BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA
17 MAYO 2006

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Centro de Investigaciones La Libertad

Programa Nacional de Transferencia
de Tecnología Agropecuaria

EL USO DE COBERTURAS LEGUMINOSAS

ALTERNATIVA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS Y MEJORAMIENTO DE SUELOS AGRÍCOLAS

BOLETIN TECNICO N. 35

Hernando Delgado H.[1]
Gloria Elena Navas R.[2]
Carmen Rosa Salamanca S.[3]
Jaime Humberto Bernal R.[4]

Diciembre de 2003
Villavicencio, Meta, Colombia

1/ I.A. M.Sc. Mejoramiento. Investigador Corpoica C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta.
2/ I.A. M.Sc. Suelos. Investigadora programa recursos biofísicos. Corpoica La Libertad. Villavicencio, Meta.
3/ I.A. M.Sc. Suelos. Investigadora programa recursos biofísicos. Corpoica La Libertad. Villavicencio. Meta.
4/ I.A. M.Sc. Fisiología vegetal. Investigador programa recursos biofísicos. Corpoica La Libertad. Villavicencio, Meta.

La financiación de ésta publicación se logró gracias los recursos de cofinanciacón de Programa Nacional de Transferencia de Tecnología PRONATTA, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y es producto del proyecto"Diseño y aplicación de estrategias no químicas de manejo de malezas nocivas en algunos sistemas de producción agrícola de pequeños y medianos productores del departamento del Meta" ejecutado por Corpoica La Libertad en el periodo 2001-2003.

Autores
Delgado H., H.
Navas R., G. E.
Salamanca S., C. R.
Bernal R., J. H.

ISBN: 958:8210-63-1
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica
Primera Edición
Diciembre de 2003
Villavicencio, Meta, Colombia

Código: 02.02.35.08.32.03
Edición: MVZ M.Sc. César Augusto Jaramillo Salazar
Programa: Transferencia de Tecnología Corpoica La Libertad
Fotografía: Gloria Elena Navas Rios y Hernando Delgado Huertas
Jaime Bernal Riobo / Loreni H. (2000)
Tiraje: 1000 ejemplares
Producción editorial: Produmedios

PRODUCCIÓN EDITORIAL:
Diseño, fotomecánica, impresión y encuadernación

PRODUMEDIOS
Productos editoriales y audiovisuales

www.produmedios.com
Teléfono: 288 5338 - Bogotá, DC

PRESENTACIÓN

El reto de la investigación y la transferencia de tecnología agropecuaria es buscar el incremento de los rendimientos y la reducción de los costos de producción, *mediante el desarrollo de alternativas que no afecten los recursos naturales.*

Es de todos conocido que el incremento de los costos de producción se da, bien sea por el aumento desmedido del valor de los insumos o por el uso mayor del número de prácticas agrícolas en los sistemas productivos, debido al manejo y explotación inadecuado de éstos. Es así que, para el caso del arroz, como para citar un ejemplo, el control de malezas se ha venido incrementando año por año pasando de un porcentaje de participación a finales de la década del 90 de 19%, hasta alcanzar en los últimos años un porcentaje de participación hasta del 27% de los costos totales en la región del Ariari, situación que hace insostenible cualquier sistema productivo.

Ante esta realidad y con el enfoque de "Manejar malezas" contrario al de "Controlar malezas" CORPOICA presenta ante PRONATTA una propuesta para su financiación, que evalúa alternativas no químicas para el control de éstas. En este documento se presentan los resultados de esta investigación, donde se describen los efectos del uso de las coberturas leguminosas en el control de malezas, en la producción y en las características físico-químicas y biológicas para los dos tipos de suelos agrícolas más representativos del Meta, como son los Inceptisoles y Oxisoles.

Por lo tanto, este documento se constituye en un punto de partida en la búsqueda de alternativas no tradicionales para aumentar la competitividad y sostenibilidad de la producción agropecuaria, lo que fue posible gracias al apoyo y credibilidad que le dio el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología "PRONATTA" a CORPOICA, *lo que permitió generar conocimiento que contribuye*, sin lugar a dudas, en la consolidación del desarrollo agropecuario de la Orinoquia colombiana.

Jaime Triana Restrepo
Director Corpoica
C.I. La Libertad

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 7

GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS COBERTURAS LEGUMINOSAS 8

- *Descripción de las especies estudiadas en el Piedemonte Llanero* 11

RESULTADOS DEL USO DE LAS COBERTURAS LEGUMINOSAS EN EL PIEDEMONTE LLANERO 15

- Efectos de las coberturas leguminosas en el control de malezas y produccion de grano en un suelo de vega (Inceptisol) 17
- Efectos de las coberturas leguminosas en el control de malezas y produccion de grano en un suelo de terraza alta (Oxisol) 22
- Efectos de las coberturas leguminosas en las características físicas de un suelo de vega (Inceptisol) 26
- Efectos de las coberturas leguminosas en las características físicas de un suelo de terraza alta (Oxisol) 28
- Efectos de las coberturas leguminosas en las características químicas de un suelo de vega (Inceptisol) 31
- Efectos de las coberturas leguminosas en las características químicas de un suelo de terraza alta (Oxisol) 35
- Efectos de las coberturas leguminosas en las características biológicas de un suelo de vega (Inceptisol) 41
- Efectos de las coberturas leguminosas en las características biológicas de un suelo de terraza alta (Oxisol) 43

- Costos de producción y análisis económico del arroz secano favorecido en rotación con las coberturas leguminosas en un suelo de vega (Inceptisol) 46
- Costos de producción y análisis económico del arroz secano favorecido en rotación con las coberturas leguminosas en un suelo de terraza alta (Oxisol) 48

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 50

BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA 53

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA RECOMENDADA 55

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el control químico de malezas es uno de los factores con mayor incidencia en los altos costos de producción del cultivo del arroz en los Llanos Orientales de Colombia, alcanzando proporciones del 20% o más de los mismos. Algunas malezas han desarrollado biotipos resistentes a herbicidas y especies gramíneas altamente nocivas como "caminadora" *Rottboellia cochinchinensis* y "falsa caminadora" *Ischaemum rugosum* han conformado bancos de semillas en el suelo de los lotes agrícolas por muchos años. El descanso gradual y siembra escalonada de los lotes con coberturas leguminosas que tengan propiedades alelopáticas, es una herramienta biológica potencial y valiosa de manejo integrado de malezas, para contribuir a reducir las poblaciones de éstas y posibilitar en un mediano plazo la reducción del uso de herbicidas. En la práctica en nuestro país es muy escasa la investigación que se ha hecho al respecto.

La literatura reporta amplia información sobre el mejoramiento de las características químicas del suelo por el uso de las leguminosas, bien sea como una cobertura del suelo o como un abono verde, cuando se incorpora al suelo con maquinaria agrícola. Además, aumenta el contenido de la materia orgánica y ayuda en el ciclaje de nutrientes, especialmente del calcio y el potasio; contribuyen con la diversidad y actividad de las poblaciones de microorganismos del suelo; indirectamente ayudan en la estructuración y agregación de las partículas, lo cual favorece la aireación, almacenaje de agua, nutrientes y drenaje del suelo. Con el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, los cultivos allí desarrollados serán más productivos. Se han observado mayores producciones de grano de arroz y maíz cuando estos cultivos han rotado con la soya y las leguminosas como cobertura.

Un valor adicional de las leguminosas como cobertura del suelo, es el efecto que éstas ejercen en reducir la presencia o emergencia de malezas en el cultivo subsiguiente.

GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS COBERTURAS LEGUMINOSAS

Definiciones

- **Leguminosas:** Plantas de hojas anchas siempre compuestas por tres foliolos y que tienen una característica muy importante que es su habilidad de asociarse en sus raíces con bacterias nitrificantes y formar nódulos que toman nitrógeno del aire y lo dejan en el suelo, beneficiando a los cultivos que se siembren junto con ellas o después. Por esto se pueden usar como abonos verdes.

- **Alelopatía:** Efecto negativo de una planta sobre el desarrollo de otras a su alrededor, debido a sustancias producidas por sus raíces o por sus hojas y tallos cuando se descomponen. En algunas plantas leguminosas, como por ejemplo la vitabosa, se han identificado sustancias alelopáticas que impiden el crecimiento de malezas de hoja ancha y especialmente gramíneas, gracias a lo cual ésta leguminosa puede ser usada para controlar naturalmente esas malezas.

- **Barbecho:** Repoblación de la vegetación nativa (llamada también rastrojos) en el período de descanso del suelo. Se usa en la agricultura tradicional para recuperar en forma natural la materia orgánica, la fertilidad y productividad del suelo.

- **Barbechos mejorados:** Se hacen con la utilización de plantas capaces de recuperar la fertilidad del suelo más rápidamente que con plantas nativas. Las plantas leguminosas son las más usadas gracias a su asociación con bacterias nitrificantes y algunas con hongos micorrízicos y por su gran producción de biomasa en corto tiempo.

Antecedentes de uso

Las coberturas leguminosas *Mucuna deeringianum (vitabosa), Canavalia ensiformis, Leucaena leucocephala y Lysiloma latisiliquum,* redujeron el crecimiento de malezas en el cultivo de maíz, pero vitabosa produjo la mayor reducción de biomasa de malezas con un 68% de control. Estas leguminosas también mejoraron el rendimiento del maíz durante los primeros dos años del experimento. El efecto alelopático potencial de vitabosa fue demostrado in vitro, en invernadero y en condiciones de campo (Caamal-Maldonado et al., 2001).

Durante más de 40 años, pequeños agricultores de zonas tropicales húmedas de Centroamérica: México, Honduras y Nicaragua han generado una tecnología que requiere pocos insumos, basada en el uso de *Mucuna deeringianum* o vitabosa.

Barbecho nativo

Barbecho mejorado

• En la Costa Norte de Honduras, el 65% de productores en zona de ladera, siembran un segundo ciclo de maíz en la temporada seca, sobre la cobertura de vitabosa, la cual dejan crecer durante seis meses, después de haberla sembrado intercalada con un maíz anterior en época de floración.

Esta práctica facilita el control de malezas, ya que ahoga casi todas las malezas y es muy fácil de cortar, luego siembran el maíz a chuzo sobre el colchón de vitabosa. Con ello obtienen el doble de grano en comparación con los productores que siembran en campos, donde antes había barbecho nativo.

• En Nicaragua más de 1000 campesinos recuperaron las tierras degradadas en sólo un año de aplicación de esta sencilla tecnología con base en el fríjol abono o vitabosa. Han reducido el uso de fertilizantes químicos en un 80%, han triplicado el rendimiento de maíz y sus costos de producción son 22% más bajos que el de los agricultores que usan fertilizantes químicos y monocultivos (Buckles, D. 1993; Altieri y Nicholls, 1997).

Mucuna deeringianum fue usada exitosamente en Uraba (Colombia) en 1987 para controlar la maleza "Guayacana" *Imperata contracta*, permitiendo duplicar el rendimiento posterior del cultivo de maíz (Van Eijk-Bos et al., 1987).

En Brasil, *Mucuna aterrima* es recomendada como una cobertura, en sistemas de siembra directa y se reporta su efecto alelopático sobre la maleza "Coquito" *Cyperus rotundus* y otras especies de malezas (Lorenzi, s.f.).

En evaluación de coberturas vegetales del suelo en el Cerrado brasilero, *Mucuna pruriens*, millo y *Canavalia brasiliensis* presentaron los mayores porcentajes de cobertura del suelo en época de verano, seguidos de *Crotalaria ochroleuca*; en cuanto a su efecto en el control de malezas tanto en verano como en invierno, el mejor resultado lo presentaron *Canavalia brasiliensis* y *Mucuna pruriens*, esta última presentó una alta velocidad inicial de crecimiento (Carvalho y Sodré Filho, 2000).

En los Cerrados brasileros (sabanas) en condiciones climáticas normales, los cultivos en rotación con abonos verdes reportan una tasa de retorno anual de 46.6 % y sin abonos verdes una tasa de retorno de 20.2%. Cuando las condiciones climáticas son adversas se observó un efecto benéfico del uso de abonos verdes en la producción de soya, algodón, maní y maíz, con aumentos de rendimiento de hasta el 45% (Martín et al. 1987).

El investigador Stephen Duke, máxima autoridad mundial en el aislamiento de compuestos secundarios de plantas con efecto alelopático para posible producción de herbicidas naturales, reconoce que "plantas de cobertura alelopáticas pueden ser usadas en campo para una gran reducción del uso de herbicidas".

Para un mejor manejo de los recursos naturales, el uso de leguminosas como cobertura es una herramienta biológica para el control de malezas en los cultivos anuales y en el mejoramiento de las condiciones del suelo, que debería ser impulsado a través de esfuerzos coordinados entre agricultores, académicos e instituciones gubernamentales.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS EN EL PIEDEMONTE LLANERO

- *Mucuna deeringianum (Vitabosa)*

Leguminosa de hábito de crecimiento rastrero y trepador, vigoroso e indeterminado; la hojas son grandes y con tres foliolos anchos; las flores se presentan en racimos nodulosos a lo largo del raquis, de color morado; las vainas son anchas, cortas y comprimidas, con pico curvo, con 3 a 6 semillas por vaina, de color gris con manchas marrones (1000 semillas pesan 770 g); las raices son voluminosas y profundizan hasta 77 cm, pero la mayoria (82%) se localizan en los primeros 30 cm de profundidad. En Colombia esta especie es conocida con el nombre común de vitabosa y en Centroamérica, donde es muy usada por pequeños productores, se le conoce con los nombres de nescafé, fríjol terciopelo, o fríjol abono.

Su ciclo vegetativo es largo, superior a 180 días, con un potencial de producción de biomasa verde de 40-50 t/ha, que corresponde a 7-8 t/ha de biomasa seca, aporta al suelo entre 170-210 kg/ha de nitrógeno (N) y entre 57 y 107 Kg/ha de potasio (K). Presenta buen nivel de tolerancia a sequía, así como a suelos con regular drenaje. Tolera bien la acidez y baja fertilidad de los suelos.

Vitabosa *(Mucuna deeringianum)*

BIBLIOTECA AGRO... DE COLOMBIA

Crotalaria juncea

Su crecimiento es bastante agresivo, proporcionando una rápida cobertura que controla eficientemente el crecimiento de las malezas, no sólo por competencia sino porque ya se ha comprobado a nivel de laboratorio, invernadero y campo su alto efecto alelopático al producir L-Dopa, un compuesto químico que afecta la germinación y el crecimiento de malezas nocivas, especialmente gramíneas y de hojas anchas. Este compuesto también repele insectos y reduce la incidencia de algunas especies de nemátodos del suelo. La sustancia L-dopa extraída de las semillas, se utiliza también para la producción de dopamina, medicamento para tratamiento del mal de Parkinson.

Su forraje puede ser usado como suplemento en la alimentación animal en un 2 a 5% de la dieta diaria. Esta especie en los suelos ácidos. Oxisoles e Inceptisoles de la Orinoquia Colombiana, presenta un alto contenido de proteína (entre 13 y 17%), entre bajo y alto contenido de hemicelulosa (entre 8 y 12%) y contenidos normales de celulosa (entre 39 y 40%) y lignina (entre 5 y 10%). (Navas y Bernal, 1999).

- *Crotalaria juncea*

Leguminosa anual arbustiva de tallo erecto, semileñoso y altura superior a 1.5 metros; con hojas sésiles, alargadas y en forma de lanza; con 15 a 20 flores grandes amarillas por inflorescencia; con vainas largas con 10 a 20 semillas pequeñas, de color verde grisáceo, en forma de riñon y de cara lisa, 1000 semillas pesan 44 g; las raíces en los suelos ácidos de la Orinoquia profundizan hasta 50 cm, pero la mayoria (82%) se localiza en

Crotalaria ochroleuca

los 25 cm. Se adapta bien en suelos de mediana fertilidad. Presenta un rápido crecimiento inicial y efecto supresor o alelopático sobre el crecimiento de malezas (Calegari, 1995).

Su ciclo vegetativo es corto con 100-120 días, con un potencial de producción de biomasa verde de 50-70 t/ha, que corresponde a 15-21 t/ha de biomasa seca, aporta al suelo entre 300-400 kg/ha de nitrógeno (N) y entre 36 y 65 Kg/ha de potasio (K).

Además de su utilidad como abono verde, puede ser empleada para la producción de fibras y papeles finos, principalmente para cigarrillos. También es empleada en áreas infestadas con nemátodos para disminuir sus poblaciones y como forraje para animales domésticos, excepto las semillas que son tóxicas (Navas y Bernal, 1999).

- *Crotalaria ochroleuca*

Leguminosa anual arbustiva de tallo erecto, semileñoso, ramificada en la parte superior y altura entre 1.5 y 2.0 metros, con hojas sésiles, alargadas y en forma de lanza; con 15 a 50 flores amarillas por inflorescencia; con vainas largas con 10 a 20 semillas muy pequeñas, de color rojo, en forma de riñon y de cara lisa, 1000 semillas pesan 6.5 g; las raíces en los suelos ácidos de la Orinoquía profundizan hasta 60 cm., pero la mayoría (82%) se localiza en los 30 cm.

Su ciclo vegetativo es de 120-150 días, con un potencial de producción de biomasa verde de 20-30 t/ha, que corresponde a 7-10 t/ha de biomasa seca y aporta al suelo entre 133-200 kg/ha de nitrógeno (N) y entre 84 y 125 kg/ha de potasio (K).

Además de su uso como abono verde, tiene la posibilidad de utilizarse en la

Cannavalia ensiformis, leguminosa como cobertura del suelo

alimentación animal (no contiene el alcaloide monocrotalina), en los suelos ácidos de la Orinoquía Colombia presenta contenidos normales de proteina (entre 10 y 12%), contenidos normales de hemicelulosa (entre 11 y 16%), contenidos normales y un poco mas alto (entre 7 y 14%) que puede evidenciar algo de depresión en el consumo por parte del animal. (Navas y Bernal, 1999).

- *Canavalia ensiformis*

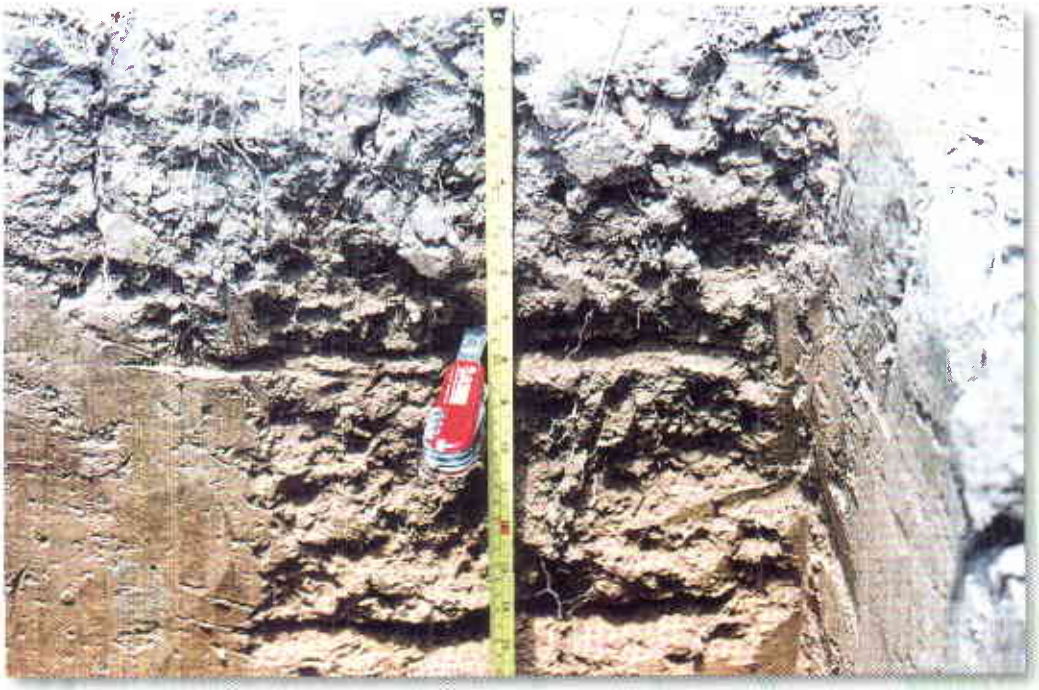
Leguminosa anual herbácea de porte erecto, poco ramificada y hábito de crecimiento determinado con 0.6 a 1.2 metros de altura; con hojas trifoliadas alternadas, con foliolos grandes elíptico-ovalados de color verde oscuro; las inflorescencias son axilares y en racimos, con flores grandes de color violáceo, vainas achatadas, largas y coriáceas que contienen de 4 a 18 semillas grandes de color blanco, (1000 semillas pesan 1588 g); su sistema radicular es pivotante alcanza una profundidad de 72 cm, en los suelos ácidos de la Orinoquía Colombiana y la mayoria (82%) se localizan entre los 15 y 30 cm. de profundidad. Ciclo vegetativo de 150- 180 días, con un potencial de producción de biomasa verde de 20-40 t/ha, que corresponde a 3-6 t/ha de biomasa seca, aporta al suelo entre 80-160 kg/ha de N y entre 28 y 110 kg/ha de potasio (K). Es rústica y presenta tolerancia a la acidez y sequía.

En Brasil se ha reportado efecto alelopático sobre malezas, especialmente sobre *Cyperus rotundus* o "Coquito" (Calegari, 1995). Sus hojas y semillas contienen sustancias tóxicas. En los suelos ácidos de la Orinoquía el forraje de esta especie presenta alto contenido de proteina (entre 13 y 17%), entre bajo y alto contenido de hemicelulosa (8 y 12%) y contenido normal de celulosa (entre 39 y 40%) y lignina (entre 5 y 10%), con alto potencial para ser utilizado en la alimentacion animal, (Navas y Bernal, 1999).

RESULTADOS DEL USO DE LAS COBERTURAS LEGUMINOSAS EN EL PIEDEMONTE LLANERO

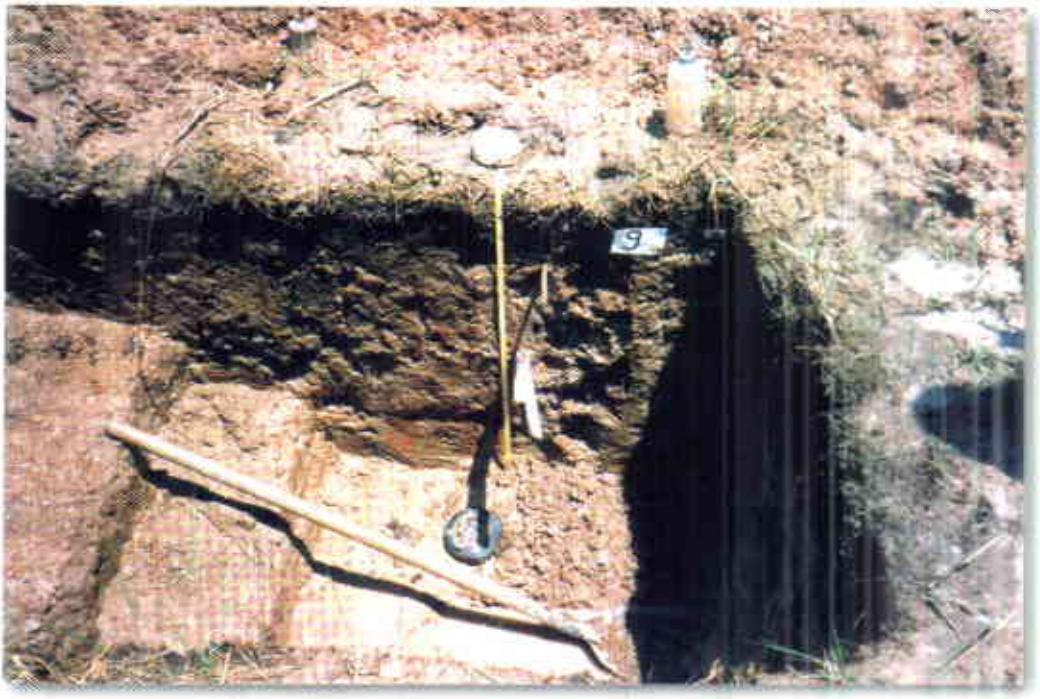
Las coberturas leguminosas *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria juncea*, *Cannavalia ensiformis* y *Mucuna deeringianum* y el barbecho nativo (testigo) se evaluaron como sistemas de rotación con el cultivo de arroz, en dos tipos de suelos, un vegón (Inceptisol) en Granada, Meta y un suelo de terraza alta (Oxisol) en Villavicencio, Meta, para cuantificar su efecto en el control de malezas, producción de grano, en las características de los suelos y en la rentabilidad de las mismas.

Los Inceptisoles son suelos jovenes que se caracterizan por ser ácidos con contenido entre bajo y medio de materia orgánica, entre medio y alto de fósforo, alto contenido de bases intercambiables y contenidos entre medios y altos de elementos menores, es decir son suelos fértiles; en las características físicas presentan valores entre bajos y altos de resistencia mecánica, valores bajos de densidad aparente y altos valores de porosidad total en los primeros 20 cm de profundidad,



Calicata de un Inceptisol caracteristico de Piedemonte

BIBLIOTECA AGROPECUARIA



Calicata de un Oxisol característico de Altillanura

características favorables para el buen desarrollo de los cultivos; y en las características biológicas presentan bajas poblaciones de bacterias, medias de hongos y altas de actinomicetos y una baja actividad de los microorganismos, por lo cual hay necesidad de incrementar la materia orgánica del suelo.

- Los Oxisoles son suelos antiguos de mayor ácidez, con alto contenido de aluminio intercambiable, entre medio y alto de materia orgánica, muy bajo de fósforo, bajo de bases intercambiables y entre bajo y medio de elementos menores a excepcion de alto contenido de hierro, es decir son suelos de baja fertilidad; en las características físicas presentan valores entre bajos y altos de resistencia mecánica, valores altos de densidad aparente y valores entre medios y altos de porosidad total, indicando adensamiento del suelo; y en las características biológicas presentan bajas poblaciones de bacterias, medias de hongos y altas de actinomicetos y una más baja actividad de los microorganismos, por lo cual hay necesidad de incrementar la materia orgánica y trabajar sistemas de labranza de conservación en éstos suelos.

Las coberturas leguminosas fueron establecidas en un suelo preparado en forma convencional (rastra + pulidor), con una fertilización básica en nitrógeno, fósforo y potasio, previo el análisis químico del suelo.

Una vez establecidas las coberturas leguminosas, se desbrozaron y se implementaron los sistemas de labranza convencional, reducida con cincel rígido y labranza cero. El material de

siembra fue arroz Progreso 4-25 (semilla certificada) en Granada y arroz de sabana Línea 30 en Villavicencio. De igual manera se evaluaron tres dosis de la mezcla de herbicidas comerciales: 100% y 70% de aplicación de la dosis total y la no aplicación de herbicidas, como tratamiento testigo.

Efecto de las coberturas leguminosas en el control de malezas y producción de grano en un suelo de vega (Inceptisol)

La población inicial de malezas antes del establecimiento de las coberturas leguminosas en el suelo de vega en Granada estuvo conformada por 45.5% de hojas anchas, 34.3% de gramíneas (entre ellas un 40% de "Falsa caminadora" *Ischaemun rugosum*, 25% de "Caminadora" *Rottboelia cochinchinensis* y 35% de otras gramíneas), 16.4% de Ciperáceas y 3.8% de commelináceas específicamente "Piñita" *Murdania nudiflora*.

En el suelo de vega de Granada, no se observó efecto significativo de los sistemas de labranzas en la resurgencia de malezas o cantidad de malezas emergidas dentro del cultivo de arroz variedad Progreso 4-25 y la producción de grano. La menor densidad de malezas (197.5 plantas/m^2) la presentó la labranza convencional y la mayor densidad (286.3 plantas/m^2) la labranza cero, con producciones altas de grano entre 5.301 y 5.959 kg/ha (humedad del grano 14 %).

Las coberturas leguminosas en este suelo de vega, contribuyeron a reducir la población de malezas dentro del arroz Progreso 4-25.

Ausencia de malezas en la franja de vitabosa

Presencia de malezas gramíneas y anuales en la franja de *Crotalaria ochroleuca*

Presencia de malezas en la franja de Canavalia

Poca presencia de malezas en la franja de *Crotalaria juncea*

Las menores poblaciones de malezas se presentaron con vitabosa *Mucuna deeringianum* (140 malezas/m^2), seguida por *Crotalaria ochroleuca*, (199 malezas/m^2), *Cannavalia ensiformis* (270 malezas/m^2) y finalmente *Crotalaria juncea* (273 malezas/m^2).

Igualmente las coberturas leguminosas contribuyeron a aumentar la producción de grano. Respecto al testigo barbecho nativo con una producción de 4.927 kg/ha de arroz Progreso 4-25, con las coberturas leguminosas las producciones fueron mayores.

- Con *Mucuna deeringianum* presentó una producción de 6.373 kg/ha, lo cual representó 1.446 kg/ha más de grano que el producido en el barbecho nativo.
- Con *Crotalaria juncea* produjo 5.676 kg/ha.
- Con *Crotalaria ochroleuca* produjo 5.657 kg/ha.
- Con *Cannavalia ensiformis* produjo 5.471 kg/ha.

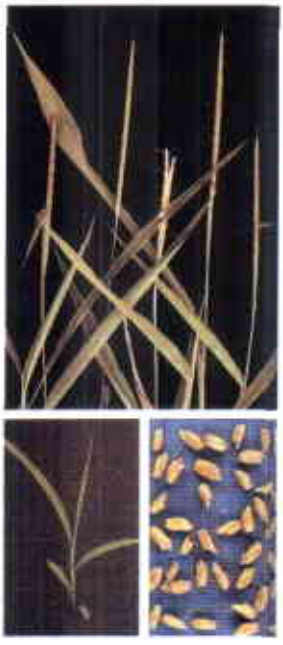
Lo anterior equivale a aumentos de 748, 730 y 544 kg/ha más de grano que los producidos por el barbecho nativo, respectivamente, Tabla 1.

Tabla 1. Efecto de las coberturas leguminosas en la densidad de malezas y producción de arroz Progreso 4-25 (humedad del grano 14%) en un Inceptisol. Granada. 2003 A.

Coberturas	Densidad N° malezas/m^2	Rendimiento (kg/ha)
Barbecho nativo	366	4.927
Crotalaria juncea	273	5.676
Crotalaria ochroleuca	199	5.657
Cannavalia ensiformis	270	5.471
Vitabosa *Mucuna deeringianum*	140	6.373

Fuente: Corpoica 2003.

MALEZAS PRESENTES EN LOS LLANOS ORIENTALES



Falsa caminadora
(Ischaemum rugosum)

Ciperaceas
(Cyperus feray)

Piñita
(Murdania nudiflora)

Pata de Gallina
(Eleusine indica)

Liendre Puerco
(Echinochloa colonum)

Guarda rocío
(Digitaria sp.)

Fuente: Fotografías tomadas de Lorenzi H. (2000)

Alta presencia de malezas gramíneas y de hoja ancha en la franja del barbecho nativo.

Cultivo de arroz sin malezas en la franja de vitabosa.

La dosis de aplicación de herbicidas, combinado con el efecto benéfico de las coberturas leguminosas en el cultivo de arroz en el suelo de vega, afectó significativamente la resurgencia de malezas dentro del cultivo y la producción de grano.

La falta de aplicación de herbicidas al cultivo para el control de malezas contribuyó a bajar drásticamente la producción de grano, con 3.600 kg/ha (humedad del grano 14%). La menor densidad de malezas (74 plantas/m^2) se presentó cuando se aplicó el 100% de la dosis comercial de herbicidas, con una producción alta de 6.425 kg/ha (humedad del grano 14%), pero fue posible reducir en 30% la dosis total de aplicación de herbicidas, presentando el cultivo de arroz una población de malezas de 190 plantas/ m^2 y una alta producción de grano de 6.838 kg/ha (humedad del grano 14%), Tabla 2.

de caminadora *Rottboelia cochinchinensis*), 3.7% ciperáceas y 1.3% piñita *Murdania nudiflora*.

En el suelo de terraza alta en Villavicencio, de manera similar al suelo de vega, no se observó efecto significativo de los sistemas de labranzas, en la cantidad de malezas emergidas dentro del cultivo de arroz de sabana Línea 30 y la producción de grano. La menor densidad de malezas (269.6 plantas/m^2) la presentó la labranza reducida con cincel y la mayor densidad (339.6 plantas/m^2) la labranza convencional, con producciones bajas de grano, entre 1483 y 1527 kg/ha (humedad del grano 14%).

Las coberturas leguminosas en éste suelo de terraza alta, contribuyeron a reducir la población de malezas dentro del arroz de sabana Línea 30. Las menores poblaciones de malezas

Tabla 2. Efecto de las dosis de aplicación de herbicidas en la población de malezas y producción de arroz Progreso 4-25 (humedad del grano 14 %) en un Inceptisol, Granada, 2003 A

Dosis de aplicación herbicidas (l/ha)	Densidad N° malezas/m^2	Control malezas (%)	Rendimiento (kg/ha)
0	485 a	0	3.600 b
70	190 b	61	6.838 a
100	74 c	85	6.425 a

Promedios con la misma letra no difieren significativamente entre sí (P< 0.01)
Fuente: Corpoica 2003

Efecto de las coberturas leguminosas en el control de malezas y producción de grano en un suelo de terraza alta (Oxisol)

La población inicial de malezas antes del establecimiento de las coberturas leguminosas en el suelo de terraza alta en Villavicencio era 58% hojas anchas, 37% gramíneas (con predominancia

se presentaron con vitabosa *Mucuna deeringianum* (248 malezas/m^2), seguida por *Crotalaria ochroleuca*, (256 malezas/m^2), *Cannavalia ensiformis* (274 malezas/m^2) y finalmente *Crotalaria juncea* (310 malezas/m^2).

Igualmente las coberturas leguminosas contribuyeron a aumentar la producción de grano. Respecto al testigo barbecho nativo con una producción de 1202 kg/ha de arroz de sabana Línea

Tabla 3. Efecto de las coberturas leguminosas en la densidad de malezas y producción de arroz de sabana Línea 30 (humedad del grano 14 %) en un Oxisol. Villavicencio. 2003 A.

Coberturas	Densidad N° malezas/m²	Rendimiento (Kg/ha)
Barbecho nativo	420	1.202
Crotalaria juncea	310	1.573
Crotalaria ochroleuca	256	1.561
Cannavalia ensiformis	274	1.433
Vitabosa *Mucuna deeringianum*	248	1.725

Fuente: Corpoica 2003

30, con las coberturas leguminosas las producciones fueron mayores.

- Con *Mucuna deeringianum* presentó una producción de 1.725 kg/ha, lo cual representó 523 kg/ha más de grano que el producido en el barbecho nativo
- Con *Crotalaria juncea* produjo 1.573 kg/ha
- Con *Crotalaria ochroleuca* produjo 1.561 kg/ha
- Con *Cannavalia ensiformis* produjo 1.433 kg/ha

Lo anterior equivale a aumentos de 371, 359 y 231 kg/ha más de grano que los producidos por el barbecho nativo respectivamente, Tabla 3.

En el suelo de terraza alta (Oxisol), las dosis de aplicación de herbicidas combinado con el efecto benéfico de las coberturas leguminosas en el cultivo de arroz de sabana Línea 30, afectó significativamente la resurgencia de malezas dentro del cultivo y la producción de grano.

Cultivo de arroz sin malezas en la franja de *Crotalaria ochroleuca*

MALEZAS PRESENTES EN LOS LLANOS ORIENTALES

Fuente: Fotografías tomadas de Lorenzi H. (2000)

Caminadora
(Rottboellia cochinchinensis)

Boton Morado
(Eupatorium parciflorum)

La falta de aplicación de herbicidas al cultivo para el control de malezas, contribuyó a bajar drásticamente la producción de grano, con 498 kg/ha (humedad del grano 14%). La menor densidad de malezas (59 plantas/m^2) se presentó cuando se aplicó el 100% de la dosis comercial de herbicidas, con una producción de 2.049 kg/ha (humedad del grano 14%), pero fue posible reducir en 30% la dosis total de aplicación de herbicidas, presentando el cultivo de arroz una población de malezas de 92 plantas/ m^2 y una producción de grano de 1.950 kg/ha (humedad del grano 14%). Tabla 4.

Tabla 4. Efecto de las dosis de aplicación de herbicidas en la población de malezas y producción de arroz de sabana Línea 30 (humedad del grano 14 %) en un Oxisol, Villavicencio, 2003 A.

Dosis de aplicación herbicidas (lt/ha)	Densidad N° malezas/m^2	Control malezas (%)	Rendimiento (kg/ha)
0	754 a	0	498 b
70	92 b	88	1.950 a
100	59 b	92	2.049 a

Promedios con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P< 0.01$)
Fuente: Corpoica 2003.

Cultivo de arroz sin malezas en la franja de *Crotalaria juncea*

Cultivo de arroz con malezas en la franja de Cannavalia

Para observar la duración del efecto residual de las coberturas vegetales, en el segundo semestre se sembró soya Linea L-1426. En el suelo de terraza alta, la duración del efecto residual de las coberturas leguminosas en el control de malezas y producción de grano de soya L-1425 en el segundo semestre, fue poco. Todas las coberturas leguminosas presentaron más bajas poblaciones de malezas que el testigo barbecho nativo; la menor población de malezas la presentó en la franja donde estuvo la *Cannavalia ensiformis* con 264 plantas/m^2, seguida de *Mucuna deeringianum* con 275 plantas/m^2, *Crotalaria juncea* con 293 plantas/ m^2, y *Crotalaria ochroleuca* con 316 plantas/m^2.

La producción de soya L-1426 fue superior a la del testigo barbecho nativo, solo en las franjas con Crotalaria ochroleuca con 1.423 kg/ha de grano (humedad 14%) y con Crotalaria juncea con 1.395 kg/ha (humedad del grano 14%), equivaliendo a 84 y 57 kg/ha más de grano que el producido en el barbecho nativo, Tabla 5.

y caminadora) y hojas anchas. Algunas ciperáceas, parecen escapar al efecto alelopático en campo ejercido durante la descomposición de la biomasa de *Mucuna deeringianum*, por lo observado en las parcelas de arroz provenientes de esta cobertura y con dosis de cero aplicación de herbicidas, lo cual es normal. La literatura reporta que el efecto detrimental de los aleloquímicos producidos por una planta, es específico a cierto tipo de malezas.

Efecto de las coberturas leguminosas en las características físicas de un suelo de vega (Inceptisol)

Las características físicas del suelo como la resistencia mecánica, miden la fuerza que el suelo presenta para el desarrollo de las raíces de las plantas. Como valores limitantes se consideran 0.3 MPa para soya, 1 MPa para maíz y 1.5 MPa para el arroz.

Tabla 5. Efecto de las coberturas vegetales (5.5 meses después de la desbrozada) en la densidad de malezas y producción de soya L-1426 (humedad del grano 14%) en un Oxisol. Villavicencio. 2003 B

Cobertura	Densidad N° de malezas/m^2	Rendimiento (kg/ha)
Barbecho nativo	325	1.339
Crotalaria juncea	293	1.395
Crotalaria ochroleuca	316	1.423
Cannavalia ensiformis	264	1.240
Vitabosa *Mucuna deeringianum*	275	1.230

Fuente: Corpoica 2003.

En términos generales, las coberturas leguminosas como *Mucuna deeringianum* y *Crotalaria ochroleuca* se comportaron con una mayor capacidad para reducir la población total de malezas en especial las gramíneas (falsa caminadora

La densidad aparente y la porosidad total del suelo dan a conocer la capacidad de aireación, drenaje, almacenaje de agua en el suelo, indispensables para las diferentes reacciones químicas de transformación de nutrientes, vida y activi-

Cultivo de arroz con alta presencia de malezas en la franja del barbecho nativo

dad de los microorganismos. Se consideran valores normales para éstos suelos, hasta 1.30 g/cc de densidad aparente y superior a 45.0 % la porosidad total.

• Resistencia mecánica del suelo (MPa)

El suelo de vega en Granada, antes de la siembra de las coberturas leguminosas presentó un valor bajo de resistencia mecánica entre 0.82 y 1.27 MPa en los primeros 10 cm de profundidad, aumentando éstos valores con la profundidad hasta 3.04 MPa (humedad del suelo 30.4%). Un año después de tener las coberturas leguminosas, los valores de resistencia del suelo disminuyeron, favoreciendo el buen desarrollo de las raíces del cultivo.

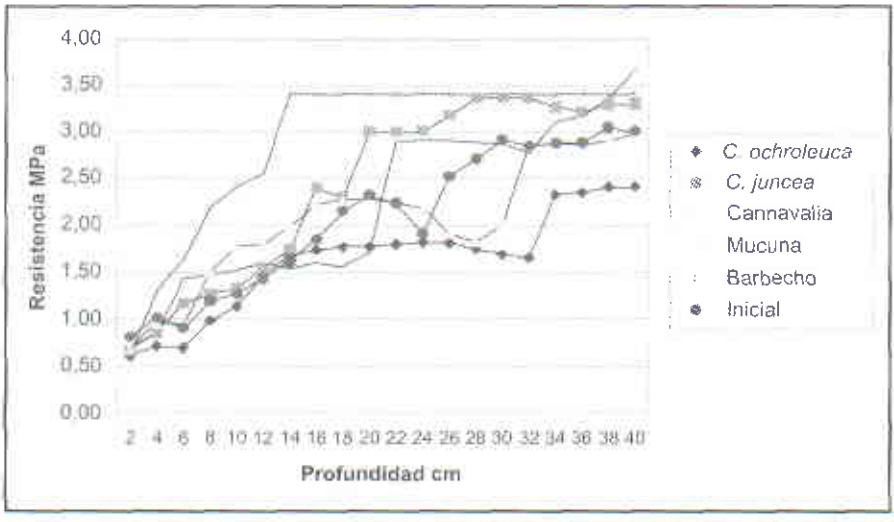


Figura 1. Medidas de resistencia mecánica del suelo de vega (MPa, humedad 28.4 %) con barbecho y coberturas vegetales. Granada. 2002-2003.

Los menores valores de resistencia fueron presentados por las leguminosas *Crotalaria ochroleuca* entre 0.60 y 2.40 MPa y *Cannavalia ensiformes* con valores entre 0.50 y 3.00 MPa (humedad del suelo 28.4%), Figura 1.

- *Densidad aparente del suelo (g/cc)*

Este suelo de vega, antes de la siembra de las coberturas leguminosas, presentó valores bajos de densidad aparente en los primeros 20 cm de profundidad, entre 1.01 y 1.24 g/cc y un valor alto en los 30 cm de 1.37 g/cc (humedad del suelo 30.4%). Un año después con las coberturas leguminosas y el barbecho nativo, los valores de densidad aparente del suelo aumentaron.

Los menores valores de densidad aparente en el suelo hasta los 30 cm de profundidad fueron presentados por las leguminosas *Crotalaria ochroleuca* entre 1.20 y 1.40 g/cc y *Crotalaria juncea* con valores entre 1.21 y 1.41 g/cc (humedad del suelo 28.4%), Figura 2.

- *Porosidad total (%)*

Este suelo de vega antes de la siembra de las coberturas leguminosas presentó una porosidad total alta en todo el perfil, con valores entre 45.8 y 60.1%. Un año después de tener las coberturas leguminosas y el barbecho nativo los valores de la porosidad total disminuyeron. Pero los mayores valores de porosidad total fueron presentados por las coberturas leguminosas, con *Crotalaria juncea* valores entre 44.1 y 52.1%, con *Crotalaria ochroleuca* valores entre 44.6 y 52.3% y con *Cannavalia ensiformis* valores entre 43.2 y 52.1% (humedad del suelo 28.4%), Figura 3.

Efecto de las coberturas leguminosas en las características físicas de un suelo de terraza alta (Oxisol)

- *Resistencia mecánica del suelo (MPa)*

El suelo de terraza alta en Villavicencio, antes de la siembra de las cober-

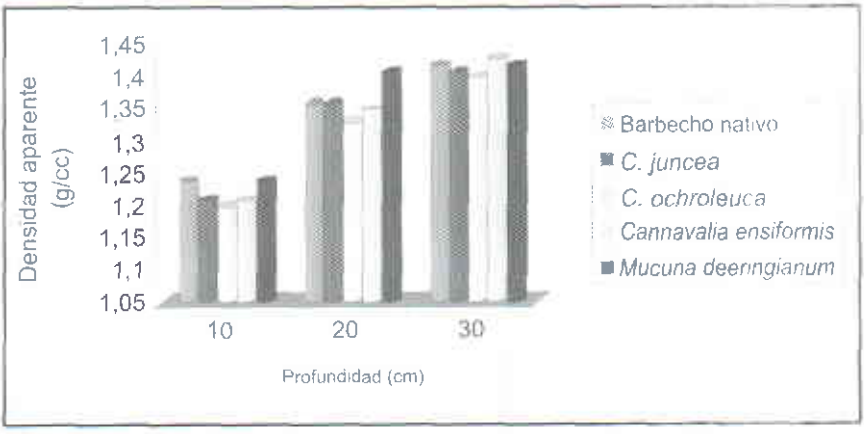


Figura 2. Efecto de las coberturas vegetales en la densidad aparente del suelo de vega (g/cc, humedad 28.4%). Granada, 2003.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

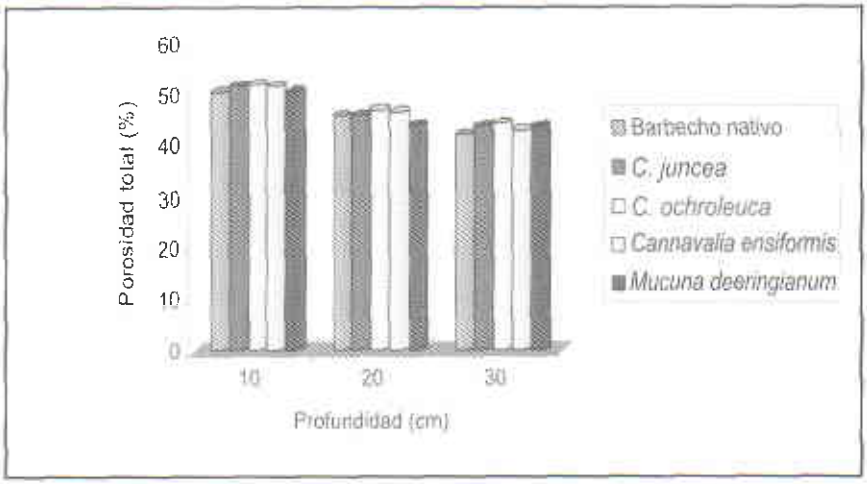


Figura 3. Efecto de las coberturas vegetales en la porosidad total del suelo de vega (%, humedad 28.4%). Granada. 2003.

turas leguminosas, presentó valores bajos de resistencia mecánica entre 0.37 y 1.30 MPa en los primeros 8 cm de profundidad y valores altos hasta 2.44 MPa (humedad del suelo 18.7%) en el resto del perfil.

Un año después de tener las coberturas leguminosas y el barbecho nativo, los valores de resistencia del suelo aumentaron. Los valores de resistencia mecánica del suelo con las coberturas leguminosas fueron semejantes a los presentados en el barbecho nativo (testigo), así:

- *Cannavalia ensiformis* presentó valores entre 1.10 y 1.90 Mpa
- *Mucuna deeringianum* valores entre 1.00 y 2.00 Mpa
- *Crotalaria juncea* valores entre 0.60 y 2.40 Mpa
- *Crotalaria ochroleuca* valores entre 1.00 y 2.40 MPa (humedad del suelo 19.3%), Figura 4.

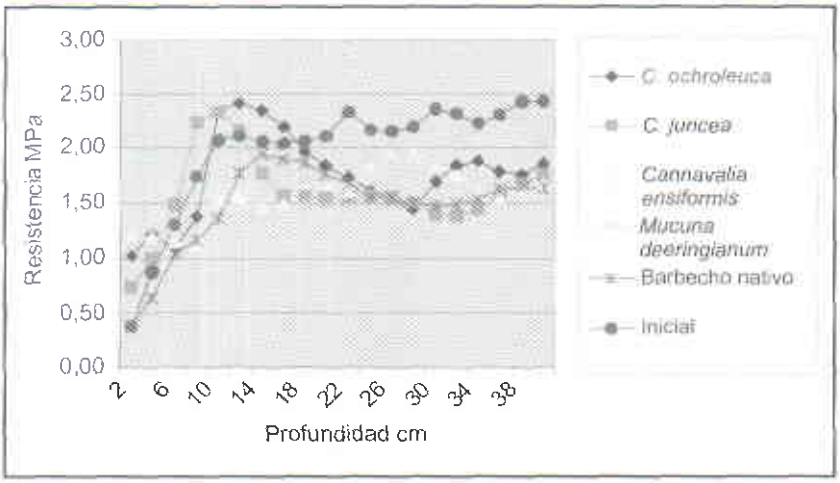


Figura 4. Efecto de las coberturas vegetales en las medidas de resistencia del suelo (MPa, humedad del suelo 18.7 y 19.3 %). C.I. La Libertad, Villavicencio. 2003.

- Densidad aparente (g/cc)

El suelo de terraza alta antes de la siembra de las coberturas leguminosas presentó una densidad aparente alta con valores entre 1.37 y 1.48 g/cc (humedad del suelo 19.6 %), indicando adensamiento o reacomodamiento de las partículas minerales del suelo. Un año después con las coberturas leguminosas y el barbecho nativo, la densidad aparente del suelo aumentó.

Pero los menores valores de densidad aparente los presentó el suelo con las leguminosas *Crotalaria juncea* con valores entre 1.46 y 1.58 g/cc, *Crotalaria ochroleuca* con valores entre 1.50 y 1.56 g/cc y *Mucuna deeringianum* con valores entre 1.51 y 1.57 g/cc (humedad del suelo 19.3 %), Figura 5.

- Porosidad total (%)

Este suelo de terraza alta, antes de la siembra de las coberturas leguminosas presentó una porosidad total alta, con valores entre 45.5 y 49.7% (humedad del suelo 19.6%). Un año después, la porosidad total del suelo disminuyó con el barbecho nativo y las coberturas leguminosas.

El suelo con las coberturas leguminosas presentó los mayores valores de porosidad total, con *Crotalaria juncea* valores entre medios y altos de 41.4 y 46.0 %, igual sucedió con *Crotalaria ochroleuca* con valores entre 41.4 y 46.0 %, con *Cannavalia ensiformis* con valores entre 41.6 y 46.1 % y con *Mucuna deeringianum* con valores entre 42.2 y 44.6 % (humedad del suelo 19.3 %), Figura 6.

Cantidad de Biomasa (*Materia Seca*) aportada al suelo por la Vitabosa (*Mucuna Deeringianum*)

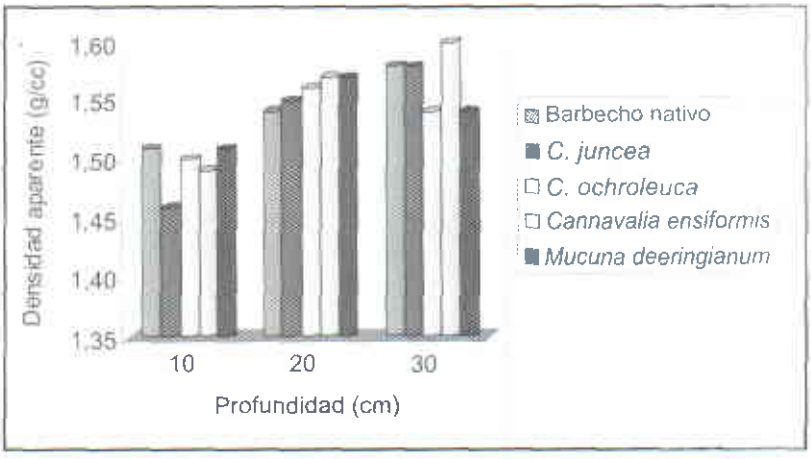


Figura 5. Efecto de las coberturas vegetales en la densidad aparente del suelo de terraza alta (g/cc, humedad del suelo 19.3 %). Villavicencio. 2003.

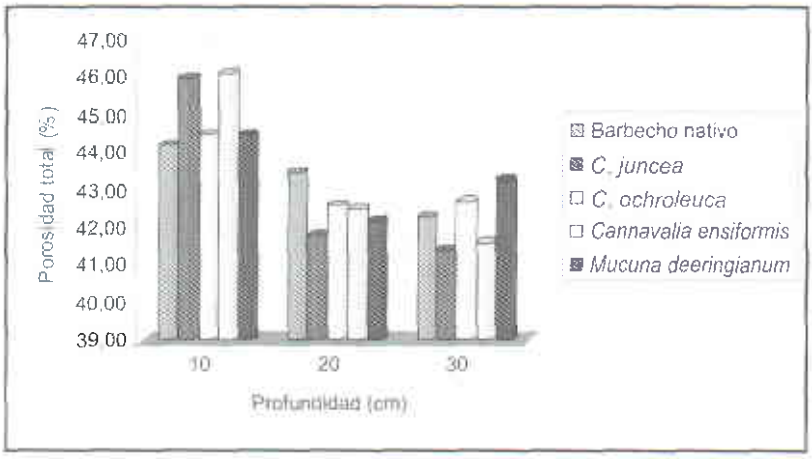


Figura 6. Efecto de las coberturas vegetales en la porosidad total del suelo (%, Humedad del suelo 19.3%) en el C.I. La Libertad, 2003.

Efecto de las coberturas leguminosas en las características químicas de un suelo de vega (Inceptisol)

El suelo de vega de Granada, es ácido (pH entre 5.1 y 5.2), con alto contenido de materia orgánica (entre 3.9 y 4.9 %), muy bajo y bajo contenido de fósforo (entre 3 y 12 ppm), baja acidez intercambiable (entre 0.2 y 0.4 meq/100 g) y baja saturación de aluminio intercambiable (entre 2.82 y 7.23 %), Tabla 6.

Este suelo presenta un contenido alto de calcio (entre 4.32 y 5.58 meq/100 g) y magnesio (entre 0.47 y 0.67 meq/100 g), medio y alto de potasio (0.12 y 0.31 meq/100g) en los 20 cm de profundidad y bajo (0.07 meq/100 g) en los 30 cm, una alta relación Ca:Mg (entre 7.3:1 y 9.2:1), alta capacidad de

Tabla 6.Análisis químico del suelo de vega antes de la siembra de las coberturas leguminosas, Granada, 2002.

Profundidad cm	pH	M.O. %	P ppm	Ac Inter. meq/100 g	Al Inter. meq/100 g	Sat Al %
5	5.2	4.4	12	0.4	0.2	3.18
10	5.2	4.9	8	0.4	0.2	2.82
20	5.1	4.4	4	0.6	0.4	7.23
30	5.2	3.9	3	0.5	0.3	5.60
Promedio	5.2	4.4	7	0.5	0.3	4.71

Fuente: Corpoica 2003

Tabla 7. Contenido de bases intercambiables del suelo de vega antes de la siembra de las coberturas leguminosas, Granada. 2002.

Profundidad cm	Ca meq/ 100g	Mg meq/ 100g	K meq/100g	Relación Ca:Mg	CICE meq/ 100g	Sat Bases %
5	4.91	0.67	0.31	7.3:1	6.29	93.64
10	5.58	0.67	0.20	8.3:1	6.85	94.16
20	4.45	0.52	0.12	8.5:1	5.69	89.17
30	4.32	0.47	0.07	9.2:1	5.36	90.67
Promedio	4.81	0.58	0.17	8.3:1	6.05	91.91

Fuente: Corpoica 2003

Tabla 8. Contenido de azufre y elementos menores del suelo de vega antes de la siembra de las coberturas leguminosas. Granada. 2002.

Profundidad cm	Fe ppm	B ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm
5	38	0.15	1.60	43.7	3.8
10	28	0.13	1.60	29.0	3.0
20	33	0.13	1.95	21.1	1.6
30	20	0.13	1.40	9.7	0.7
Promedio	30	0.13	1.39	25.9	2.3

Fuente: Corpoica 2003.

intercambio catiónico efectiva (CICE, entre 5.36 y 6.29 meq/100g) y una alta saturación de bases intercambiables (entre 89.17 y 94.16%), Tabla 7.

En cuanto a los elementos menores éste suelo presenta alto contenido de hierro (entre 20 y 38 ppm) y manganeso (entre 9.7 y 43.7 ppm), medio de cobre (entre 1.40 y 1.95 ppm) y zinc (entre 3 y 3.8 ppm) y bajo de boro (entre 0.13 y 0.15 ppm), químicamente es un suelo de alta fertilidad, Tabla 8.

Un año después del establecimiento, las coberturas leguminosas contribuyeron a aumentar el contenido de la materia orgánica del suelo de vega.

todo el perfil del suelo (aumentos de 0.1, 0.3, 0.5 y 0.4% más de materia orgánica que el barbecho nativo).

- Con *Crotalaria ochroleuca* aumentó entre 14.2 y 42.8% (aumentos de 0.4, 0.9, 0.7 y 0.6% más de materia orgánica).
- Con *Cannavalia ensiformis* aumento entre 10.7 y 44.4% (aumentos de 0.5, 0.6, 0.8 y 0.3% más de materia orgánica).
- Con vitabosa *Mucuna deeringianum* aumentó entre 10.7 y 38.9% (aumento 0.5, 0.6, 0.7 y 0.5% más de materia orgánica), lo cual ayuda a una buena estructuración del suelo y a favorecer la diversidad y actividad de microorganismos en el mismo, Figura 7.

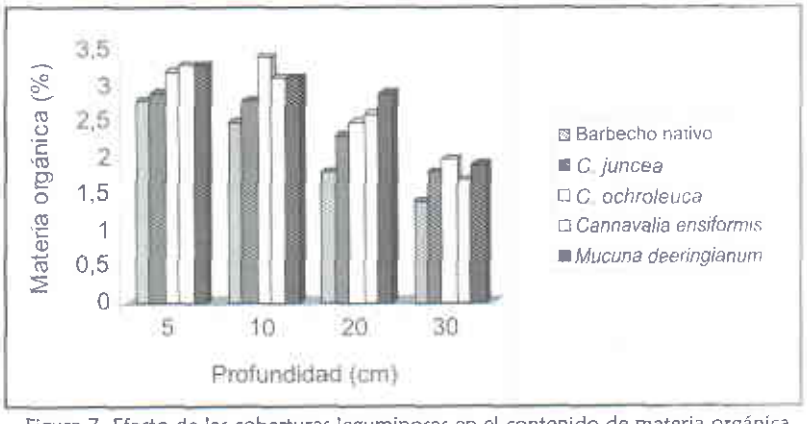


Figura 7. Efecto de las coberturas leguminosas en el contenido de materia orgánica de un suelo de vega. Granada. 2003.

- Con *Crotalaria juncea* presentó incrementos entre 3.6 y 28.6% en

Un año después, las coberturas leguminosas contribuyeron a aumentar la

Tabla 9. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio del suelo de vega. Granada. 2003.

Cobertura	P ppm	Incre P %	Ca meq/ 100g	Incre Ca %	Mg meq/ 100g	Incre Mg %	K meq/ 100g	Incre K %
Barbecho nativo	25	-	0.67	-	0.23	-	0.10	-
Crotalaria juncea	36	44.0	0.72	7.5	0.26	13.0	0.10	-
Crotalaria ochroleuca	28	12.0	0.80	19.4	0.29	26.1	0.11	10.0
Mucuna deeringianum	35	40.0	0.73	8.9	0.28	21.7	0.14	40.0
Cannavalia ensiformis	31	24.0	0.79	17.9	0.30	34.8	0.11	10.0

Fuente: Corpoica 2003

disponibilidad del fósforo, calcio, magnesio y potasio en el suelo de vega.

- Con *Crotalaria juncea* y *Mucuna deeringianum* el suelo presentó el mayor incremento en disponibilidad de fósforo entre 40 y 44%
- Con *Crotalaria ochroleuca* y *Cannavalia ensiformis* presentó el mayor incremento en disponibilidad del calcio, entre 17.9 y 19.4%

Esta mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo, puede contribuir en disminuir la cantidad de abono químico a aplicar al cultivo subsiguiente, Tabla 9.

Un año después, todas las coberturas leguminosas contribuyeron a aumentar la disponibilidad de boro en los primeros 10 cm de profundidad del suelo de vega, Figura 8.

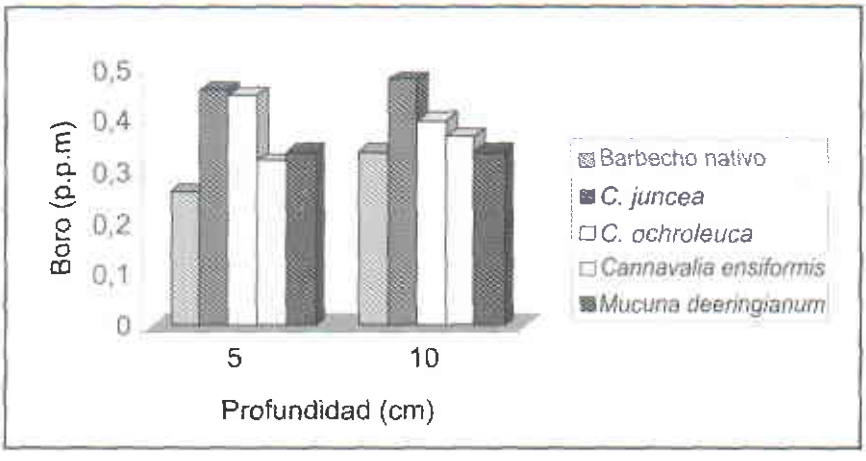


Figura 8. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad de boro del suelo de vega (ppm). Granada. 2003

- Con *Crotalaria ochroleuca, Cannavalia ensiformis y Mucuna deeringianum*, el mayor incremento en disponibilidad de magnesio, entre 21.7 y 34.8%
- Con *Mucuna deeringianum* el mayor incremento en disponibilidad de potasio 40%.
- Con *Crotalaria juncea* aumentó en la disponibilidad de boro entre 7.2 y 41.2% (0.20 y 0.14 ppm más que el barbecho nativo)
- Con *Crotalaria ochroleuca* entre 17.6 y 73.1% (0.19 y 0.06 ppm adicionales)
- Con *Cannavalia ensiformis* entre 23.1 y

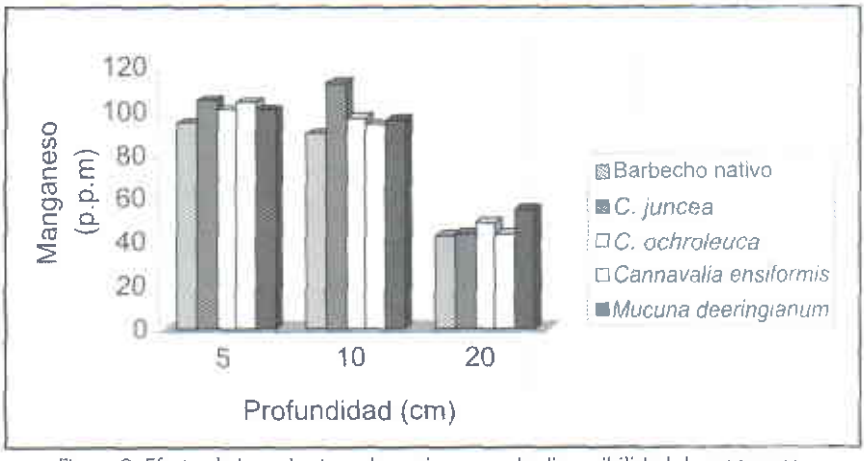


Figura 9. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad de manganeso del suelo de vega (ppm). Granada. 2003.

88.2% (0.06 y 0.03 ppm adicionales).
- Con *Mucuna deeringianum* aumentó de 30.8 % (0.08 ppm adicional).

Igualmente, un año después de establecidas las coberturas leguminosas en el suelo de vega, contribuyeron a aumentar la disponibilidad de manganeso en los 20 cm de profundidad, Figura 9.

- Con *Crotalaria juncea* aumentó en la disponibilidad de manganeso entre 2.3 y 25.5 % (10, 23 y 1 ppm más que el barbecho nativo)
- Con *Crotalaria ochroleuca* entre 6.3 y 13.9% (6, 7 y 6 ppm adicionales)
- Con *Cannavalia ensiformis* entre 2.3 y 9.5% (9, 4 y 1 ppm adicionales)
- Con *Mucuna deeringianum* entre 6.3 y 27.9% (6, 6 y 12 ppm adicionales).

Igualmente un año después de establecidas las coberturas leguminosas en el suelo de vega, contribuyeron a aumentar la disponibilidad de zinc en los 20 cm de profundidad, Figura 10.

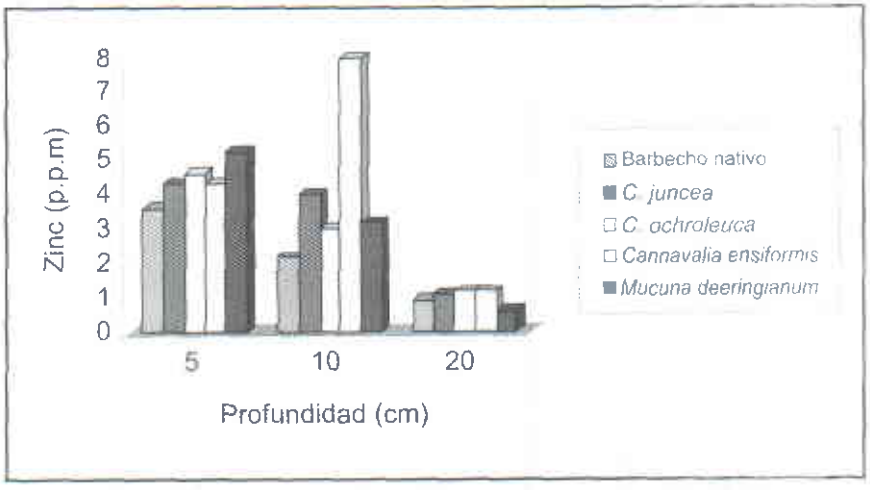


Figura 10. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad del zinc en el suelo de vega (ppm). Granada. 2003.

- Con *Crotalaria juncea* aumentó en disponibilidad de zinc entre 19.4 y 81.8% (0.7, 1.8 y 0.2 ppm más que el del barbecho nativo)
- Con *Crotalaria ochroleuca* entre 3.6 y 33.3% (1, 0.8 y 0.3 ppm adicionales)
- Con *Cannavalia ensiformis* entre 19.4 y 263.6% (0.7, 5.8 y 0.3 ppm adicionales)
- Con *Mucuna deeringianum* entre 44.4 y 45.4% (1.6 y 1 ppm adicionales).

Efecto de las coberturas leguminosas en las características químicas de un suelo de terraza alta (Oxisol)

El suelo de terraza alta en Villavicencio es más ácido que el suelo de vega (pH entre 4.7 y 5.4), con un contenido medio de materia orgánica (entre 2.8 y 3.9%), bajo y medio de fósforo (entre 3 y 35 ppm), alta acidez intercambiable (entre 1 y 2.07 meq/100g) y medio y alto contenido de aluminio intercambiable (entre 0.67 y 1.60 meq/100g), para una media y alta saturación de aluminio (entre 22.42 y 59.93%), Tabla 10.

Este suelo de terraza alta presenta un contenido de calcio entre bajo y medio (entre 0.38 y 1.29 meq/100g), bajo de magnesio (entre 0.16 y 0.44 meq/100g), bajo y medio de potasio (entre 0.07 y 0.25 meq/100g), baja relación Ca:Mg (entre 2.4:1 y 2.9:1), baja capacidad de intercambio catiónica efectiva (entre 2.67 y 2.97 meq/100g) y una baja y alta saturación de bases intercambiables (entre 22.60 y 66.37%), Tabla 11.

Este suelo presenta contenido de hierro entre medio y alto (valores entre 15 y 30 ppm), bajo de boro (entre 0.11 y 0.15 ppm), bajo y medio de cobre (entre 0.27 y 4.03 ppm), bajo de manganeso (entre 1.23 y 4.03 ppm) y bajo y medio de zinc (entre

Tabla 10. Análisis químico del suelo de terraza alta antes del establecimiento de las coberturas leguminosas. Villavicencio. 2002.

Profundidad cm	pH	M.O %	P ppm	Ac Inter. meq/100g	Al Inter. meq/100g	Sat Al %
5	5.4	3.9	35	1.00	0.67	22.42
10	4.9	3.4	31	1.77	1.20	43.48
20	4.8	3.1	7	2.01	1.45	53.56
30	4.7	2.8	3	2.07	1.60	59.93

Fuente: Corpoica 2003.

Tabla 11. Contenido de bases intercambiables del suelo de terraza alta antes de la siembra de las coberturas leguminosas. Villavicencio. 2002.

Profundidad cm	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	Relación Ca:Mg	CICE meq/100g	Sat Bases %
5	1.29	0.44	0.25	2.9:1	2.97	66.37
10	0.62	0.24	0.13	2.6:1	2.76	35.99
20	0.43	0.17	0.08	2.5:1	2.70	25.38
30	0.38	0.16	0.07	2.4:1	2.67	22.60

Fuente: Corpoica 2003.

Tabla 12. Contenido de azufre y elementos menores del suelo de terraza alta antes de la siembra de las coberturas leguminosas. Villavicencio. 2000.

Profundidad cm	Fe Ppm	B ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm
5	30	0.15	1.43	4.03	3.27
10	24	0.14	0.37	2.37	1.10
20	20	0.13	0.28	1.76	0.43
30	15	0.11	0.27	1.23	0.33

Fuente: Corpoica 2003.

0.33 y 3.27 ppm), lo cual indica baja fertilidad, Tabla 12.

Un año después de establecidas las coberturas leguminosas en el suelo de terraza alta, ellas contribuyeron a aumentar la disponibilidad del fósforo.

- Con *Crotalaria juncea* aumentó la disponibilidad de fósforo entre 5.1 y 27.3% en todo el perfil del suelo (aumentos de 12, 2, 2 y 1 ppm más que el barbecho nativo)
- Con *Crotalaria ochroleuca* aumentó entre 20 y 20.4% en los 5 y 30 cm de profundidad (9 y 1 ppm adicional)
- Con *Cannavalia ensiformis* aumentó entre 27.3 y 28.2% en los 10 cm de profundidad (12 y 11 ppm adicionales) y con Mucuna deeringianum aumentó entre 21.4 y 52.3% (23, 16, 3 y 2 ppm adicionales).

Sobresalen las coberturas *Crotalaria ochroleuca* y *Mucuna deeringianum*, Figura 11.

Además del aumento en la disponibilidad del fósforo en el suelo de terraza alta, las coberturas leguminosas contribuyeron a disminuir la acidez intercambiable (Figura 12) y el porcentaje de saturación de aluminio, Figura 13.

- Con *Crotalaria ochroleuca* se presentó una disminución de la acidez intercambiable entre 1.7 y 13.3% (disminución de 0.2, 0.1 y 0.3 meq/100 g respecto al barbecho nativo en las profundidades de 5, 20 y 30 cm)
- Con *Crotalaria ochroleuca* entre 12.5 y 13.3% (disminución de 0.2, 0.4, 0.3 y 0.3 meq/100g en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm)
- Con *Cannavalia ensiformis* entre

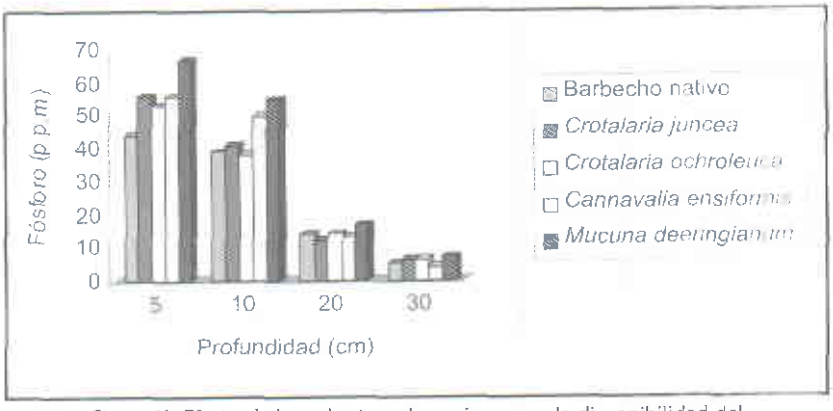


Figura 11. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad del fósforo en suelo de terraza alta (ppm). Villavicencio. 2003.

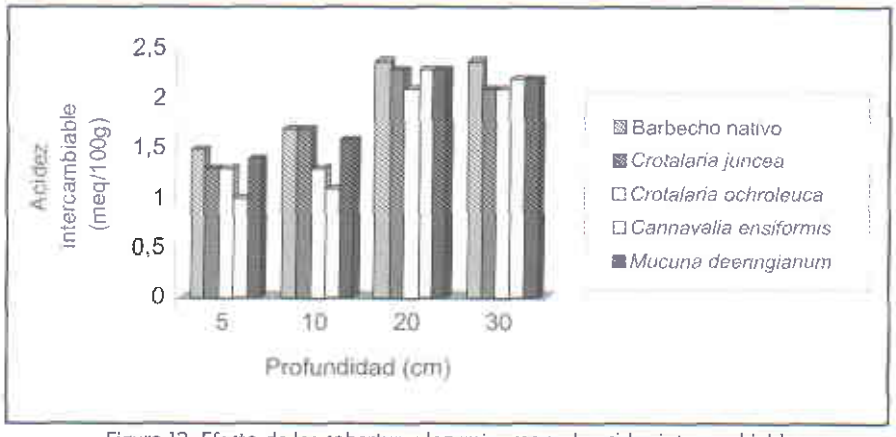


Figura 12. Efecto de las coberturas leguminosas en la acidez intercambiable en un suelo de terraza alta. Villavicencio. 2003.

4.2 y 33.3% (disminución de 0.5, 0.6, 0.1 y 0.2 meq/100g en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm)

- Con *Mucuna deeringianum* entre 4.2 y 6.7% (disminuciones de 0.1 y 0.2 meq/100g en todas las profundidades).

Igualmente en este suelo de terraza alta, las coberturas leguminosas contribuyeron con la disminución del porcentaje de saturación de aluminio, Figura 13.

- Con *Crotalaria ochroleuca* disminución de la saturación de aluminio en todo el perfil del suelo entre 0.2 y 33.6% (disminuciones de 0.9, 15.7, 3.1 y 0.1% respecto al barbecho nativo)
- Con *Cannavalia ensiformis* disminución entre 3.5 y 35.8% (disminuciones de 7.9, 16.7, 4.6 y 3.5% en todas las profundidades)
- Con *Mucuna deeringianum* disminuciones entre 2.9 y 56.3% (disminuciones de 1.8, 12.3 y 1.5% en los 20 cm de profundidad).

Un año después de sembradas las coberturas leguminosas en el suelo de terraza alta, contribuyeron en el aumento de la disponibilidad de calcio, magnesio, potasio y en el porcentaje de saturación de las bases intercambiables.

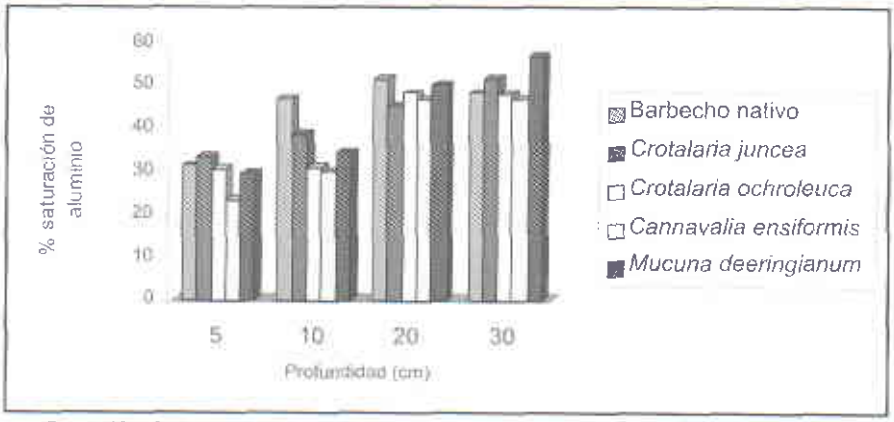


Figura 13. Efecto de las coberturas vegetales en el porcentaje de saturación de aluminio en el suelo de terraza alta. Villavicencio. 2003.

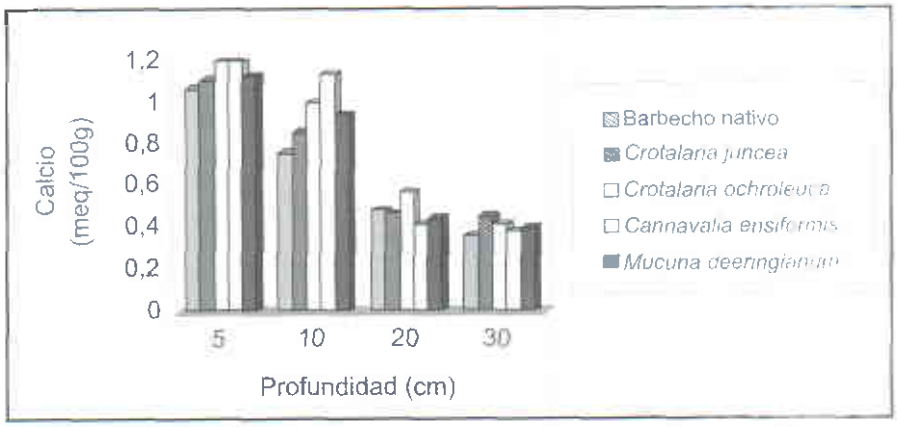


Figura 14. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad del calcio del suelo de terraza alta (meq/100 g). Villavicencio. 2003

- Con *Crotalaria juncea* aumentó en la disponibilidad de calcio entre 3.7 y 27.8% (aumentó en 0.04 y 0.10 meq/100 g respecto al barbecho nativo en las profundidades de 5, 10 y 30 cm).
- Con *Crotalaria ochroleuca* aumentó entre 12.1 y 31.6% (0.13, 0.24, .08 y 0.06 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm).
- Con *Cannavalia ensiformis* aumentó entre 8.3 y 50.0% (0.13, 0.38 y 0.03 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10 y 30 cm).
- Con *Mucuna deeringianum* aumentó entre 5.6 y 25.0% (0.06, 0.19 y 0.04 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10 y 30 cm). Figura 14

Igualmente aumentó en la disponibilidad de magnesio del suelo de terraza alta por el uso de las coberturas leguminosas, Figura 15.

- Con *Crotalaria juncea* aumentó la disponibilidad de magnesio entre 3.6 y 47% (0.01, 0.08 y 0.03 meq/100 g adicionales a los presentados por el barbecho nativo en las profundidades de 10, 20 y 30 cm).

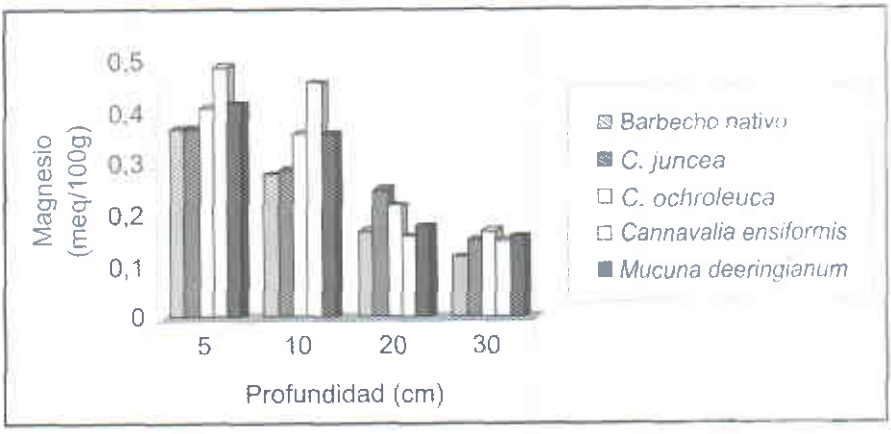


Figura 15. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad del magnesio del suelo de terraza alta (meq/100g). Villavicencio. 2003

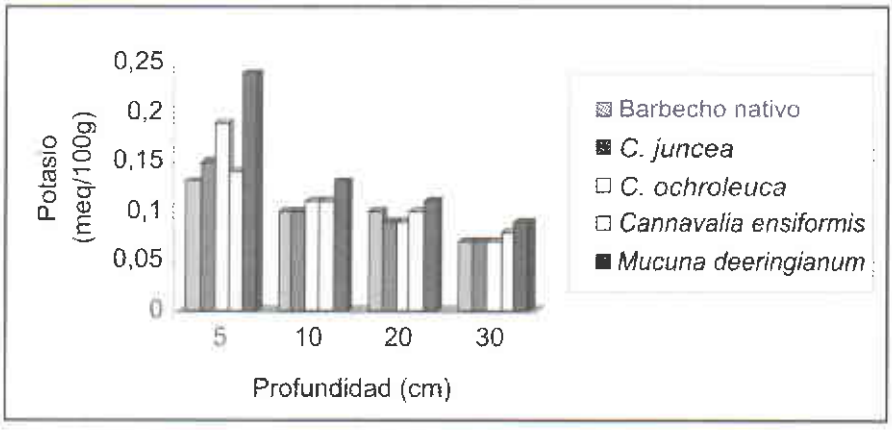


Figura 16. Efecto de las coberturas leguminosas en la disponibilidad del potasio del suelo de terraza alta (meq/100 g). Villavicencio. 2003.

- Con *Crotalaria juncea* aumentó entre 10.8 y 41.7% (0.04, 0.08, 0.05 y 0.05 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm).
- Con *Cannavalia ensiformis* aumentó entre 25.0 y 64.3% (0.12, 0.18 y 0.03 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10 y 30 cm).
- Con *Mucuna deeringianum* aumentó entre 5.9 y 33.3% (0.05, 0.08, 0.01 y 0.04 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm).

Igualmente aumentó la disponibilidad del potasio en el suelo de terraza alta por el uso de las coberturas leguminosas, Figura 16.

Día de campo en la finca de un productor, Granada (Meta).

- Con *Crotalaria juncea* aumentó la disponibilidad de potasio en los primeros 5 cm de profundidad de 23.1% (0.03 meq/100 g adicional al presentado por el barbecho nativo).
- Con *Crotalaria ochroleuca* aumentó entre 10.0 y 46.1% en los 10 cm de profundidad (0.06 y 0.01 meq/100 g adicionales).
- Con *Cannavalia ensiformis* aumentó entre 7.7 y 14.3% (0.01 meq/100 g adicional en las profundidades de 5, 10 y 30 cm).
- Con *Mucuna deeringianum* aumentó entre 10.0 y 84.6% en todo el perfil (0.11, 0.03, 0.01 y 0.02 meq/100 g adicionales en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm).
- La vitabosa *Mucuna deeringianum* fue la que presentó el mayor incremento en la disponibilidad de potasio en el suelo.

Con los aumentos en las disponibilidades del calcio, magnesio y potasio en el suelo de terraza alta por el uso de las coberturas leguminosas, el porcentaje de saturación de bases también aumentó, Figura 17.

- Con *Crotalaria juncea* aumentó el porcentaje de saturación de bases entre 6.0 y 32.9% (52.0, 23.0, 1.5 y 5.8% adicionales respecto al barbecho nativo en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm)
- Con *Crotalaria ochroleuca* aumentó entre 11.0 y 33.4% (5.4, 12.7, 5.4 y 5.2% adicionales en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm)
- Con *Cannavalia ensiformis* aumentó entre 17.6 y 50.0% (11.9, 19.0 y 3.1% adicionales en las profundidades de 5, 10 y 30 cm)
- Con *Mucuna deeringianum* aumentó entre 0.4 y 23.3% (3.5, 7.0, 0.1 y 4.1% adicionales en las profundidades de 5, 10, 20 y 30 cm).

En este suelo de terraza alta, igualmente las coberturas leguminosas contribuyeron con el aumento en la disponibilidad de boro. Con *Mucuna deeringianum* aumentó en la disponibilidad de boro entre 1.0 y 23.8% (0.01, 0.14 y 0.16 ppm adicionales al presentado por el barbecho en las profundidades de 5, 10 y 20 cm); con *Crotalaria juncea* aumentó entre 3.9 y 28.6% (0.28 y 0.03 ppm adicionales en

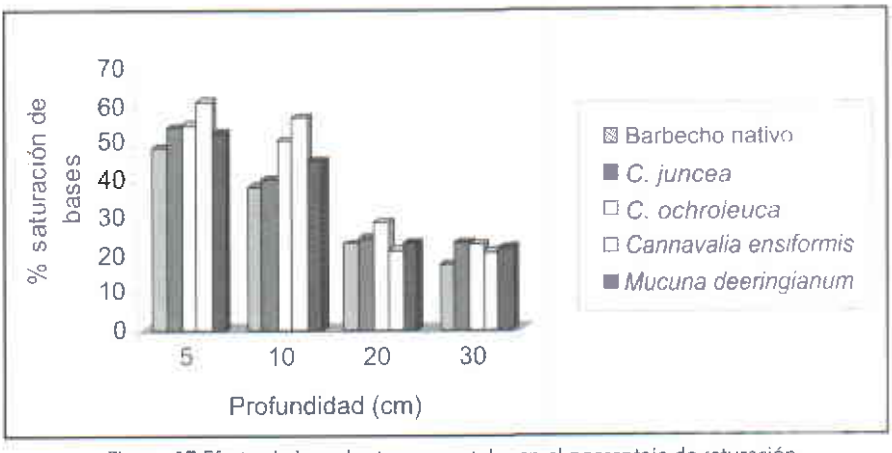


Figura 17 Efecto de las coberturas vegetales en el porcentaje de saturación de bases del suelo en el C.I. La Libertad, Villavicencio. 2003.

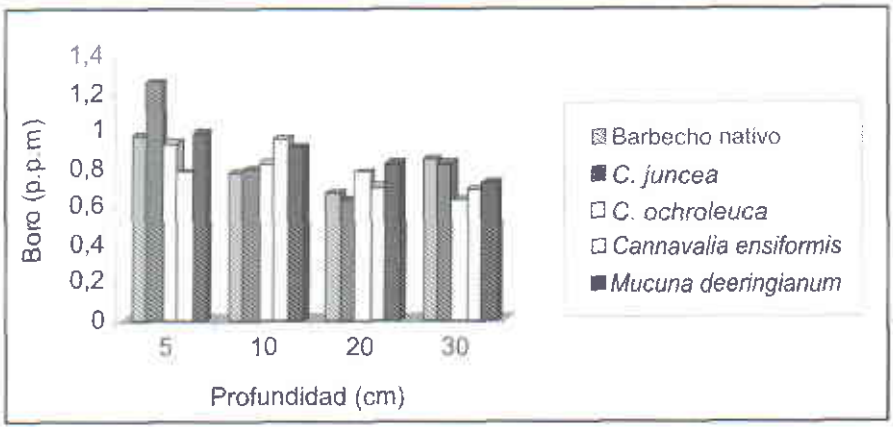


Figura 18. Efecto de las coberturas vegetales en el contenido de boro del suelo (ppm) de terraza alta. Villavicencio. 2003.

los 10 cm de profundidad); con *Crotalaria ochroleuca* aumento entre 7.8 y 16.4% (0.06 y 0.11 ppm adicionales entre los 10 y 20 cm de profundidad) y con *Cannavalia ensiformis* aumentó entre 4.5 y 24.6% (0.19 y 4.5 ppm adicionales), Figura 18.

Efecto de las coberturas leguminosas en las características biológicas de un suelo de Vega (Inceptisol)

El suelo de vega antes de la siembra de las coberturas leguminosas y la implementación de los sistemas de labranza, presentó una población baja de bacterias (4.32 u.f.c/g de suelo), media de hongos (4.0 u.f.c/g suelo) y alta de actinomicetos (6.37 u.f.c/g suelo, humedad del suelo 22.1%), con una actividad microbiana baja (218 kg/ha de CO_2). Los sistemas de labranza implementados para la siembra del arroz, afectaron la población y actividad de los microorganismos del suelo.

Respecto a la población inicial de microorganismos en el suelo de terraza alta, las bacterias aumentaron levemente en la labranza con cincel rígido (de una población inicial de 4.32 u.f.c/g suelo pasó a 4.46 u.f.c/g suelo) y disminuyeron en los otros dos sistemas de labranza (a poblaciones de 3.60 y 3.94 u.f.c/g suelo en las labranzas convencional y cero).

- Los hongos y actinomicetos disminuyeron con los tres sistemas de labranzas implementados, de una población inicial de hongos de 4.06 u.f.c/g suelo pasaron a poblaciones de 2.53 u.f.c/g suelo en la labranza convencional, 0.64 u.f.c/g suelo en la labranza con cincel rígido y 2.29 u.f.c/g suelo en la labranza cero.
- De una población inicial de actinomicetos de 6.37 u.f.c/g suelo pasó a poblaciones de 5.71 u.f.c/g suelo en la labranza convencional, 6.08 u.f.c/g suelo en la labranza con cincel y 5.99 u.f.c/g suelo en la labranza cero, humedad del suelo 24.1%).

Igualmente disminuyó la actividad de estos microorganismos con las labranzas implementadas, de un valor inicial de actividad de 218 kg/ha de CO_2 pasó a valores entre

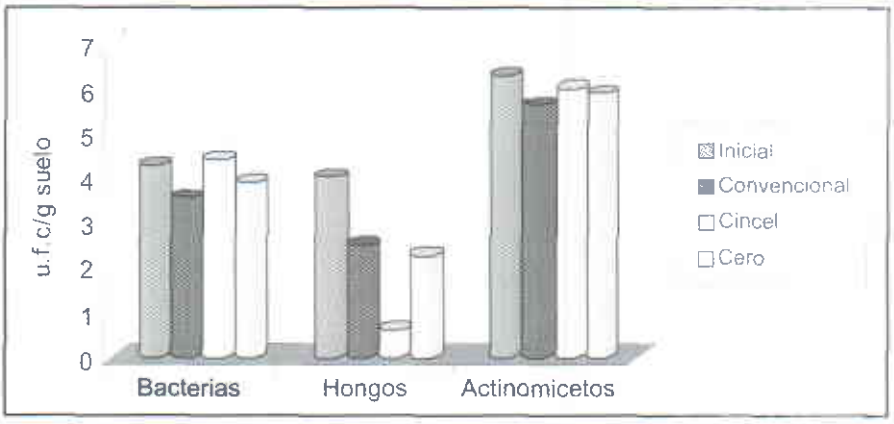


Figura 19 Efecto de los sistemas de labranza en la población de microorganismos *del suelo de vega (u.f.c/g suelo). Granada. 2002-2003.*

126 y 136 kg/ha de CO_2. En general las poblaciones de bacterias y actinomicetos fueron levemente mayores en las labranzas con cincel rígido y labranza cero, Figura 19.

Un año después, antes de la siembra del arroz, las coberturas leguminosas disminuyeron la población de bacterias, hongos y actinomicetos y la actividad de los microorganismos en el suelo de vega.

- Respecto al barbecho nativo (testigo) con una población de bacterias de 4.66 u.f.c/g suelo, éstas disminuyeron con las coberturas leguminosas presentando poblaciones entre 3.86 y 3.91 u.f.c/g suelo
- La población de hongos aumentó, especialmente con vitabosa *Mucuna deeringianum, Crotalaria juncea y Cannavalia ensiformis* (de una población cero hongos en el barbecho nativo pasó a poblaciones de 3.45 u.f.c/g suelo con vitabosa y 2.23 u.f.c/g suelo con las dos especies de Crotalaria)
- La población de actinomicetos aumentó levemente con vitabosa, *Crotalaria ochroleuca* y *Crotalaria juncea* (de 5.91 u.f.c/g suelo en el barbecho nativo pasó a poblaciones de 6.01 u.f.c/g suelo con vitabosa, 5.99 u.f.c/g suelo con *Crotalaria ochroleuca* y 5.94 u.f.c/g suelo con *Crotalaria juncea*), Figura 20.

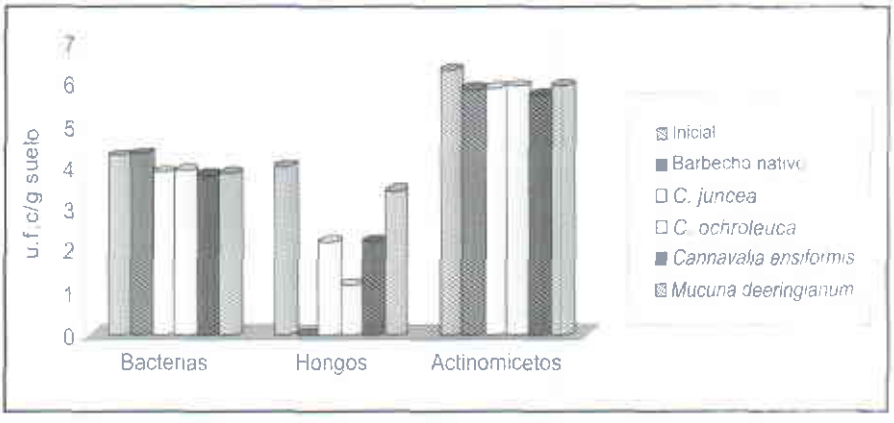


Figura 20. Efecto de las coberturas leguminosas en la población de microorganismos (u.f.c/g suelo) del suelo de vega. Granada. 2002-2003.

BIBLIOTECA AGROPECUAR
DE COLOMBIA

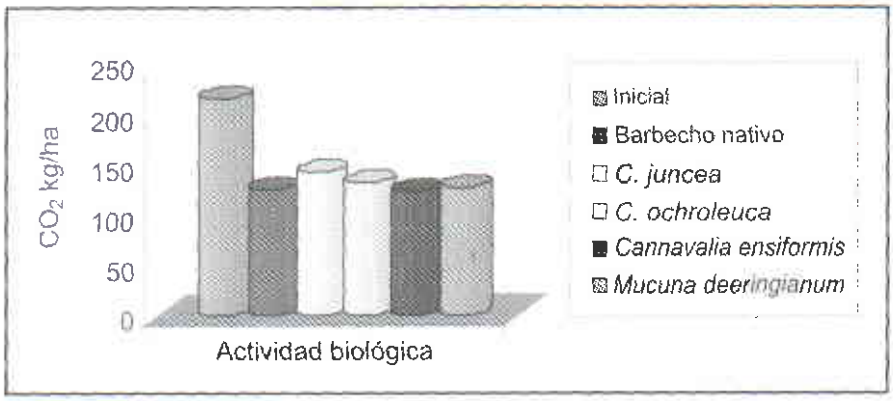


Figura 21. Efecto de las coberturas leguminosas en la actividad de los microorganismos del suelo de vega (CO_2 kg/ha). Granada. 2002-2003

Igualmente las coberturas leguminosas antes de la siembra del arroz, contribuyeron a disminuir la actividad de los microorganismos en el suelo de vega, de una actividad inicial de 112 kg/ha de CO_2 pasó a valores entre 73 y 127 kg/ha de CO_2.

Respecto al barbecho nativo con una actividad de 112 kg/ha de CO_2, la actividad de los microorganismos aumentó con las leguminosas *Cannavalia ensiformis* (127 kg/ha de CO_2) y con *Crotalaria juncea* (122 kg/ha de CO_2), Figura 21.

En este suelo de vega, la mayor diversidad de hongos se presentó con las leguminosas vitabosa *Mucuna deeringianum* (81%) y *Cannavalia ensiformis* (71%), predominando los géneros *Aspergillus* sp., *Clamydomyces* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium.*sp, *Gliocephalis* sp., *Penicillium* sp, y *Trichoderma* sp, Figura 22.

Efecto de las coberturas leguminosas en las características biológicas de un suelo de terraza alta (Oxisol)

El suelo de terraza alta de Villavicencio, antes de la siembra de las coberturas leguminosas presentó una población baja de bacterias (4.09 u.f.c/ g suelo), media

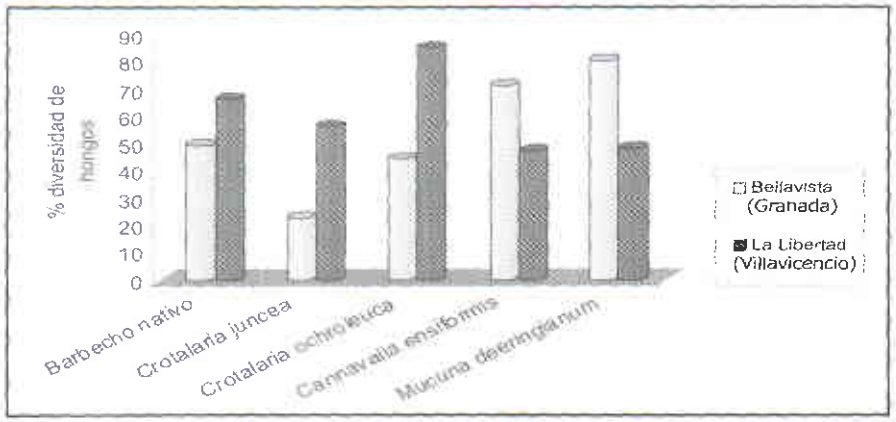


Figura 22. Diversidad de hongos (Indice de Shanon) en el suelo de vega y de terraza alta (%). Granada y Villavicencio. 2002– 2003.

de hongos (4.15 u.f.c/g suelo), alta de actinomicetos (5.9 u.f.c/g suelo, humedad del suelo 12.8 %) y una actividad microbiana baja (212 kg/ha de CO_2).

Un año después, la implementación de los sistemas de labranza para la siembra de arroz afectó la población y actividad de los microorganismos del suelo de terraza alta.

- Las labranzas con cincel rígido y cero contribuyeron a aumentar la población de bacterias (de una población inicial de 4.09 u.f.c/g suelo pasó a poblaciones de 4.16 u.f.c/g suelo en la labranza con cincel y 4.26 u.f.c/g suelo en la labranza cero)
- Los tres sistemas de labranzas implementados, contribuyeron a disminuir la población de hongos (de una población inicial de 4.15 u.f.c/g suelo paso a poblaciones de 3.41 u.f.c/g suelo en la labranza convencional, 3.13 u.f.c/g suelo en la labranza con cincel y 2.77 u.f.c/g suelo en la labranza cero).
- La labranza convencional y con cincel contribuyeron a aumentar la población de actinomicetos (de una población inicial de 5.92 u.f.c/g suelo pasó a poblaciones de 6.11 u.f.c/g suelo en la labranza convencional y 6.17 u.f.c/g suelo en labranza con cincel, humedad del suelo entre 16.5 y 18.1%).

La actividad de estos microorganismos con los sistemas de labranzas implementadas disminuyó, de un valor inicial, medida como producción de CO_2 de 212 kg/ha pasó a valores entre 77 y 137 kg/ha de CO_2. En general en la labranza con cincel rígido, probablemente por una mejor aireación del suelo, se presentó una mayor población de bacterias y actinomicetos, Figura 23.

Un año después, las coberturas leguminosas contribuyeron a aumentar levemente la población de bacterias y actinomicetos y a disminuir la población de hongos.

- Respecto al barbecho nativo con una población de bacterias 4.27 u.f.c/g suelo y de actinomicetos de 6.19 u.f.c/g suelo, con las coberturas leguminosas las poblaciones disminuyeron, presentando poblaciones entre 3.85 y 4.11 u.f.c/g de bacterias

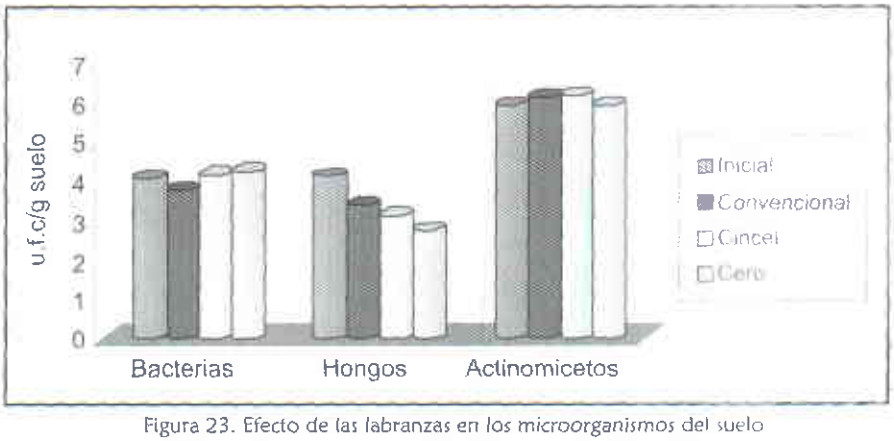


Figura 23. Efecto de las labranzas en los microorganismos del suelo de terraza alta (u.f.c/g suelo). Villavicencio. 2002-2003

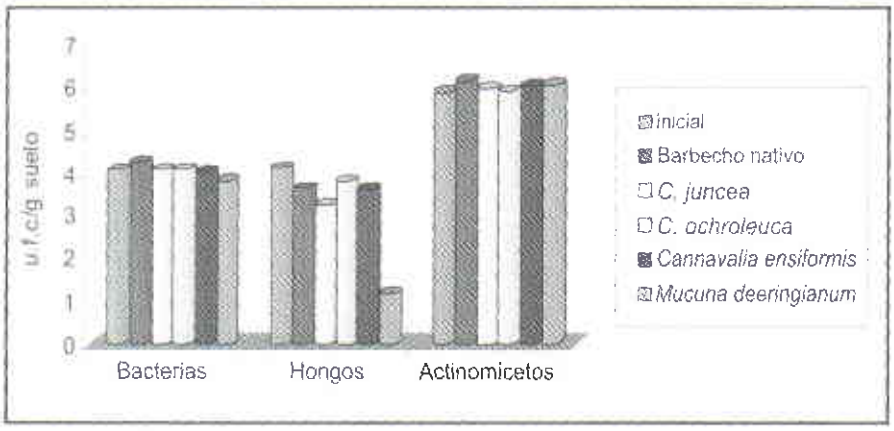


Figura 24. Efecto de las coberturas vegetales como Mulch o incorporadas antes de la siembra de arroz de sabana, en la población de microorganismos en el suelo (u.f.c/g suelo) en el C.I. La Libertad, Villavicencio. 2002-2003.

y poblaciones entre 5.95 y 6.10 u.f.c/g suelo de actinomicetos.

- La población de hongos aumentó en *Crotalaria ochroleuca* con una población de 3.82 u.f.c/g suelo, Figura 24.

En este suelo de terraza alta, un año después de tener las coberturas leguminosas, la actividad de los microorganismos disminuyó.

- Respecto al barbecho nativo con una actividad de 112 kg/ha de CO_2, con las leguminosas *Cannavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea* la actividad microbial aumentó, con producciones de 127 kg/ha de CO_2 y 122 kg/ha de CO_2 respectivamente, Figura 25.

En este suelo de terraza alta, la mayor diversidad de hongos se presentó en *Crotalaria ochroleuca* (86%). Predominaron los géneros *Aspergillus* sp., *Clamydomyces* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Gliocephalis* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Cephalosporium* sp. y *Verticillium* sp,.

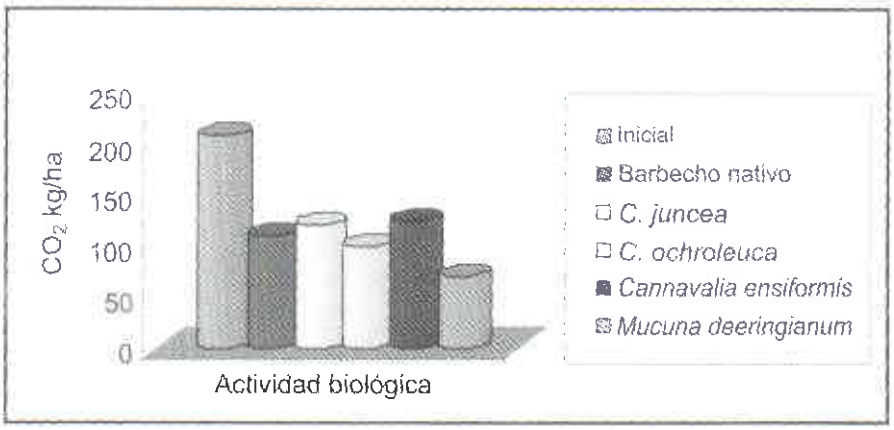


Figura 25. Efecto de las coberturas vegetales como Mulch o incorporadas antes de la siembra de arroz de sabana en la actividad microbial (CO_2 kg/ha) en terraza alta, Villavicencio. 2002-2003.

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO DEL ARROZ SECANO FAVORECIDO EN ROTACIÓN CON LAS COBERTURAS LEGUIMINOSAS EN UN SUELO DE VEGA (INCEPTISOL)

Para observar los beneficios del uso de las coberturas leguminosas en rotación con el cultivo de arroz, es necesario cuantificar la rentabilidad de ellos y así optar por el sistema que más convenga.

Los costos de producción por hectárea para el arroz Progreso 4-25, incurridos por el productor en la finca Bellavista, Granada (suelo de vega), fueron de $2.402.440 (2003), más altos que los causados en el proyecto con las coberturas leguminosas. Así por ejemplo, con *Crotalaria ochroleuca* los costos fueron de $2.328.900, con *Crotalaria juncea* $2.310.900, con *Mucuna deeringianum* $2.360.400, con *Cannavalia ensiformis* $2.360.400 y con el barbecho nativo (testigo) $ 2.297.400.

De estos costos totales de producción de arroz Progreso 4-25 en la finca Bellavista (suelo de vega), tanto para el productor como para la propuesta de investigación, los mayores gastos causados correspondieron a la fertilización y al control de malezas. Para el productor, la fertilización representó el 23% de los costos totales y el control de malezas el 21%; con las coberturas leguminosas, específicamente con vitabosa, la fertilización representó el 24% y el control de malezas el 21%; y con el barbecho nativo, la fertilización representó el 24% y el control de malezas el 22%, Figura 26.

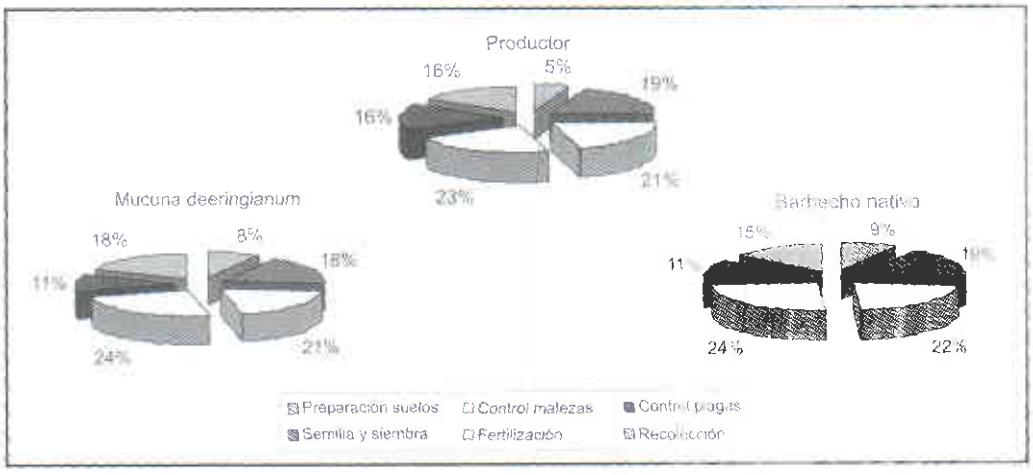


Figura 26. Porcentaje de participación de los costos particulares en el costo total de producción de arroz Progreso 4-25 en un suelo de vega. Finca Bellavista, Granada 2003 A.

En la producción de arroz Progreso 4-25 en el suelo de vega, el productor con la tecnología tradicional (sembrar arroz en el primer semestre

Día de campo en finca de un productor de arroz en Granada

y dejar en descanso el lote al siguiente semestre), obtuvo un ingreso neto de $507.892, lo cual equivale a una rentabilidad de 21%.

Con el uso de las coberturas leguminosas en rotación con el arroz el productor obtuvo mayores ingresos y su sistema de producción fue más rentable. Con vitabosa obtuvo un ingreso neto de $877.592 (correspondiendo a $636.076 más que los obtenidos en el barbecho nativo) y una rentabilidad de 37%; con *Crotalaria ochroleuca* obtuvo un ingreso neto de $689.636 ($448.120 más que el barbecho nativo) y una rentabilidad de 29.6%, y con *Crotalaria juncea* $572.508 ($ 330.992 más que el barbecho nativo) y una rentabilidad de 24.8%, Tabla 13.

Tabla 13. Rentabilidad del arroz Progreso 4-25 en rotación con las coberturas leguminosas en un suelo de vega. Finca Bellavista, Granada. 2003 A.

Coberturas	Producción obtenida (kg/ha)	Valor producción $	Costos producción $	Ingreso neto $	Rentabilidad %
Productor	5.729	2.910.332	2.402.440	507.892	21.0
Crotalaria ochroleuca	5.942	3.018.536	2.328.900	689.636	29.6
Crotalaria juncea	5.676	2.883.408	2.310.900	572.508	24.8
Mucuna deeringianum	6.374	3.237.992	2.360.400	877.592	37.0
Cannavalia ensiformis	5.471	2.779.268	2.297.400	481.868	21.0
Barbecho nativo	4.927	2.502.916	2.261.400	241.516	10.7

Valor del kilo de arroz paddy verde $ 508.
Fuente: Corpoica 2003.

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO DEL ARROZ SECANO FAVORECIDO EN ROTACIÓN CON LAS COBERTURAS LEGUIMINOSAS EN UN SUELO DE TERRAZA ALTA (OXISOL)

Los costos totales de producción de arroz de sabana Línea 30 en el suelo de terraza alta, cuya producción de grano fue baja, en la franja del barbecho nativo (testigo) fueron de representó el 27% de los costos totales y el control de malezas el 24% y con el barbecho nativo, la fertilización representó el 28% de los costos totales y el control de malezas el 23%. Figura 27.

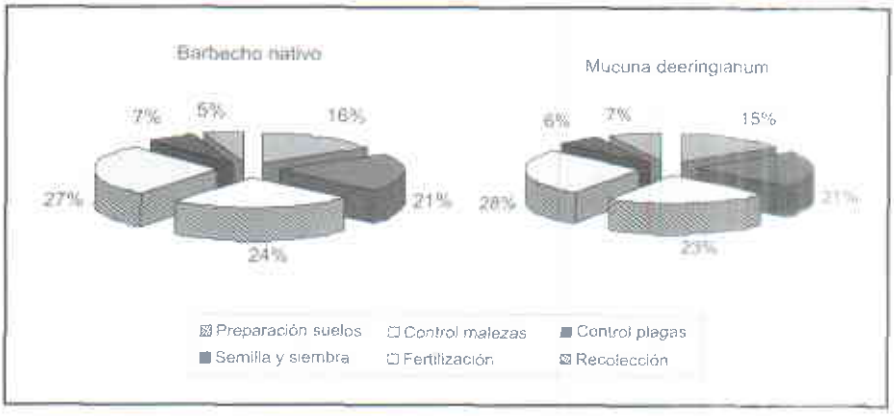


Figura 27. Porcentaje de participación de los costos particulares en el costo total de producción de arroz de sabana Línea 30 en el barbecho nativo y con *Mucuna deeringianum* en un suelo de terraza alta. C.I. La Libertad, Villavicencio. 2003 A.

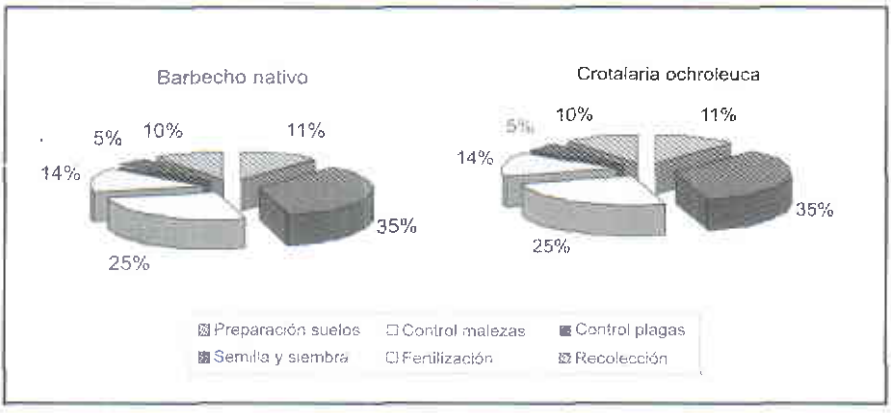
$1.512.316, muy similar a los incurridos en las rotaciones con las coberturas leguminosas. Con *Crotalaria ochroleuca* el costo de producción fue de $1.530.417, con *Crotalaria juncea* $1.531.023, con *Mucuna deeringianum* $1.538.703 y con *Cannavalia ensiformis* $ 1.523.919.

Igual que en el suelo de vega, los mayores gastos incurridos en la producción de arroz de sabana Línea 30 en el barbecho nativo y con las coberturas leguminosas, correspondieron a la fertilización y al control de malezas. Con vitabosa *Mucuna deeringianum*, la fertilización

En este suelo de terraza alta la producción de grano del arroz de sabana Línea 30 fue muy baja, ninguno de los sistemas de producción con las coberturas leguminosas fue rentable, dieron pérdida entre $662.403 y $795.854, la cual fue mayor en el barbecho nativo ($901.368).

En este suelo de terraza alta en el segundo semestre se sembró soya Línea L-4426, con costos de producción muy similares en el barbecho nativo y las coberturas leguminosas. En el barbecho nativo los costos fueron de $878.895, con *Crotalaria ochroleu-*

Figura 28. Porcentaje de participación de los costos particulares, en el costo total de producción de soya L-1426 en el barbecho nativo y con *Crotalaria ochroleuca*, en un suelo de terraza alta. C.I. La Libertad, Villavicencio. 2003 A.



ca $883.590, con *Crotalaria juncea* $881.817, con *Mucuna deeringianum* $869.220 y con *Cannavalia ensiformis* $871.800.

Los mayores gastos incurridos en la producción de soya L-4426 en este suelo de terraza alta correspondieron a la compra de la semilla, siembra y control de malezas. En el barbecho nativo la semilla y siembra representaron el 34.5% de los costos totales y el control de malezas el 25.2% y con la leguminosa Crotalaria ochroleuca, la semilla y siembra representaron el 34.3% y el control de malezas el 25.1%, Figura 28.

La producción de soya L-4426 en el segundo semestre en el suelo de terraza alta fue rentable en todos los sistemas de rotación a pesar de las bajas producciones obtenidas. Con las coberturas leguminosas *Crotalaria ochroleuca* y *Crotalaria juncea* el productor obtuvo mayor ganancia que con el barbecho nativo. Con *Crotalaria ochroleuca* obtuvo un ingreso neto de $261.925 ($54.070 más que el barbecho nativo) y una rentabilidad de 29.6% y con *Crotalaria juncea* un ingreso neto de $241.158 ($33.303 más que el barbecho nativo) y una rentabilidad de 27.3%, Tabla 14.

Tabla 14. Análisis económico de la soya L-1426 en rotación con las coberturas vegetales en el C.I. La Libertad, Villavicencio. 2003A.

Coberturas	Producción obtenida kg/ha	Valor producción $	Costos producción $	Ingreso neto $	Rentabilidad %
Crotalaria ochroleuca	1423	1.145.515	883.590	261.925	29.6
Crotalaria juncea	1395	1.122.975	881.817	241.158	27.3
Mucuna deeringianum	1200	966.000	869.220	96.780	11.1
Cannavalia ensiformis	1240	998.200	871.800	126.400	14.5
Barbecho nativo	1350	1.086.750	878.895	207.855	23.6

Valor del kilo de soya $ 805
Fuente: Corpoica 2003.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el suelo de vega y en la terraza alta, los sistemas de labranza convencional, reducida con cincel y cero para la producción de arroz secano favorecido, no afectaron la presencia de malezas en el cultivo y la producción de grano.

- Las mayores producciones de arroz (grano) fueron presentadas en la labranza reducida con cincel en el suelo de vega (5959 kg/ha variedad Progreso 4-25) y en la labranza cero en el suelo de terraza alta (1.527 kg/ha variedad Línea 30).

- Todas las coberturas leguminosas redujeron la presencia de malezas en el cultivo del arroz secano favorecido, en el siguiente orden decreciente: Vitabosa *Mucuna deeringianum, Crotalaria ochroleuca, Cannavalia ensiformis y Crotalaria juncea.*

- Probablemente por efecto benéfico de las coberturas leguminosas, en la reducción de la presencia de malezas en el cultivo de arroz, fue posible disminuir en 30% la dosis total de aplicación de herbicidas, sin afectar la producción de grano.

- Las coberturas leguminosas en el suelo de vega contribuyeron a mejorar las características físicas así: *Crotalaria ochroleuca y Mucuna deeringianum,* disminuyeron los valores de resistencia mecánica y *Crotalaria ochroleuca* y *Cannavalia ensiformis* disminuyeron los valores de densidad aparente y aumentaron la porosidad total en los primeros 20 cm de profundidad. En el suelo de terraza alta, *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis* contribuyeron a disminuir el valor de densidad aparente y aumentar la porosidad total en los primeros 10 cm de profundidad, características benéficas para el buen desarrollo del cultivo subsiguiente.

- Las coberturas leguminosas en el suelo de vega contribuyeron a aumentar la disponibilidad del fósforo, boro, manganeso y zinc. En el suelo de terraza alta, contribuyeron a aumentar la disponibilidad de fósforo, potasio, calcio y manganeso y especificamente *Cannavalia ensiformis, Mucuna deeringianum* y *Crotalaria juncea* contribuyeron a aumentar la disponibilidad de magnesio y boro. Ello contribuirá a disminuir la aplicación de abonos químicos en el cultivo subsiguiente

- Las leguminosas *Crotalaria ochroleuca* y *Cannavalia ensiformis* y *Mucuna deeringianum* en el suelo de vega y en el de terraza alta, contribuyeron a aumentar la población de hongos, organismos estos, indispensables para la descomposición de los residuos orgánicos y ciclaje de nutrientes en el suelo.

- La actividad biológica de los microorganismos en el suelo de vega y terraza alta aumentó con la leguminosa *Crotalaria juncea* probablemente por la producción de alguna sustancia en su sistema radicular.

- Todas las coberturas leguminosas en el suelo de vega y el suelo de terraza alta, por los beneficios en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, contribuyeron a aumentar la producción de arroz (grano), en el siguiente orden decreciente: *Mucuna deeringianum, Crotalaria ochroleuca, Cannavalia ensiformis y Crotalaria juncea.*

- Las leguminosas *Crotalaria ochroleuca* y *Crotalaria juncea* en el suelo de terraza alta, en el segundo semestre del año, contribuyeron a aumentar la producción de soya.

- Los mayores gastos causados en la producción de arroz secano favorecido en el suelo de vega y en el de terraza, fueron la fertilización y el control de malezas. Por ello es necesario buscar prácticas de manejo integrado del cultivo, como es el uso de coberturas leguminosas que además de ayudar en el control de malezas, aumentan la disponibilidad de algunos nutrientes en el suelo.

- Los mayores gastos causados en la producción de soya L-1426 en el suelo de terraza alta, fueron la compra de la semilla, siembra y control de malezas.

- La producción de arroz Progreso 4-25 en el suelo de vega fue más rentable para el productor, cuando realizó la rotación con las coberturas leguminosas. El orden decreciente de rentabilidad fue: *Mucuna deeringianum, Crotalaria ochroleuca, Crotalaria juncea* y *Cannavalia ensifomis.*

- La producción de soya L-1426 en el suelo de terraza alta fue más rentable para el productor con las rotaciones arroz-*Crotalaria ochroleuca*-soya y arroz-*Crotalaria juncea*-soya.

- En vez de dejar un lote en barbecho nativo, se debe mejorar éste con la siembra de una leguminosa agresiva como vitabosa y rotar con el cultivo de arroz.

- Se recomienda incluir de manera gradual la siembra de las leguminosas en los lotes, para posteriormente realizar rotaciones de lotes de siembra.

- La multiplicación de la vitabosa en la finca requiere de espalderas por su hábito de crecimiento voluble, guardar la semilla en nevera y antes de sembrarla nuevamente realizar una prueba de germinación.

- Para la prueba de germinación se debe colocar 10 o 20 semillas en papel humedecido o sembrarlas en arena, mantenerlas humedecidas y a partir del tercer día, revisar cuantas han germinado. Hacer éste conteo durante tres días más y conociendo el total de semillas germinadas, por una simple regla de tres, sacar el porcentaje de germinación. Si la germinación es baja utilizar más cantidad de semilla a la siembra.

BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

ALTIERI, M.A.; DOLL, J.D. 1978. The potential of allelopathy as a tool for weed management in the crop fields. PANS 24: 495-502. Altieri y Nicholls. 1997. falta

ALTIERI, M.A. Y NICHOLLS, C.I. 2002. Una perspectiva agroecologica para una agricultura ambientalmente sana y socialmente más justa en América Latina del siglo XXI. Instituto Nacional de Ecología. INE México D.F.

BUCKLES, D. 1993. La revolución de los abonos verdes. En: PASOS. Año V. N° 5. pp. 30-33.

CAAMAL-MALDONADO, J.A; JIMÉNEZ, O, J.J; TORRES, B, A Y ANAYA, A.L. 2001. The use Allelopathic Legume Cover and Mulch Species for Weed Controlling Cropping Systems. Agronomy Journal 93: 27-36.

CALEGARI, A. 1995. Leguminosas para adubacao verde de verao no Paraná. Instituto Agronómico do Paraná (IAPAR), Londrina. 118 p.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ, J. 2000. Uso de Adubos verdes como cobertura do solo. Boletín de pesquisa n. 11. EMBRAPA Cerrados. 20 p.

CORPOICA. 2003. Diseño y aplicación de estrategias no químicas de manejo de malezas nocivas en suelos de uso agrícola de pequeños y medianos productores del Piedemonte del Meta. CORPOICA-PRONATTA. Informe final. 135 p.

DUKE, S. O. 2001. Weed Management based on natural products. EN: Memorias XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Maracaibo, Venezuela. pp: 49-59.

LORENZI, H. Inibicao alelopática de plantas daninhas. Piracicaba.

LORENZI H. 2000. Manual de Identificao E de controle de plantas Daninhas plantio Directo e Convencional. 5a edición.

MARTIN, N. B.; SANTOS, Z. A. P. S.; ASSUMPCAO, R. 1987. Análise económica da utilizacao da adubacao verde nas culturas de algodao e soja em rotacao com milho e amendoim na regiao de Riberao Preto, Sao Paulo. Secretaría da Agricultura e Abastecimento. 32 p.

NAVAS, G; BERNAL, J. 1999. Caracterización de leguminosas como Abono Verde para los sistemas de producción del Piedemonte Llanero y Altillanura Colombiana. Boletín Técnico No. 16 Villavicencio.

Van Eijk-Bos. C; Moreno, V. A; VEGA, G, L. E. 1987. Recuperación de tierras invadidas por Imperata contracta (H.B.K) Hitch, a partir de la incor-

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA RECOMENDADA

ACIEGO, J et al. 1995. Efecto de los sistemas de labranza conservacionista sobre la dinámica de poblaciones microbianas de un suelo degradado del estado Yaracuy. Revista del Instituto de edafología de la facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Vol.3. N°2. Julio–Diciembre. www.redpav-polar.info.ve/venesuel/v032/v032a050.htm

ALEGRE, J; MEZA, A; AREVALO, L. 2000. Establecimiento de Barbechos con Leguminosas. En: Revista Agroforestería de las Américas. Vol. 7 N° 27.

ALI, MUBARIK; NARCISO, J.H. 1996. Farmer's perceptions and economic evaluation of green manure use in rice-based farming systems. In: Trop. Agric. (Trinidad). Vol.73, N°2 April 1996. p:148-154.

ALTIERI, M.A.; LIEBMAN, M.Z. 1988. Weed management in Agroecosystems: Ecological Approaches. Florida: CRC Press.

ALTIERI, M.A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. La Habana, Cuba. 249 p.

BRANDJES, P.; VAN DONGEN, P.; VAN DER VEER, A. 1989. Green manuring and other forms of soil improvement in the Tropics. Agrodok 28. Wageningen. 33p.

BURBANO, O.H. 1989. El suelo una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Los microorganismos del suelo. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. pp 35-37.

GARCÍA. I.A. 1984. Bioquímica y microbiología de suelos En: Experimentos en microbiología del suelo. México. 75 p.

GILMAN. J.C. 1980. Manual de los hongos del suelo. Segunda edición. Editorial Continental, S.A. México, D.F. 572 p.

GÓMEZ, A. 1990. Las coberturas nobles previenen la erosión. Avances Técnicos Cenicafé N° 151:1-4.

GÓMEZ, A; RIVERA, H. 1994. Recomendaciones para establecer el manejo integrado de malezas. Avances Técnicos Cenicafé N° 204:1-6.

HAGGAR, J.P.; URIBE, G.; BASULTO, J.; AYALA, A. 2000. Barbechos mejorados en la Península de Yucatán, México. En: Agroforestería en las Américas. Vol.7, N°27. pp. 19-24.

MANHAES, S. et al. 1992. Outros usos de leguminosas convencionalmente utilizadas para adubo verde. Centro Nacional de Pesquisa de Biología do Solo –CNPBS. Itaguaí, R J. 39 p.

MOREIRA DE CARVALHO, A y SODRÉ FILHO, J. 2000. Uso de Adubos Verdes como Cobertura do Solo. EMBRAPA, Cerrados, Planaltina. Boletín da Pesquisa 11. 20 p.

OLIVARES, J. 2001. Las plantas no crecen solas. Diario de Sevilla. 19-06-01. (olivares@eez.csic.es) Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada. www.eez.csic.es/~olivares/prensa/elpais19-06-01.htm.

OLIVEIRA, A. et al. 1999. The toxicity of jack bean [canavalia ensiformis (l.) Dc.] Canatoxin to plant pathogenic fungi. Rev. Bras. Biol. Vol.59 N°1 São Carlos Feb. 1999.

PAVLYCHENKO, T.K.; HARRINGTON, J.B. 1934. Competitive efficiency of weeds and cereal crops. Canadian Journal of Research 10: 77-94.

PEREIRA, J.; LOBO, M.; RESCK, D. V.S. Adubos verdes e sua utilizacao no Cerrado. Embrapa/CPAC.

PETERS, M; FRANCO. L.H.; SCHMIDT, A; HINCAPIE. B. 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centroamérica. CIAT. Piraí Sementes. www.pirai.com.br

PRIMAVESI, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales. 5. ed. Buenos Aires, El Ateneo Editores, 499 p.

www.zoetecnocampo.com/foro/Forum23/HTML/000053.html

www.conabio.gob.mx

www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/tfeed8/Data/417.