragua.
Edición:	Antonio Silva Maritza Hernández
Composición de texto:	Katya Quesada
Diseño gráfico:	Studio de Diseño Libera S.A.
Impresión:	Impresión Comercial
Tiraje:	6.000 ejemplares • Copyright, 1998
Reproducción:	Se autoriza la reproducción parcial o total de este manual siempre y cuando se cite la fuente de origen

Introducción	5
Generalidades de los abonos verdes	7
• Origen de los abonos verdes	7
• Algunos conceptos sobre los abonos verdes	8
Abonos verdes de uso más común en Centroamérica	11
• Canavalia	11
• Mucuna	13
Beneficio del uso de los abonos verdes	15
• Efecto Físico	15
• Efecto Biológico	18
• Efecto Químico	19
• Otros efectos de los abonos verdes	21
Manejo de los abonos verdes	23
• Modalidades de uso	23
• Algunas limitantes	29
• Producción de semillas de abonos verdes	29
Bibliografía	33
Anexos	35

En los últimos años, el auge de los abonos verdes se ha generalizado en el área centroamericana, retomando experiencias que fueron dejadas atrás, como producto de la no bien llamada "*Revolución Verde*". Esta corriente tecnológica, a pesar de elevar los niveles de producción en su momento, no fue sostenible en el tiempo, dejando como consecuencia una gran dependencia de los agricultores con respecto a insumos importados. Además, esta tecnología rápidamente dejó sentir sus efectos negativos sobre el medio ambiente y en el manejo inadecuado de los suelos.

La tecnología de la Revolución Verde se expandió por la América Central y permitió el uso de maquinaria para facilitar el trabajo, lo que obligó al agricultor a dar un salto, de la tecnología del "*espeque*" al uso del "*tractor*". Esto ocasionó el abandono de los abonos verdes y demás prácticas que ayudaban a preservar el medio ambiente, lograr la sostenibilidad y la seguridad alimentaria de la población.

El planteamiento anterior contrastó con la realidad de Centroamérica, en donde el pequeño y mediano agricultor realiza sus actividades en áreas de ladera, donde las intensas precipitaciones aceleran el proceso de erosión y degradación de los suelos.

Por otra parte, las condiciones en las cuales se desenvuelve el agricultor centroamericano le exigen ser competitivo, eficiente y, además de producir, debe conservar. Estas condiciones no son nada favorables y, las posibles opciones son muy limitadas, debido a suelos degradados, altos costos de fertilizantes y plaguicidas, bajos niveles de producción y escasos recursos económicos.

Es decir la precaria condición de los agricultores centroamericanos, los obliga a buscar alternativas que les permitan mantener o elevar sus niveles de producción, sin destruir el medio ambiente. Esto ha motivado que muchas instituciones nacionales e internacionales, investigadores y transferencistas, recurran a la información generada por algunos agricultores, de forma tal que sea disponible a otros agricultores de la región.

A partir de la década de los 80's se toma mayor conciencia del problema creado por la agricultura moderna y se retoma el enfoque conservacionista, el cual requiere de una agricultura más racional, en la cual toma importancia el uso de los abonos verdes.

Todo lo anterior exige desarrollar una agricultura conservacionista, es decir, la necesidad de adoptar alternativas tecnológicas que mantengan o recuperen la capacidad productiva de la tierra y que preserve los recursos naturales, el ambiente y al agricultor. En este sentido, los abonos verdes representan una alternativa tecnológica apropiada, pues a través de ellos se pueden obtener excelentes beneficios.

Con este fin, se reunieron algunos investigadores y transferencistas de todos los países centroamericanos en San José, Costa Rica, durante los días 9 - 20 de Septiembre de 1996, para unificar las experiencias generadas al respecto y elaborar el presente manual. Esperamos que este esfuerzo sirva de apoyo a los técnicos de la región para fomentar el uso de los abonos verdes con los agricultores de sus respectivas áreas.

El propósito de este documento es informar a Técnicos Agrícolas los resultados generados en el área centroamericana, sobre el potencial del uso de los abonos verdes para mejorar el balance de nutrimentos, mejorar la fertilidad y la conservación del suelo.

ORIGEN DE LOS ABONOS VERDES

El cultivo de algunas plantas para mejorar la fertilidad del suelo se considera una práctica milenaria. Los Chinos, Griegos y Romanos ya los usaban en la agricultura desde antes de la era cristiana.

Las leguminosas constituyen los abonos verdes por excelencia, debido a su capacidad de formar asociaciones simbióticas con bacterias del género *Rhizobium*. Estas bacterias sirven para fijar el nitrógeno atmosférico y mejorar la fertilidad de los suelos. Beijerinck en 1880, comprobó la existencia de bacterias capaces de fijar nitrógeno y menciona que esto fue detectado hacía más de 2,000 años.

Dutra en Brasil (1919), menciona el efecto mejorador de los abonos verdes en el suelo. Da Costa, también en Brasil, menciona que ya en 1944, los caficultores usaban la soya intercalada en el café como abono verde.

Más recientemente, en las décadas del 40 y 50, el uso de abono verde toma auge en los estados del Sur de Brasil, debido a las costumbres de los colonizadores europeos. Las experiencias en el uso de los abonos verdes ha sido poco documentada, pero es importante mencionar el uso tradicional de leguminosas en los sistemas de siembra de frijol y café. En este último cultivo, los sistemas usados antes de la revolución verde, incluían el manejo de una leguminosa arbórea y de plantas leguminosas de cobertura que ayudaban al control de malezas y que eran la única fuente de nitrógeno. En el caso del frijol, desde la época de la colonia se describieron algunos sistemas que utilizaron charrales con leguminosas, los que luego se utilizaron para "tapar" el frijol, método aún popular en muchas áreas costeras de Centroamérica.

Al final de la década del 50 e inicio de la década del 60, la expansión de la agricultura influenciada por la "revolución verde", hace que el uso de los abonos verdes sufra un descenso y sean sustituidos por fertilizantes químicos, que para el caso de los países centroamericanos, su elaboración requiere de materias primas importadas. En la década de los años 70 se da la máxima expansión de este tipo de agricultura y, con ello se intensificaron los problemas de erosión y de degradación de la capacidad productiva de los suelos. El desarrollo de la conciencia ambiental y el enfoque conservacionista de los años 80, promovieron programas de investigación y extensión tendientes a producir una agricultura más racional y conservacionista. Bajo este enfoque, los abonos verdes surgen como una opción racional para sustituir la fertilización nitrogenada química y mejorar la fertilidad de los suelos.

Dentro de las leguminosas utilizadas como abonos verdes, la *Mucuna* (*Mucuna deeringianum*) ha sido considerada por la Fundación Nacional de Ciencia de los

Estados Unidos de Norteamérica, como una de las leguminosas más prometedoras del trópico. A pesar de su origen asiático, la Mucuna tiene una historia muy antigua de uso como cobertura del suelo y como abono verde en el Nuevo Mundo y, que comenzó en el Sur de los Estados Unidos, hace ya más de un siglo. Su empleo en América Central también es antiguo y siempre se ha mantenido como un componente tecnológico entre los agricultores. Se dice que llegó a Mesoamérica (México y América Central), traída por las Compañías Bananeras para alimentar las mulas usadas en el transporte del banano. Cuando ya no fue necesario el uso de las mulas, las Compañías Bananeras dejaron de sembrar la Mucuna; sin embargo, los agricultores por necesidad de forraje, por la pérdida de fertilidad del suelo y por la invasión de malezas, iniciaron su empleo como abono verde.

La Mucuna en México y Centroamérica ha jugado un papel pionero en el resurgimiento del interés por el uso de los abonos verdes. Por sus múltiples beneficios, la Mucuna ha abierto el camino a la introducción de otras leguminosas de abono verde que amplían las posibilidades de usos, como es el caso de la Canavalia.

ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE ABONOS VERDES

Existe poco consenso en definir una planta como abono verde. Para propósitos de este manual, consideramos como abono verde a una planta leguminosa que se siembra para ser dejada sobre el terreno o incorporada, con el propósito principal de proporcionar materia orgánica y nitrógeno al sistema. Este nitrógeno debe provenir en buena parte de la atmósfera.

En este sentido, se separan las leguminosas usadas como abonos verdes, de las plantas utilizadas como cobertura. El propósito principal de éstas es proteger físicamente al suelo y combatir malezas. Existen entonces plantas de abonos verdes que son buenas coberturas y otras que no lo son.

Un abono verde no tiene que ser una buena cobertura, aunque sería lo deseable; ni un cultivo para cobertura tiene que ser necesariamente un buen abono verde, en el sentido de incorporar nitrógeno y ser de rápida mineralización. Esto depende de la anatomía de la planta y los hábitos de crecimiento.

La confusión entre plantas de abono verde y plantas de cobertura se origina en que existen plantas que cumplen las dos funciones (abonos verdes y coberturas), entendiéndose a veces como un mismo término.

Existen algunos términos y conceptos utilizados para definir los abonos verdes. Chávez en 1986 enuncia que "abono verde": "Consiste en la práctica de incorporar al suelo una masa vegetal descompuesta de plantas cultivadas, locales o importadas, con la finalidad de preservar o restaurar la capacidad o propiedad productiva de las tierras agrícolas."

Hoy día, se ha comprobado que no necesariamente se debe incorporar la planta o abono verde que se cultive, ya que se logran los mismos efectos dejando los residuos vegetales sobre la superficie del suelo. Esto los hace aptos para su uso en sistemas de cultivos de mínimo laboreo, así como para ser incorporados en sistemas mecanizados.

Por mucho tiempo, los abonos verdes se caracterizaron por el uso de leguminosas. Con su uso se observaba una mejora en la productividad de los cultivos, debido a la adición del nitrógeno, reciclaje más eficiente del mismo y, un mejoramiento en las propiedades físicas y biológicas del suelo.

En la actualidad se puede considerar "abono verde": como la utilización de plantas en rotación, relevo y asocio con los cultivos, incorporadas al suelo o dejadas sobre la superficie. Como resultado de esta práctica, se observa una protección superficial, mantenimiento y mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

El concepto actual de abono verde implica además de la incorporación de nutrimentos:

- a. Cobertura y protección del suelo.
- b. Mantenimiento o mejoras de las condiciones físicas, químicas, y biológicas del suelo.
- c. Acción biológica e introducción de micro vida en las profundidades del suelo.
- d. Alimentación animal.

Sin embargo, no necesariamente un abono verde debe poseer todas estas características.





En Centroamérica durante los últimos años se ha popularizado el uso de algunos abonos verdes, entre los cuales se encuentran las siguientes especies: Caupi (*Vigna unguiculata*), Mungo (*Vigna radiata* L), Gandul (*Cajanus cajan*) y Frijol Caballero (*Dolichus lablab*).

Ocupan un lugar preferencial por su mayor uso a nivel del territorio centroamericano: La Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y el frijol terciopelo o Mucuna (*Stizolobium deeringianum*), los cuales, dada su importancia se describen en el presente capítulo.

CANAVALIA

Nombre Científico: *Canavalia ensiformis* L.

Nombres comunes en Centro América:

Guatemala:	Canavalia.
Honduras :	Canavalia.
El Salvador:	Canavalia y frijol espada.
Nicaragua:	Canavalia y Chinapopo.
Costa Rica:	Canavalia.
Panamá:	Canavalia, Café Durán y frijol abono.

Origen:

Se encuentra en estado silvestre en las Antillas, en zonas tropicales africanas y asiáticas.

Descripción Morfológica:

Es una planta anual de porte erecto, con hábito de crecimiento indeterminado que alcanza de 0.6 a 1.2 m de altura. Presenta hojas alternas y trifoliadas, con folíolos grandes elípticos - ovales u ovalados, de color verde oscuro y brillante, con nervaduras bien sobresalientes. Presenta inflorescencias axilares en racimos, con flores grandes, corola de color violácea o roja. Su vaina es achatada, larga y comprimida (25 cm ó más) y con estrías longitudinales. Cada vaina contiene de 4 - 18 semillas grandes, redondeadas u ovaladas, de color blanco o rosado. El Hilium de la semilla es oblongo, de color pardo, rodeado de una zona de color castaño y con una lengüeta blanca.

Características generales:

La Canavalia es una leguminosa rústica, anual o bianual, de crecimiento inicial relativamente rápido, resistente a altas temperaturas y a la sequía; tolera el sombreado parcial.



Fenología:

Las etapas de desarrollo de la Canavalia son:

Siembra	0 días
Germinación	4 - 6 días
Emergencia	7 días
1er. Trifolio	20 días
2do. Trifolio	22 días
Inicio floración	65 - 70 días
50% floración	72 - 77 días
Inicio de llenado de vaina	86 - 92 días
Inicio de maduración de vaina	150 - 160 días
Cosecha	180 - 190 días

Exigencias de clima y suelo:

Es una planta de clima tropical y subtropical. No soporta heladas fuertes. Se adapta tanto a suelos arcillosos como arenosos; inclusive a aquellos suelos con bajos niveles de fósforo.

Plagas y enfermedades:

La Canavalia puede sufrir esporádicamente ataque de Diabroticas (*Diabroticas sp*), sin embargo presenta excelente capacidad de recuperación. Puede ser hospedera de la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*), y transmisora del Virus del Mosaico Dorado del frijol (VMDF).

Manejo:

La Canavalia presenta un rápido crecimiento cuando compite con plantas invasoras. La Canavalia debe cortarse al inicio de la formación de las vainas (100-150 días), incorporada con el arado, dejada como mulch o disponerla para el ganado, tal como se describe más adelante.

La Canavalia puede ser sembrada en monocultivo, asociada con maíz o intercalada con café, cítricos u otros cultivos perennes.

Ventajas y limitaciones:

La Canavalia da una excelente cobertura al suelo y evita el crecimiento de malezas invasoras (efecto supresor alelopático), principalmente en el difícil control del coyolillo (*Cyperus rotundus*).

El gran tamaño de la semilla es un factor limitante que induce a un mayor gasto en su siembra.

Es susceptible al ataque de nemátodos.

MUCUNA

Nombre científico: *Mucuna deeringiana* ó *Stizolobium deeringinum*.

Nombres comunes en los países centroamericanos:

Guatemala:	Frijol Terciopelo, Mucuna y Café INCASA.
Honduras:	Terciopelo, Mucuna y frijol abono.
El Salvador:	Mucuna y Café Listo.
Nicaragua:	Terciopelo, Mucuna, Pica pica dulce y frijol abono.
Costa Rica:	Mucuna y Terciopelo.
Panamá:	Mucuna.

Origen:

Sudoeste de Asia.

Descripción Morfológica:

La Mucuna o frijol terciopelo es una planta anual, robusta, de crecimiento indeterminado (puede ser determinado dependiendo de la variedad) y de hábito rastrero. Tiene ramas trepadoras, hojas trifoliadas, con foliolos grandes y membranosos. Su inflorescencia se da en racimos axilares, con gran cantidad de flores y brácteas caducas; el cáliz es acampanado con 4 lóbulos de color violeta o blanco y con estambres diadelfos. Presenta vainas alenguadas, dehiscente en la maduración, con 3-6 semillas globulosas o elípticas y comprimidas, duras, de color gris, con hilum blanco y poco saliente. Algunas variedades presentan semillas de colores grises y en otros casos, de color negro y blanco pintado.



Características generales:

La Mucuna o frijol terciopelo presenta un razonable desarrollo en la sombra y un rápido crecimiento en condiciones favorables de humedad, luz y buen nivel de fertilidad. Proporciona una excelente cobertura al suelo.

Fenología:

Las etapas de desarrollo del frijol terciopelo siguiendo la metodología establecida por el CIAT es la siguiente:

Etapla V0:	Germinación: 6to día
Etapla V1:	Emergencia: 8avo día
Etapla V2:	Hojas Primarias: 14avo día
Etapla V3:	Primera hoja trifoliada: 19avo día

Etapa V4:	Tercera hoja trifoliada: 25avo día
Etapa R5:	Prefloración:110 días
Etapa R6	Floración:120 días
Etapa R7	Formación de vainas:129 días
Etapa R8	Llenado de vainas:144 días
Etapa R9	Maduración:155 días

Exigencias de clima y suelo:

La Mucuna es una planta de clima tropical y subtropical, resistente a temperaturas elevadas, sequía, sombreado y ligeramente resistente al encharcamiento temporal. Es una planta rústica y presenta buen desarrollo en suelos ácidos y de baja fertilidad.

Plagas y enfermedades:

Algunas especies presentan ataque de cercospora y virus. En Brasil se ha reportado la presencia de un hongo que ataca las hojas, lo que ocasiona daños severos; se cree que se debe posiblemente a condiciones climáticas favorables al desarrollo del patógeno.

Manejo:

La incorporación de la planta se debe realizar después de la fase de floración o llenado de vainas. La Mucuna puede ser utilizada sola como mejorador de terrenos en descanso o en asocio con cultivos como maíz, yuca, café y otros cultivos perennes o anuales. La siembra de la Mucuna puede ser hecha a esquepe, en surcos o bien voleada sobre el terreno. En la zona de Veracruz, México, los agricultores volean las semillas dentro del cultivo del maíz.

Ventajas y Limitaciones:

Es una especie que se usa generalmente como abono verde. También puede ser empleada como forraje, triturando los granos como suplemento proteico para animales. La Mucuna posee la capacidad de disminuir las poblaciones de nemátodos.

El desarrollo de los abonos verdes en los países centroamericanos ha sido muy variado. Los agricultores han participado activamente en los procesos de validación, adopción y reproducción.

El uso de los abonos verdes toma primordial importancia en el manejo y conservación del suelo y, sobretodo, cuando el objetivo principal es la recuperación, mantenimiento de la fertilidad y del potencial productivo de los suelos.

Los abonos verdes proporcionan beneficios mucho más significativos a la agricultura que el uso de las prácticas químicas y mecánicas. Dentro de estos beneficios se puede mencionar: mejora la estructura física, incrementa la actividad biológica del suelo hasta profundidades mayores que la de la capa arable y controla los nemátodos.

Una beneficio importante es que son una forma de producción de nitrógeno en el campo, que tienen más ventajas comparativas sobre el abonamiento orgánico o químico. Con los abonos verdes, lo único que se debe transportar al campo es la semilla (20–28 kg/ha en el caso de Mucuna). El nitrógeno es fijado en el sitio y la materia orgánica se produce en la parcela.

Además, se ha comprobado que a largo plazo los abonos verdes producen en el suelo otros beneficios como :

- Protegen al suelo contra el impacto de las gotas de agua de lluvia.
- Mantienen o acondicionan el suelo, permitiendo una alta tasa de infiltración del agua.
- Aumentan la materia orgánica del suelo por la acumulación de material vegetal.
- Aumentan la capacidad de retención de agua del suelo.
- Reducen los cambios de temperatura del suelo.
- Disminuyen la evaporación, aumentando la disponibilidad de agua en el suelo.
- Ayudan a la recuperación de los suelos degradados, al introducir gran cantidad de raíces, airea y crea la estructura de los suelos.
- Promueven el reciclaje de nutrientes. Sus sistemas radiculares ramificados y profundos extraen nutrientes de las capas profundas y los llevan a las capas más superficiales.
- Reducen el lavado de nutrientes del suelo.
- Aportan nitrógeno al suelo por medio de la fijación biológica de las leguminosas.
- Reducen la población de malezas.
- Mejoran la eficiencia en el uso de los fertilizantes.
- Crean las condiciones ambientales favorables para la vida biológica del suelo.

EFFECTO FISICO

El efecto físico que los abonos verdes producen al suelo está directamente relacionado con la calidad, cantidad y manejo dado al suelo; así como por las características climáticas y físicas de la zona.

Algunas de las características físicas afectadas son:

- Estructura o agregado del suelo
- Consistencia del suelo
- Densidad
- Filtración
- Porosidad
- Aireación

La estructura del suelo se ve afectada en varios sentidos. Por un lado, el incremento en la actividad de los microorganismos y microfauna del suelo contribuyen a agregar los suelos. La materia orgánica provee agregación a los terrones de suelo, mejora la estabilidad estructural y afecta la consistencia de los mismos. El efecto en la agregación a su vez mejora la porosidad y por lo tanto, afecta la aireación y la infiltración de agua en el suelo.



Cutra & Mielniczuk (1983) observaron que la descomposición de los residuos orgánicos (raíces, tallos, hojas) a través de los microorganismos del suelo es responsable de la formación y estabilidad de los agregados del suelo, aspecto importante en la estructura.

Harris et al. (1966) destacan que el método más eficiente para mejorar la estructura del suelo es el asocio de abonos verdes, una leguminosa que actúe acelerando la descomposición de los residuos vegetales con una gramínea, especialmente una con un vigoroso sistema radicular, que esté en constante renovación. La materia orgánica de las gramíneas, debido a su alta relación de C/N provee un material orgánico más estable en el suelo y por lo tanto, su efecto sobre las características físicas puede ser más prolongado. Sin embargo, algunos materiales pueden tardar demasiado tiempo en descomponerse o provocar la inmovilización del nitrógeno del suelo, limitando su disponibilidad para el cultivo. La adición de la leguminosa permite mejorar la relación C/N, al incorporar más nitrógeno al suelo y por lo tanto, mejorar el aumento de la materia orgánica.

Protección al suelo: Los abonos verdes que son buenas coberturas, disminuyen el fenómeno de "saltación", salpique o rompimiento de la estructura que es el primer paso para la remoción del suelo. Investigadores han determinado que las gotas de lluvia que caen

durante un año en una hectárea de terreno, ejercen una fuerza o impacto equivalente a 50 toneladas de dinamita. Esta fuerza o impacto desagrega el suelo en partículas muy finas que obstruyen o tapan los poros, provocando el sello superficial, lo que impide la rápida infiltración del agua (Calegari, 1995).

Los abonos verdes que presenten una alta densidad de follaje y que crecen en forma abundante cerca del suelo, pueden disminuir el efecto mecánico del arrastre, al reducir la energía de las aguas de escorrentía.

Conservación de agua: El abono verde puede ayudar a conservar agua, ya que al proteger la superficie del suelo de la incidencia directa del sol y del viento, disminuye la pérdida de humedad por evaporación.

En condiciones climáticas de períodos secos y prolongados, el abono verde contribuye a mejorar la economía del agua en el suelo, aumentando su disponibilidad y reduciendo las pérdidas de agua por evaporación.

Mejora la infiltración y la retención de humedad: La adición de biomasa al terreno mejora la estructura y el contenido de materia orgánica, lo que incrementa la infiltración y la retención de humedad del suelo .

Trabajos realizados en el Estado de Paraná, Brasil, mostraron que: en un suelo con cobertura vegetal, la infiltración fue casi total; mientras que en un suelo descubierto, el escurrimiento superficial fue de un 75 a un 80%.

En suelos arenosos, el abono verde contribuye a disminuir la pérdida de nutrimentos, ya que incrementa los microporos y mejora la retención de humedad.

Efecto de las características de los abonos verdes: Los efectos sobre las características físicas del suelo antes mencionadas, dependen de las características de los abonos verdes y de su capacidad de cobertura. Muchos abonos verdes son buenas coberturas y otros no.

Algunos de los aspectos físicos antes mencionados son afectados directamente por la cobertura, como por ejemplo, la reducción en la escorrentía y en el daño físico ocasionado por la lluvia. Otros, como la agregación, dependen de la incorporación de materia orgánica, de las características de la mineralización y de las relaciones C/N de los materiales usados. Es importante señalar que muchos abonos verdes, debido a su baja relación carbono /nitrógeno son mineralizados rápidamente y tienen poca estabilidad en el suelo.

En estudios realizados en Veracruz de Pérez Zeledón, Costa Rica, en 1992 (Cervantes, 1996), se midieron pérdidas reales en parcelas de escorrentía en las secuencias: frijol – maíz y frijol – maíz – Mucuna. Durante la época de lluvia se reportaron pérdidas de 7,100 Kg/ha y 404 Kg/ha de suelo, respectivamente. Por otra parte, los datos de humedad obtenidos con sondas de neutrones en los primeros 20 cm de suelo cultivado con Mucuna, mostraron mayores niveles de humedad tanto bajo condiciones de secano, como época lluviosa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de humedad de suelos con y sin cobertura de Mucuna, medido con sonda de neutrones.

Tratamiento	Contenido de humedad g/cc			
	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

g/cc : gramos por centímetro cúbico de suelo.

EFFECTO BIOLOGICO

La materia orgánica sirve como fuente de energía para los organismos del suelo:

La cantidad de materia orgánica (con sus enlaces de carbono) constituye la fuente de energía para muchos microorganismos del suelo, por lo que incrementan su número. El aumento de la concentración de residuos en la superficie del suelo, hace disponible una mayor cantidad de fósforo, lo que favorece la acción de las bacterias fijadoras de nitrógeno. En el caso de las leguminosas, el aporte de carbono es acompañado por el nitrógeno.

Las plantas usadas como abono verde atenúan las variaciones térmicas del suelo, por lo que benefician la actividad biológica:

En forma indirecta, la materia orgánica proveniente de los abonos verdes incide en los aspectos físicos del suelo, ocasionando una mejor retención de agua y una mejor aireación. Con esto, se mejoran las condiciones para el crecimiento de microorganismos y por ende, las condiciones para el crecimiento de las plantas.

La mayor actividad biológica del suelo trae enormes beneficios a los cultivos:

El incremento en la población bacteriana en general disminuye la concentración relativa de patógenos del suelo. Los abonos verdes, al aportar materia orgánica con un buen contenido de nitrógeno, aportan también los elementos necesarios para el incremento de la actividad biológica, contribuyendo de esta forma a establecer un balance entre las poblaciones de hongos patógenos y el crecimiento de las poblaciones de otros microorganismos benéficos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Presencia de bacterias, actinomicetes, levaduras y hongos en suelos bajo siembra de maíz y maíz – Mucuna (factor de dilación 10.000).

Tratamiento	Bacterias	Actinomicetes (x 10.000 org.)	Levadura	Hongos
Maíz	4.1	11.0	0.3	3.5
Maíz – Mucuna ¹	21.0	35.4	2.8	3.5

¹Luego de dos años de introducir la Mucuna.
(Informe PRIAG 1995).

Los abonos verdes de leguminosas al aportar materia orgánica de buena calidad, también favorecen el crecimiento en las poblaciones de lombrices: Las lombrices actúan de diferentes formas en la descomposición de la materia orgánica del suelo:

- Ingieren residuos con relación C/N alta, la que transforman en un tejido vivo de baja relación C/N, cuyo nitrógeno será fácilmente mineralizado con la muerte de las lombrices.
- Promueven una mezcla fina del material orgánico al interior del suelo.

Algunas plantas usadas como abonos verdes muestran algún control contra ciertas plagas radiculares: Algunos autores consideran que el uso de abonos verdes puede constituirse en un método valioso y barato en el control de nemátodos. Según algunos investigadores, la Crotalaria, la Mucuna y el Gandul, son las especies que producen los mejores efectos en el control de las poblaciones de nemátodos.

EFECTO QUIMICO

Reciclaje de nutrientes. Los abonos verdes, tanto las especies perennes como plantas anuales, sirven como medio para el reciclaje de nutrientes. Mediante su absorción de capas profundas del suelo, las plantas extraen nutrientes que luego son incorporados a los niveles superiores del suelo, en donde son más fácilmente disponibles por los cultivos. Esto es más claro en el caso de leguminosas arbóreas, las cuales exploran capas profundas del suelo, de donde extraen nutrientes que por lo general han sobrepasado el área de absorción del cultivo.

En el caso de las leguminosas fijadoras de nitrógeno, existe un efecto adicional de suma importancia, el aporte de cantidades significativas de nitrógeno al sistema.

A pesar que las plantas crecen en una atmósfera que se compone casi en un 76% de N, este elemento, junto con el fósforo, constituyen los nutrientes que limitan la producción en el trópico. Las leguminosas al fijar nitrógeno ayudan al balance

de nitrógeno en el sistema. Estudios de fijación en campo e invernadero, usando N-15, han mostrado niveles de fijación que van del 32 al 51 % del nitrógeno contenido en la *Mucuna*. Para el caso, en el sur de Costa Rica, eso significa la introducción de aproximadamente 100 kg de nitrógeno que provienen de la atmósfera, para un ciclo de *Mucuna* (Cervantes, 1996).

Además de estas cifras, es importante conocer la velocidad de mineralización, ya que de esto depende la disponibilidad de nutrimentos para el cultivo y, se puede determinar el manejo del abono verde en cuanto al momento de su incorporación. En este caso, las relaciones C/N determinan la velocidad de mineralización.

En el caso de la *Mucuna*, también se ha detectado una buena capacidad para la extracción de calcio de los niveles inferiores del suelo. En suelos de Veracruz de Pérez Zeledón, Costa Rica, la *Mucuna*, en asocio con maíz, logró extraer cantidades altas de calcio hasta reportar valores de 1% de la materia seca. Bajo estas condiciones, en suelos superficiales ácidos, sobre subsuelos con contenidos altos de calcio, la *Mucuna* podría jugar el papel de una enmienda.

En sistemas de café con sombra de leguminosa arbórea, ésta aporta cantidades importantes de nutrimentos, mediante el aporte de biomasa a través de podas o pérdidas de hojas. En suelos volcánicos y usando técnicas de N -15, se compararon los aportes de nitrógeno al maíz, suplido por diferentes fuentes de abonos verdes, compost y fertilizantes químicos. Los aportes provenientes del Poró (*Erithrina*) y Guabas (*Inga*), aportaron entre el 51% y 58% del nitrógeno contenido en el maíz. La *Mucuna* aportó un 51%. Todos los abonos verdes superaron al lombricompost en un 22% y al nitrato de amonio en un 26% (Cervantes, 1996). Por otra parte, la velocidad de mineralización de los abonos verdes fue suficientemente rápida para aportar Nitrógeno al maíz durante el período de mayor absorción, que va de la siembra hasta los 40 días.

Datos obtenidos en el Sur de Costa Rica, en suelos inceptisoles ácidos, para una biomasa de 6,000 kg de materia seca, la *Mucuna* extrajo 168 kg de nitrógeno, 12 kg de fósforo, 84 kg de potasio, 72 kg de calcio y 20 kg de magnesio (Cervantes, 1996). Estos nutrimentos pasarían al cultivo mediante la descomposición del material. Por otra parte, se reconoce que algunos de estos nutrimentos no estarían disponibles para el cultivo.

Formación de ácidos orgánicos: Los abonos verdes ayudan a disolver los minerales y por lo tanto, incrementan la disponibilidad de nutrimentos poco solubles.

La materia orgánica ayuda a regular la acidez del suelo: Manteniendo estable el pH, mediante la formación de complejos órgano-minerales que insolubilizan el aluminio, se ayuda a liberar el fósforo fijado y a regular el pH del suelo.

Al aumentar la materia orgánica del suelo se aumenta la capacidad de intercambio catiónico efectivo: Este efecto se da en la capacidad de intercambio catiónico, el que depende de las cargas variables del pH. Estas cargas se originan en los grupos terminales de las moléculas orgánicas y aumentan con el pH del suelo. El suelo mejora así su capacidad de retener e intercambiar cationes con la planta, mejorando su fertilidad.

OTROS EFECTOS DE LOS ABONOS VERDES

Efectos Alelopáticos: Se entiende por alelopatía a todas las interferencias desencadenadas entre plantas y microorganismos, provocadas por la liberación de sustancias químicas elaboradas por ellos mismos, ya sea a través de tejidos vivos o muertos. La Canavalia, la Mucuna y la Crotalaria tienen efectos alelopáticos, sobre algunas plantas invasoras, actuando eficientemente sobre el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*).

En la apicultura: Algunos abonos verdes son plantas de gran producción de néctar o polen, el que puede ser aprovechado por las abejas.

Como forrajeras: Algunos abonos verdes son utilizados como forrajes en la alimentación del ganado.

En regiones con limitantes en la alimentación durante la época seca, la Canavalia juega un papel muy importante, ya que se desarrolla muy bien durante épocas secas. En este sentido, con el propósito de mejorar la alimentación del ganado durante la época seca, se recomienda la siembra de Maíz en asocio con Canavalia. La siembra se hace en surcos alternos. La utilización de este rastrojo mejorado ofrece las siguientes ventajas con relación al rastrojo de maíz solo:

- Se incrementa la disponibilidad y calidad del forraje con respecto al rastrojo de maíz en monocultivo.
- Durante el verano, la Canavalia tiene buena aceptación por parte de los animales.
- El incremento en el nivel de proteína cruda del forraje del maíz + Canavalia, mejora el consumo total de materia seca por parte de los animales (Gordón et.al. 1995).

Otra opción es mojar la semilla de Mucuna o Canavalia, para después quebrarla. Este material se da a los cerdos, en combinación con maíz, en una proporción de una parte de semilla de abonos verdes y dos partes de maíz (Experiencia de Guatemala).

Alimentación Humana: La Mucuna contiene una sustancia tóxica (Dopa o Dopina) que puede ser dañina para la salud. Esta sustancia se usa en algunas medicinas, como por ejemplo, para curar o tratar la enfermedad de Parkinson y a personas con hipertensión. Si se consume mucha Mucuna se pueden presentar mareos, dolor de cabeza y a veces diarreas.

La semilla de Mucuna y Canavalia contienen un 24% de proteína, lo cual muestra su alto valor nutritivo. De acuerdo a recomendaciones de los agricultores, se debe consumir en pequeñas cantidades, de 10 a 15 granos por día.

Algunas formas de consumo son: Nutricafe, Nutritortilla, Nutrichocolate, Nutriharina y otras. El Anexo 1 presenta las recetas para su preparación.

Precauciones para el consumo:

- Cocínela lo máximo posible.
- No comer mucho en un día.
- Personas con presión baja, no deben consumirla.



MODALIDADES DE USO

Aunque los términos "cultivo de cobertura" y "abono verde" no son idénticos, la práctica ha hecho que se les dé los mismos usos, colocándolos en un mismo nivel. Algunos abonos verdes son compactos, de follaje abundante y pueden cubrir completamente el suelo en pocas semanas. El sistema radicular es corto, ramificado y crece con tanta rapidez como las partes aéreas. Sus hojas son grandes, suaves y pubescentes, especialmente en el lado inferior. En pocos meses, una capa de materia vegetal puede incorporarse al suelo o dejarse como cobertura.

Los abonos verdes se usan de diferentes formas, dependiendo de los objetivos y posibilidades de los agricultores. Según las condiciones se pueden sembrar en primera o postrera, en surcos o al voleo, solos, asociados o en relevo, por un año o por más tiempo, pueden usarse para mejorar tacotales u otros fines. En fin, las posibilidades son muchas y muy variadas. A continuación se presentan algunos elementos para su uso bajo estas modalidades.

ROTACIÓN DE CULTIVOS

RELEVO CANAVALIA - MAÍZ

El relevo de Canavalia – Maíz, consiste en sembrar la Canavalia al inicio de la época lluviosa (mayo) y, dejarla crecer hasta mediados o finales del mes de agosto. Luego se procede a cortar las plantas de Canavalia y dejarlas sobre la parcela hasta la siembra del maíz. El corte de la leguminosa se puede realizar de una a tres semanas antes de la siembra del cultivo del maíz.

Para sembrar al voleo, la semilla se tira sobre el charral o rastrojos de cultivos anteriores. El charral es chapeado para cubrir la semilla. En otros casos, ésta es cubierta por los rastrojos. De esta forma la semilla germina y empieza el desarrollo de las plantas. Esta práctica se recomienda para aquellas áreas en donde existe humedad adecuada y para el inicio de las lluvias. Esta práctica requiere mayor cantidad de semilla (50 kg/ha). Después de un período de crecimiento de 3-5 meses, se procede a cortar las plantas de Canavalia y se dejan sobre la parcela hasta que vaya a ser utilizada para la siembra de maíz.

Si el productor dispone de terreno suficiente, puede dejar crecer la Canavalia, durante un año o más. Este es un sistema que puede ser empleado para la recuperación de terrenos agotados.

En la época de postrera, por lo general se siembra el maíz entre los residuos de la Canavalia o rastrojos de otros cultivos. La siembra puede hacerse en forma mateada

a 40 cm entre posturas o en surcos, separados a 50 cm y con 6 -8 semillas por metro lineal. Para esta siembra se requieren aproximadamente 25 kg/ha de semilla.

Efecto residual de la Canavalia: Los estudios realizados a la fecha indican que la producción de grano de maíz se beneficia en aquellas parcelas manejadas en relevo con Canavalia.

Dosis óptima de nitrógeno: Los estudios muestran que las parcelas de maíz en relevo con Canavalia, produjeron un rendimiento máximo de 5.50 t/ha (84.7 qq/mz), obtenido con 39 kg N/ha. Mientras que para las parcelas sin Canavalia, el rendimiento máximo fue de 3.83 t/ha (58.98 qq/mz) usando 110 kg de N/ha.

Efectos de la labranza: Los resultados de algunos experimentos muestran que no hubo diferencia en rendimiento, entre el maíz de las parcelas en donde se incorporó la planta de Canavalia y en aquellas donde se dejaron sobre la superficie del suelo. Esto significa que el sistema Canavalia - maíz, puede utilizarse bajo las prácticas de labranza convencional (incorporación parcial de las plantas de Canavalia), labranza mínima y en labranza de conservación (sin incorporar las plantas).

Consideraciones económicas: El relevo de Canavalia con maíz, es una práctica altamente rentable. Entre sus ventajas sobresale el incremento en rendimiento y la reducción en la cantidad de nitrógeno a aplicar. El uso del sistema de Canavalia con maíz en relevo, implica un ahorro en lo que a la aplicación de nitrógeno se refiere; además de los ingresos adicionales en concepto del aumento en rendimiento en comparación con el maíz en monocultivo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis económico de una parcela de maíz en rotación con Canavalia versus una parcela sin rotación.

Descripción	Maíz sin rotación	Maíz en rotación con Canavalia
Rendimiento. (t/ha)	3.83	5.50
Precio de campo. (\$/kg)	0.19	0.19
Beneficios bruto. (\$)	727.70	1045.00
Costos variables		
Costo y aplic de N (\$/ha)	80.30	28.47
Beneficios netos (\$/ha)	647.40	1016.53
Incremento en beneficios netos		369.13

(Gordón, 1995)

RELEVO MUCUNA - MAÍZ

El mismo procedimiento descrito para la Canavalia en la sección anterior puede ser utilizado para sembrar Mucuna. Al inicio de las lluvias, se siembra o se riega la Mucuna sobre el charral o rastrojos del cultivo anterior. Cuando llegue el momento de sembrar el maíz, la Mucuna habrá cubierto el terreno y eliminado las malezas. Para la siembra de una hectárea de terreno con este sistema de siembra se necesitan 30 kg de semilla de Mucuna. Previo a la siembra del maíz, proceda con la chapia de la Mucuna.

Algunas de las ventajas de esta práctica son semejantes a las de la Canavalia, con la diferencia que la Mucuna produce mayor cantidad de materia verde y que está más adaptada a condiciones de mayor humedad que la Canavalia.

TACOTALES MEJORADOS

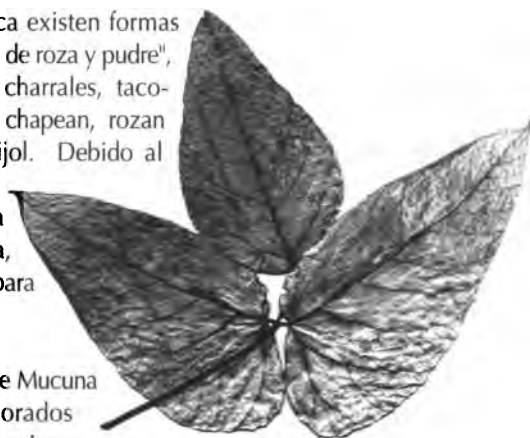
(Tacotal-Mucuna-Frijol)

En el litoral pacífico de Centroamérica existen formas de siembra consideradas como "sistemas de roza y pudre", donde la semilla del frijol es tirada en charrales, tacotales o rastrojo. Posteriormente, estos se chapean, rozan o cortan, para cubrir y fertilizar al frijol. Debido al avance de la frontera agrícola, los sitios aptos para la siembra bajo este sistema son cada vez más escasos. La Mucuna, ha sido probada como una alternativa para mejorar estos "tapaderos".

Mediante la práctica de lanzar semillas de Mucuna a los tacotales, éstos pueden ser mejorados o enriquecidos con el aporte de esta leguminosa.

Debido a la humedad presente en estos tacotales, la Mucuna germina y se mezcla con las demás plantas. Seis meses después, se puede sembrar el frijol bajo el sistema "tapado", esto es, lanzar la semilla de frijol, para posteriormente cubrirla con los rastrojos del tacotal.

Los efectos observados en los estudios de tapaderos de frijol, muestran un incremento significativo en el contenido de nitrógeno foliar del frijol y un mejor desarrollo inicial de las plantas. Algunos reportes indican que la Mucuna produjo un incremento considerable de la biomasa de los tapaderos (especialmente de crecimiento secundario) y facilitó la producción de materiales de rápida mineralización a estos sistemas (Cuadro 4).



Por otra parte, la siembra de la Mucuna, permite intensificar el uso de los tapaderos, ya que facilita la rápida recuperación del charral. Igualmente, permite usar los tapaderos anualmente y no cada tres años.

Cuadro 4. Producción de biomasa (peso seco) en kg/ha de dos formas de siembra de Mucuna para mejoramiento de tacotales.

Forma de siembra	Biomasa de Mucuna	Biomasa de Crecimiento Secundario	Biomasa total
Tapado	793.7a	956.2b	1759a
Voleado sin tapar	500.0a	2206.3a	2706a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Jiménez, J. 1996 Tesis de Ing. Agrónomo (Escuela de Ciencias Agrarias 1996).

CULTIVOS ASOCIADOS

Como ya se indicó anteriormente, la Canavalia y la Mucuna pueden también sembrarse asociadas con el cultivo de maíz. Algunas de las modalidades de siembra son:

MAÍZ Y CANAVALLIA

Surco Alterno: En este sistema, primero se siembra el maíz e inmediatamente, u ocho días después, se siembra la Canavalia entre surcos alternos de maíz. En otras palabras, en el centro del primer surco de maíz se siembra la Canavalia y el siguiente surco se deja libre; luego viene otro surco con Canavalia y así sucesivamente.

Este sistema, además de reducir la competencia entre el maíz y la Canavalia, favorece la aplicación de la urea y la cosecha de maíz, ya que, estas labores se pueden realizar por el surco que no está sembrado de Canavalia. En cuanto a la fertilización nitrogenada, ésta sólo se recomienda aplicar durante el primer ciclo.

Cantidades superiores a los 20 kilos de nitrógeno por hectárea han probado reducir o inhibir la capacidad de la Canavalia para fijar el nitrógeno atmosférico. Esto se debe a que la leguminosa busca procesar menos energía metabólica y absorber el nitrógeno soluble del fertilizante.

Algunas de las ventajas de este asocio son:

- No afecta los rendimientos del maíz.
- La Canavalia presenta tolerancia a la sombra del maíz y buen rendimiento de forraje (materia seca).
- Poca susceptibilidad de la Canavalia a la atrazina (Gesaprim), muy utilizado en la producción del maíz.

Surco Continuo: En este sistema, primero se siembra el maíz y ocho días después se siembra la Canavalia. Su siembra es de manera continua entre todos los surcos de maíz; es decir en el centro de cada surco.

Otras consideraciones

Distancia y época de siembra: En estos sistemas, la distancia entre surcos para la Canavalia conviene que sea de al menos 90 cm, lo que favorece el crecimiento de la leguminosa. No es conveniente que la distancia entre hileras sea menor, pues se produce mayor competencia entre ambas especies (maíz - Canavalia). La separación entre golpes debe ser de 50 cm, colocando 2 semillas por postura. La siembra de esta leguminosa requiere aproximadamente 25 kg/ha.

La mejor época para realizar la siembra de la Canavalia es después que el maíz ha germinado, (5 a 8 días después de sembrado el maíz), cuando se observan claramente las hileras del maíz en el campo. Siembras más tardías producen menos materia seca de Canavalia.

Susceptibilidad a herbicidas: La experiencia obtenida sugiere que la aspersión en pre emergencia de los herbicidas Gesaprim y Prowl, no afecta la germinación de la semilla de Canavalia. Estos trabajos también indican que la mezcla de Prowl con Gesaprim o ambos por separado, después de la germinación de la Canavalia, causan la muerte de la planta recién germinada (fitotóxicos).



Fertilización: Durante el primer año del asocio se deben aplicar las cantidades de abono completo y urea que recomienda el análisis del suelo o la fertilización que el productor utiliza normalmente para el maíz en monocultivo. En siembras posteriores, en terrenos con más de un año de siembras asociadas con Canavalia, la aplicación de urea puede reducir de 45-90 kg/ha (uno o dos quintales por hectárea) de 25 - 45 días después de la siembra, debido al efecto residual de la leguminosa. Datos con otras leguminosas demuestran que la fertilización nitrogenada puede ser sustituida totalmente por el abono verde.

Cosecha: La cosecha del maíz puede realizarse a finales del mes de enero, en la época seca. Estudios realizados en Panamá, en los últimos cinco años, indican que el sistema de maíz asociado con Canavalia en surcos alternos, no presenta diferencias en producción de grano, al compararse con el maíz en monocultivo. Sin embargo, se establece una diferencia significativa en la producción de biomasa total y, en el contenido de proteína (Cuadro 5).

Cuadro 5. Principales Variables de Respuesta de los Sistemas de Maíz-Canavalia y Maíz Monocultivo.

Variables	Maíz Solo	Maíz + Canavalia
Rendimiento Maíz (kg/ha)	2,954.25	3831.44
Rendimiento Rastrojo (t/ha)	4.72	4.48
Canavalia (t/ha)	-----	2.80
Biomasa Total (t/ha)	4.72	7.28
% de Proteína	3.45	7.36

Fuente: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Manejo del Rastrojo: El sistema de producción de maíz en el área de Azuero (Panamá), involucra la utilización del rastrojo de maíz durante la época seca. Además de aumentar la cantidad total de rastrojo disponible para el consumo de los animales, se obtiene una mejoría en la calidad de éste, lo que se traduce en una mejor alimentación del ganado. La producción de rastrojo de Canavalia se estima entre las 3-5 t/ha de materia verde. (Herrera, et al, 1995).

Los estudios realizados por el IDIAP, muestran que los animales alimentados en parcelas con rastrojo de maíz más Canavalia, aumentaron 486 gramos/animal/día; superando estadísticamente a los animales alimentados con rastrojos de maíz, los que lograron aumentos de 121 gramos/animal/día, durante dos meses de pastoreo.

Para este sistema se recomienda introducir el ganado a pastorear a finales del mes de febrero, una vez que las vainas que contienen la semilla de Canavalia se han secado. Esta recomendación se hace para evitar que la semilla de la Canavalia sea consumida por el ganado. Una vez que se inician las lluvias en el mes de mayo, las semillas germinan y ocupan el terreno durante mayo – agosto, mientras llega la siembra de maíz en septiembre.

MAÍZ Y MUCUNA

Surco Continuo: En este sistema primero se siembra el maíz. La Mucuna se puede sembrar entre los surcos del maíz.

Otras consideraciones

Distancia y época de siembra: En este caso se recomienda sembrar en el centro de los surcos de maíz, a una distancia de 50 cm entre plantas, colocando dos semillas por postura. Para esta siembra se necesita aproximadamente 20 kg/ha.

La mejor época para sembrar la Mucuna es a los 45 días después de haber sembrado el maíz. Esto se hace para evitar reducciones en el rendimiento de maíz debido a la fuerte competencia de la Mucuna.

Control de Malezas: Debido al crecimiento agresivo de la *Mucuna* entre los surcos del maíz, los problemas de maleza se minimizan, ya que la *Mucuna* no deja crecer otras plantas sobre el terreno.

Fertilización: Debido a la gran capacidad de fijación de nitrógeno, la *Mucuna* puede llegar a aportar al sistema un aproximado de 152 kg de nitrógeno/ha. Por lo que, las aplicaciones de nitrógeno para el cultivo de maíz pueden ser reducidas considerablemente.

Manejo del rastrojo: La *Mucuna* debido a su rápido crecimiento puede llegar a producir entre 10 y 30 t/ha de materia verde. La producción de materia verde, depende de la variedad de *Mucuna* empleada. Una vez cosechado el maíz, los rastrojos pueden ser utilizados para el pastoreo del ganado o para mantener cubierto el terreno y eliminar algunas malezas problemáticas.

ALGUNAS LIMITACIONES

Cuando la *Mucuna* se asocia con cultivos perennes, el establecimiento de la leguminosa debe hacerse coincidir con la época de mayor demanda de nitrógeno por parte del cultivo principal.

La *Mucuna*, por su hábito de crecimiento indeterminado y por su crecimiento inicial agresivo, se afianza rápidamente de árboles o plantas perennes, complicando el manejo adecuado del cultivo.

La semilla de *Canavalia* por su gran tamaño (1000 semillas pesan 1.5 Kg), presenta un inconveniente a la hora de establecer plantaciones, ya que requiere una gran cantidad de semillas para sembrar una hectárea.

Por lo general cuando se usa un abono verde, la siembra del maíz se vuelve más lenta, sobretodo cuando se hace sobre rastrojos (de abonos verdes secos). Igualmente, la cosecha del cultivo se complica, sobretodo cuando el crecimiento del abono verde es muy grande y se enreda con el cultivo.

PRODUCCION DE SEMILLAS DE ABONOS VERDES

Ya que las plantas de abono verde son cortadas antes de producir semilla, su producción es de vital importancia para su uso. Las prácticas de manejo recomendadas sugieren cortar las plantas cuando presentan el mayor contenido de nutrientes, dejarlas como mulch o incorporarlas al suelo para aprovechar el aporte de nitrógeno en el momento más oportuno, por lo cual las semillas se pierden. Estas prácticas, imposibilitan la disponibilidad de semillas de leguminosas para el próximo ciclo de siembra. Ante esta situación conviene ser precavidos.

Al momento de recomendar a los agricultores el uso de semilla de estas leguminosas (Canavalia y Mucuna), es importante destacar la necesidad de reproducir la semilla en sus propias fincas, en áreas destinadas para tal fin y, con los cuidados necesarios para la obtención de semilla de calidad.

En algunos países del área centroamericana, los agricultores de granos básicos, siembran las semillas de leguminosas en los cercos alrededor de sus fincas, lo que les permite obtener semilla.

Las áreas destinadas a la producción de semilla deben tener relación con el plan de siembra de abonos verdes que los agricultores proyectan para los próximos ciclos, de tal forma que les garantice el abastecimiento de semilla año con año.



A continuación se plantean algunas recomendaciones que servirán de apoyo en la producción de semilla de las leguminosas o abonos verdes que se han estudiado en este manual.

CANAVALIA

Para la producción de semilla de Canavalia se recomienda plantar de 4 - 5 semillas por metro lineal, en surcos distanciados de 50 a 100 cm. Las vainas deben ser recogidas cuando están bien secas o, completar su secado en pisos de ladrillo. Posteriormente éstas deben ser trilladas.

El trillado puede ser manual, con golpes de varas o reglas o en una trilladora mecánica. Los rendimientos de semilla varían de 800 a 1,200 kg/ha. El ciclo completo del cultivo es de 150 a 180 días, tiempo en el cual la semilla está lista para la cosecha.

MUCUNA

Para la producción de semilla de terciopelo se recomienda sembrar de 3 a 4 semillas por metro lineal con espaciamento de un metro entre surco (15-30 kg/ ha) de semillas.

Para una mejor calidad de la semilla y para aprovechar una mayor aireación y captación de la luz solar, se recomienda el uso de tutores. Estos pueden ser con plantas de maíz, madera u otro material que pueda servir para sostener a las plantas, lo que genera una mayor cantidad de semilla de calidad.

La colecta de las semillas debe hacerse manualmente cuando las vainas estén maduras fisiológicamente. Conviene completar el secado en terrenos enladrillados donde haya suficiente aireación, para posteriormente proceder a la trilla, pudiendo hacerse de manera manual o con golpes de madera.

La productividad de la semilla anda alrededor de 1000 - 1500 kg/ha. El ciclo de cultivo varía de 150 a 240 días.



- Baltazar B. da Costa M. 1993. Adubacao verde no sul do Brasil/2. ed. Río de Janeiro, AS - PTA, 346 p: il., fotos
- Calegari, Ademir. 1995. Leguminosas para adubacao verde de verao no Paraná. Londrina: IAPAR. 118 p. Ilust.
- Cervantes, Carlos. 1996. Balances y nutrimentos en sistemas de maiz y frijol en Centroamérica. Informe Final. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación agronómica sobre granos en Centroamérica. PRIAG.
- Cervantes, Carlos. et al: 1996. Disponibilidad para el maíz del nitrógeno proveniente de fuentes orgánicas y químicas determinada mediante la técnica del 15 N. Memoria de Suelos, X Congreso Agronómico Nacional. Volumen III. San José, Costa Rica.
- Chávez, J. 1986. Nutricao, Adubacao e calagen do Cafeeiro. Londrina, IAPAR, 24p. (IAPAR, Circular, 48).
- Cintra, F. & Mielniczuk, J. 1983. Potencial de algunas especies vegetais para a recuperacao de solos com prepiiedades físicas degradadas. Revista Brasileira de Ciencia do Solos. Campinas, (7): 19-201.
- Gordón, R.; De Gracia, N.; Franco, J.; González, A.; Herrera, D.; De Herrera, A. 1995. Siembra de Maíz Asociado con Canavalia en Surcos Alternos, Azuero, Panamá. IDIAP - PANAMA. PLEGABLE.
- Cordón, R.; De Gracia, N.; Franco, J.; González, A.; Herrera, D.; De Herrera A. 1995. Siembra de Maíz en Rotación con Canavalia, Panamá. IDIAP - PANAMA. PLEGABLE.
- Dutra, G. 1919. Adubos Verdes; sua producao e modo de emprego. Campinas, Instituto Agronómico, 76 p.
- Herrera, D., Guerrero, B., De Herrera, A. y Gordon, R. 1995. Uso del Rastrojo de Maíz más Canavalia en Alimentación Animal. Azuero, Panamá. IDIAP - PANAMA, PLEGABLE
- Miyasaka, S., Gallo, J. y Silva, J. 1960. Problemas sobre a rotacao soja x algodao. Bragantia. s.l.; 19 (s/n): Ivii – Ixii.
- Sancho, F. y Cervantes, C. 1996. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. In III Congreso Nacional de Suelos, San José, Costa Rica. p 181-188.

ALGUNAS RECETAS DE COCINA QUE SE PREPARAN CON MUCUNA.

De acuerdo a experiencia recolectada en Honduras, a continuación se presentan algunos alimentos que se pueden preparar con Mucuna.

NUTRICAFE

Ingredientes:

- 1 Libra de Mucuna
- 4 Cucharadas de dulce de caña raspado
- 2 Rajas de Canela (Opcional)

Preparación:

-Se limpia bien el frijol, se lava y se seca al sol. Cuando está seco, se tuesta en un comal o en una lata hasta dejarlo bien oscuro. Faltando tres minutos para retirarlo del fuego, se le agrega dulce rayado, hasta que se queme.

-Se deja enfriar y se procede a moler los granos, quedando listo el producto para hacer café.

-Para preparar el café, se calcula una cucharadita de nutricafe por cada taza de agua. Se pone a hervir el agua y se le agrega el café retirándose del fuego.

NUTRICHOCOLATE

Ingredientes:

- 1 Libra de Mucuna
- 1/2 Libra de maíz
- 2 Rajas de Canela
- Pimienta olorosa al gusto
- Una pizca de sal (Opcional)
- Azúcar al gusto
- 11 Vasos de agua
- 8 Cucharadas de leche en polvo

PREPARACIÓN

-Se limpia, lava y seca al sol el frijol Mucuna. Posteriormente se tuesta a fuego lento en un comal, dejándolo bien tostado, pero no quemado. En esa misma forma se tuesta el maíz y se muele todo junto, dejándolo bien fino. Esta mezcla es el nutrichocolate

-Se disuelve la leche en polvo en un recipiente que contiene los 11 vasos de agua y se pone a hervir con 8 cucharadas grandes de Nutrichocolate, durante 12 minutos. Posteriormente se le agrega sal, azúcar y vainilla al gusto, quedando listo para ser servido.

El PRIAG se inició en 1991 como un Programa Regional de Cooperación entre países del Istmo Centroamericano, representados inicialmente por el Consejo Regional de Cooperación Agrícola de Centroamérica, Panamá, Belice, México y República Dominicana (CORECA) por una parte y la Unión Europea (UE) por otra.

En 1997 el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), perteneciente al Sistema de Integración Centroamericano (SICA) asumió la función de organismo tutela. Este cambio, coloca al PRIAG como una iniciativa de integración centroamericana que promueve la plena participación de la sociedad civil.

Para su ejecución cuenta con el apoyo técnico del Centro de Cooperación Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) de Francia y el Instituto Real para los Trópicos (KIT) de Holanda.

Dentro del Istmo Centroamericano, el Programa impulsa la cooperación horizontal de los diferentes sectores sociales e institucionales para combatir la inseguridad alimentaria y promover la diversificación, tanto en la dieta como en la generación de ingresos de los productores. Para alcanzar estos propósitos, se apoya y fortalece la capacidad de autogestión de los productores y sus organizaciones, para que en conjunto con las instituciones (gubernamentales, y privadas, nacionales, regionales e internacionales) identifiquen, adapten, prueben y utilicen tecnologías coherentes con sus intereses y condiciones. De esta forma y a través de intercambios de experiencias e información agrícola, el productor como usuario final, procesa y utiliza información de diferentes tipos para responder a sus necesidades.

Su estilo de operación se fundamenta en la activa y amplia participación de sus productores, investigadores y extensionistas de los seis países de la región, así como las instituciones (municipales, departamentales, nacionales, regionales e internacionales) de carácter público y privado, involucradas en la innovación tecnológica y con énfasis en los sistemas de cultivo importantes para la agricultura familiar.

FECHA DE DEVOLUCION

IICA
PRIAG_MT_!

Autor

Abonos verdes: una alternati-
va para mejorar la fertilidad
del suelo

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante



Dirección Ejecutiva Regional (DER)

Tel. (506) 229-3155

Fax. (506) 229-2567

Apdo. 458-2200

Coronado, Costa Rica