21106
BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA
17 MAYO 2006

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria

CULTIVOS DE COBERTURA

Una alternativa para la agricultura sostenible en las provincias Guanentá y Comunera y de García Rovira en Santander

CLARA E. LEÓN MORENO
ROBERTO A. CORONADO SILVA[1]

San Gil, Santander
2003

[1] Investigadores Corpoica, Bucaramanga

Presentación

La desertificación del planeta es un hecho evidente, lo cual es una preocupación de muchos investigadores y entidades encargadas de la conservación del medio ambiente. Cada día que pasa se amplía la frontera agrícola, acabando con la diversidad de especies animales y vegetales. La agricultura intensiva luego de dejar improductivo el suelo, lo abandona para ir en busca de uno nuevo. Además de la acción antrópica en forma natural el suelo también puede recibir daños por ausencia de una capa protectora que mitigue los impactos producidos por efectos de la radiación solar, velocidad del viento y el agua en sus diferentes manifestaciones.

Básicamente se conocen coberturas vivas y coberturas muertas. Las primeras son aquellas llamados cultivos de cobertura que en algún momento pueden ser incorporados al suelo o quedar sobre la superficie, estos ofrecen una protección eficaz contra los fenómenos climatológicos y brindan beneficios adicionales al suelo y al cultivo acompañante. Las coberturas muertas son de dos tipos, la primera consiste en residuos de cosecha y material orgánico procedente de la finca que se aplica al suelo para su descomposición y, la segunda a base de materiales inertes que cubren el suelo en diferentes formas, tienen una acción temporal y deben retirarse después de haber cumplido su función.

Corpoica, con la financiación de Pronatta, luego de realizar un intenso proceso de investigación en la evaluación de varias especies de cobertura, pone a disposición de la comunidad en general y en especial de las comunidades de las Provincias de Guanentá Comunera y de García Rovira, una publicación la cual se constituye en pionera de esta temática en el Nororiente Colombiano.

FABIAN JIMENEZ ARANGO
Director Oficina de Enlace
Bucaramanga

CONTENIDO

		Pág.
1.	INTRODUCCION	5
2.	ASPECTOS GENERALES SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA	7
3.	METODOLOGIA	11
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	13
4.1.	Descripción de la Zona de Estudio y Ubicación de Experimentos	13
4.2.	Evaluación de Leguminosas como Coberturas	15
4.3.	Porcentaje de Materia Seca y Contenido de humedad de las Coberturas Vegetales	20
4.4.	Evaluación del Efecto de las Coberturas sobre la Fertilidad del Suelo	25
4.5.	Efecto de las Coberturas sobre el Componente Microbiológico del Suelo	31
4.6.	Efecto de las Coberturas sobre Algunas Características Hidrodinámicas	34
4.7.	Efecto del sistema de Uso sobre la Producción de Cultivos	38
4.8.	Otros Usos de los Cultivos de Cobertura: alimentación con mucuna o fríjol abono	46
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51

I. INTRODUCCION

Hace aproximadamente 10.000 años, después que el hombre dejó de ser nómada y se convirtió en un ser gregario, se dio inicio a la domesticación de especies vegetales para su alimentación; dicha labor necesitó del uso de herramientas muy rudimentarias para preparar el suelo que aseguraría el crecimiento de la semilla y con ello comienza la agricultura.

Con el transcurso del tiempo, la agricultura dio el salto a la revolución verde, aplicando métodos de labranza cada vez más sofisticados con la ayuda de herramientas y equipos muy eficientes en la ruptura, volteo del prisma y mullimiento del suelo; tecnologías que apoyaron el desarrollo de variedades altamente productivas, pero exigentes en el uso de insumos externos, de tal manera que el germoplasma expresara su máximo potencial genético.

El país no fue ajeno a la tecnología de la revolución verde, muchos suelos perdieron la capacidad productiva debido al lavado de nutrientes, desbalance de las propiedades hidrodinámicas y empobrecimiento del estado microbiológico, ocasionados por el exceso de preparación del suelo, muchas veces en condiciones no adecuadas de humedad.

La región Andina Colombiana cuenta con 30'914.945 hectáreas que representan el 27% del área total del país; ha sido considerada como una de las regiones con mayor heterogeneidad física, dando lugar a diversidad de áreas agroecológicas caracterizadas principalmente por su fisiografía, de escarpada a quebrada, alta susceptibilidad de los suelos a procesos erosivos que alcanzan situaciones críticas en algunas regiones del país.

Por su parte, la subregión Montaña Santandereana presenta los mayores problemas de fragilidad (60% de los suelos con pendientes superiores al 50%), erosión y degradación y/o alternación de las propiedades físicas, químicas y biológicas, fenómenos estos, que se observan con distintos grados de severidad, pudiéndose afirmar que el 100% de los suelos (1'800.000 ha) está siendo afectado por algún proceso de degradación física como la erosión.

Las graves restricciones hídricas, edáficas, tecnológicas y socioeconómicas que se presentan en la región, han desencadenado un proceso de degradación que tiende a intensificarse, configurando una agricultura no sustentable de escasa productividad, la cual se traduce en un empobrecimiento de la población rural y en un deterioro y pérdida de recursos naturales.

La demanda de opciones tecnológicas que permitieron superar tales dificultades, condujeron a proponer alternativas que más allá de elevar los rendimientos de los cultivos, llevaran a conservar y recuperar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, basados en un uso reducido de insumos externos y la introducción de prácticas adecuadas de manejo, con sistemas de cultivos adaptados a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de la región.

El desarrollo de cultivos de cobertura surge como una opción del uso de la tierra potencialmente productiva, sostenible y aceptable socialmente, que puede proveer de beneficios ecológicos y económicos y además, son una tecnología versátil y adaptable de interés particular para las familias ubicadas en nichos de economía campesina.

Mediante el diseño de arreglos acordes a la fisiología de los cultivos y coberturas, se establecieron una serie de experimentos para medir la productividad de la tierra en cada una de las modalidades de manejo y a su vez, medir las variables más representativas que indicaran cambios favorables para la salud del suelo.

Los resultados de la investigación llegaron a determinar que efectivamente los cultivos de cobertura son viables para desarrollar como un componente de la agricultura de las provincias Guanentina Comunera y de García Rovira, pues además de contribuir al enriquecimiento del suelo y la nutrición animal, fue alto el grado de aceptación por parte de los productores.

2. ASPECTOS GENERALES SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA

Durante siglos se ha conocido la utilidad de los cultivos de cobertura y abonos verdes en la agricultura. Cato (1934), un ciudadano romano que vivió en el año 234-149 A.C., escribió que los lupinos (*Lupinos sp*), frijoles (*Phaseolus*) y vicias (*Vicia*) fertilizaban la tierra. Varro (1934), en un escrito fechado entre el año 116-27 A.C. ya sugería que algunas plantas, a pesar de no aportar ningún beneficio durante el año en que eran incorporadas al suelo, si proveían beneficios el año siguiente.

Varro escribió: «algunos cultivos se siembran no tanto por sus beneficios de corto plazo sino con una visión de largo plazo, cuando estos se cortan y se dejan en la tierra para enriquecerla. Cuando el suelo es bastante pobre, en lugar de usar estiércoles, se acostumbra incorporar lupinos y a veces los frijoles cuando empiezan a salir vainas, antes de que sea rentable cosecharlas.

En muchos sistemas agrícolas de corte y cobertura se utilizan diversas especies de plantas ya sea como cultivos de cobertura o como abonos verdes; siempre se presenta una confusión con el uso de estos términos (cultivos de cobertura y abonos verdes), ya que con frecuencia se emplean indistintamente en la literatura.

Tradicionalmente el término «***abonos verdes***» se ha usado para referirse a plantas que se incorporan al suelo cuando aun están verdes, o un poco después de la floración con el objetivo de enriquecer los suelos. Pero en épocas recientes el término abonos verdes se ha usado más ampliamente y puede referirse a plantas cuya vegetación se deja en el suelo estando verde o en estado seco con el propósito de abonar el suelo.

Por otra parte, ***cultivos de cobertura*** son aquellas plantas que se siembran para cubrir el suelo, sin importar si en el futuro serán o no incorporadas. Así, aunque se usen para cubrir y proteger la superficie del suelo, también pueden ser incorporadas como abonos verdes.

Además, el término cultivos de cobertura incluye plantas sembradas entre las calles de huertos de frutales o durante el período entre un cultivo y otro, con el objetivo de proteger la tierra de la erosión y lixiviación.

Los cultivos de cobertura y los abonos verdes por si solos no son la única vía para restaurar la fertilidad de los suelos, sino una forma de hacer un uso más eficiente de los recursos existentes al combinarse con otras alternativas de conservación y enriquecimiento de los suelos.

El uso de diferentes plantas como cultivos de cobertura/abonos verdes en sistemas agrícolas es un tema que ha tomado bastante auge en los últimos años.

La diseminación de especies, especialmente leguminosas como el *Mucuna* spp., *Dolichos lablab, Cannavalia ensiformes*, Alacin y *Phaseolus* spp, han sido determinantes en muchas regiones para mejorar las condiciones de los suelos y también para mantener o aumentar la productividad del maíz, frutales, hortalizas u otros cultivos.

Los beneficios de los cultivos de cobertura / abonos verdes se pueden clasificar en:

Efectos físicos: su principal efecto es el mejoramiento de la estructura del suelo ya que contribuye a la agregación de las partículas del suelo, aumenta la capacidad de retención del agua , mejora la infiltración y favorece la porosidad total y la aireación del suelo.

Efectos químicos: La fertilidad del suelo se ve beneficiada porque se aumenta el contenido de materia orgánica, debido a los aportes continuos de biomasa, se aumenta la capacidad de intercambio catiónico y se promueve el reciclaje y movilización de nutrientes.

Efectos biológicos: La actividad biológica de los suelos se incrementa a medida que se aumenta la materia orgánica y se mejoran las condiciones físicas y de humedad.

Efectos ambientales: las coberturas actúan como una capa aislante, atenuando la cantidad de calor y sus fluctuaciones, además la pérdida de agua en forma de vapor es más baja y se reduce la evaporación.

Efecto sobre la erosión del suelo: protegen el suelo del golpe de las gotas de lluvia evitando la dispersión de los agregados, se reduce el arrastre de partículas por escorrentía mejorando la infiltración, porque el agua llega al suelo en forma lenta.

Efectos alelopáticos: se define como alelopatía cualquier efecto dañino, directo o indirecto, de una planta sobre otra mediante la producción de componentes bioquímicos liberados al medio ambiente, su efecto depende de la sustancia aleloquímica en cuanto a calidad y cantidad como el control eficiente de malezas y de poblaciones de nemátodos por parte de crotalarias, *Mucuna* sp y *Cajanus* sp.

El uso inadecuado de los cultivos de cobertura también pueden presentar algunos inconvenientes:

- **Problemas fitosanitarios:** Liberación de sustancias fitotóxicas por la descomposición de residuos que pueden dañar raíces en algunos cultivos.
- **Quemas en la época de verano:** Se presenta riesgo de incendios, cuando se secan las coberturas.
- **Infiltración deficiente del agua:** Cuando la cobertura es de buen espesor en zonas secas impide el paso del agua.
- **Competencia:** Pueden llegar a presentar competencia con el cultivo principal o asociado; se requiere de un manejo adecuado para evitar que la cobertura se convierta en maleza.
- **Selección de la cobertura:** Seleccionar la especie de tal manera que no se presenten problemas de plagas y enfermedades deben ser de período vegetativo corto, de tal forma que se ajuste a usos de distintas maneras con los cultivos comerciales, haciendo mezclas de varias plantas para equilibrar el efecto de la fertilización, siendo la más aconsejada la formada por 50% de gramíneas, 30% de leguminosas y 20% de plantas de otras familias.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

3. METODOLOGIA

Este experimento se realizó en fincas de productores, en la región natural del valle de los ríos Chicamocha, Suárez y Fonce, y Montaña Santandereana, en cinco municipios de la Provincia de Guanentá, dos de la Provincia de García Rovira y dos de la Provincia Comunera, localizados en las zonas de vida bosque muy seco tropical, bosque seco premontano y bosque húmedo premontano, con temperaturas medias de 22 y 26°C y con altitudes entre 1100 y 1680 msnm, y precipitaciones entre 600 y 1400 mm, distribuidas bimodalmente en el año.

Los experimentos se establecieron con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos (400 m² 20 x 20): **T1**: monocultivo de frijol y/o maíz; **T2**: cultivo + malezas manejadas; **T3:** cultivo + cobertura de Mucuna spp., **T4**: cultivo + cobertura de Cannavalia y **T5:** cultivo + cobertura de Dolichos lablad y/o Crotalaria, sembradas en asociación, relevo o en rotación con los sistemas de producción frijol, maíz y/o tabaco.

Establecimiento y manejo del ensayo: La preparación del suelo se hizo en forma mecanizada al inicio de cada uno de los ciclos de producción, sin embargo, a partir del segundo semestre del 2002 cuando se inició el establecimiento de las coberturas la preparación se hizo en forma manual, y los controles de maleza necesarios con azadón.

La fertilización para frijol, maíz y tabaco así como el manejo del cultivo se realizó de acuerdo con la tecnología de producción recomendada en la región.

Las leguminosas se sembraron dentro de cada una las parcelas con las siguientes distancias (entre surcos y plantas) y forma de siembra:

1)	Mucuna o vitabosa:	0.50 m x 1.0 m	calle del maíz	2 granos / sitio
2)	Dolichos lablad:	0.50 m x 1.0 m	cajón del maíz	3 granos / sitio
3)	Cannavalia:	0.50 m x 1.0 m	calle del maíz	2 granos / sitio
4)	Crotalarias:	1.20 m	calle del maíz	chorrillo

En cada tratamiento con coberturas, se hizo un muestreo de 1 m², se tomó el peso fresco y peso seco con el propósito de determinar la producción de materia seca.

Las muestras de la cobertura se enviaron al laboratorio para determinar el porcentaje de nutrientes y observar el aporte de estos al suelo, es decir el incremento del contenido de materia orgánica y la fertilidad en general.

Durante el proceso de investigación se recopiló la siguiente información:

Antes de establecer los experimentos: Se tomaron muestras de suelos para análisis químico (completo), físico (densidad aparente, real, porosidad, conductividad, textura y estabilidad estructural) y biológicos (bacterias, hongos y actinomicetos), para poder establecer comparaciones y reportar cambios en la fertilidad de los suelos y en las propiedades del mismo por el efecto de los tratamientos.

En el período de establecimiento: **con relación a los cultivos**: germinación, número de plantas a la cosecha, rendimiento/ha, **con relación a las coberturas**: mediciones de producción de materia seca, % de cobertura y % de humedad, aporte de nutrientes; **con relación a las malezas:** principales arvenses que acompañan a los cultivos principales y caracterización de las mismas (nombre vulgar, científico y breve descripción de ellas)

En la fase final y basados en las variables tomadas en campo se realizaron los análisis de varianza (ANAVA), pruebas de comparación múltiple de Duncan para medias de los tratamientos así como los análisis de correlación entre algunas de estas variables.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Descripción de la Zona de Estudio y Ubicación de Experimentos

Las tres provincias se encuentran dentro de la región Natural Andina que comprende dos subregiones naturales: 1) **la Montaña Santandereana** en donde ubican los municipios de Enciso y San José de Miranda, con un relieve de quebrado a escarpado en donde el proceso de erosión y el socavamiento de los ríos han dado origen a este relieve y 2) **Valle de los ríos Chicamocha, Suárez y Fonce** en donde se ubican los municipios de Villanueva, Barichara, Valle de San José, Socorro, Palmas del Socorro, Aratoca y Pinchote.

La región se caracteriza por baja precipitación y nubosidad, consecuencia de la barrera natural de la serranía de los cobardes, la cual impide el flujo normal de los vientos húmedos provenientes del valle medio del río Magdalena, dejando expuesta la región a los rayos del sol durante gran parte del día, por lo que la zona está sometida a un alto brillo solar, con valores que fluctúan entre 2200 - 2600 horas de sol al año (Atlas Ambiental de Santander), definiendo la región como el principal núcleo solar del departamento y el segundo en la cordillera oriental, por lo tanto en la zona hay una alta evapotranspiración haciendo que se presente una tendencia hacia la aridez.

Las lluvias de acuerdo con el registro pluviométrico es de tipo bimodal, con dos períodos máximos en abril - mayo y septiembre- octubre y dos períodos secos junio- agosto y noviembre - marzo con precipitaciones de 664.8 y 776 mm/año en Villanueva. En la actualidad se presentan largos períodos secos con lluvias esporádicas de tipo torrencial que transportan gran cantidad de sedimentos, que han desarrollado graves procesos erosivos en la región.

La zonas de vida y formaciones vegetales de estos municipios corresponden al bosque seco premontano (bs-PM), bosque muy seco tropical (bms-T) y bosque húmedo premontano (bh-PM).

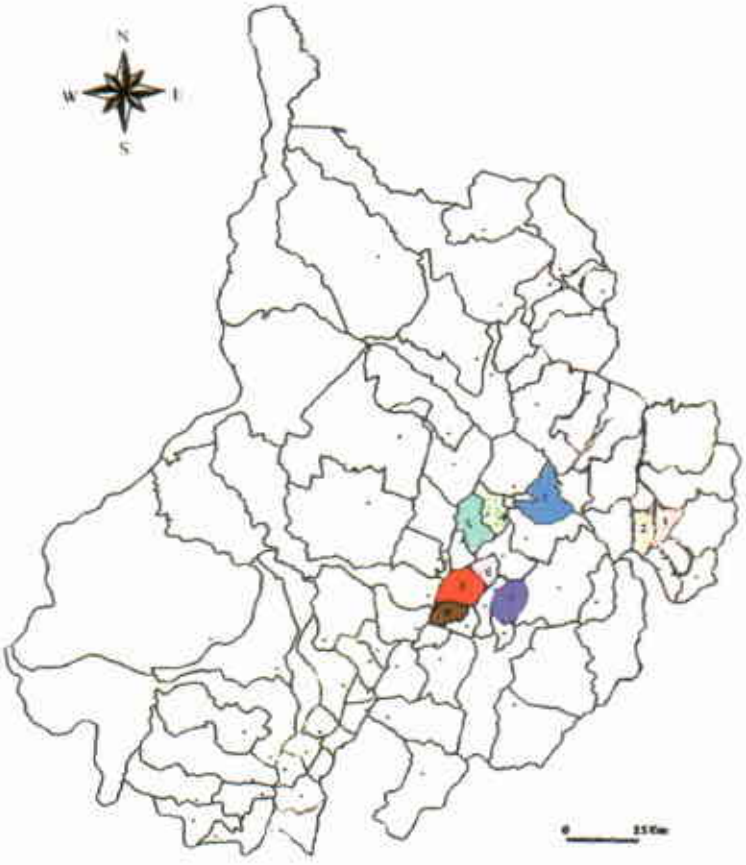
Geológicamente hay una gran distribución de rocas sedimentarias localizadas en las formaciones Jordán del período Triásico-Jurásico y la formaciones Rosa Blanca, Paja, Tablazo y Simití que corresponden al Cretáceo inferior, están compuestas principalmente por limolitas y areniscas de grano fino a muy fino, calizas gris oscura y lutitas negras.

Los suelos se encuentran distribuidos como Va, caracterizados por ser de clima cálido seco, en relieve quebrados a escarpados, moderadamente evolucionados, desaturados; suelos Vd en clima medio seco en relieve quebrado, poco a moderadamente evolucionados, de fertilidad baja y suelos de clima medio seco Vf, en relieves ondulados a quebrados, bien a moderadamente evolucionados (IGAC). Ubicados en las zonas agroecológicas Mc, Mf y Mg y Cx.

Los suelos son de colores rojizos a amarillentos, superficiales a moderadamente profundos, poco evolucionados clasificados como Ustropepts, Usthortents y Dystropepts. La fertilidad es baja a moderada caracterizada por presentar pH ácidos, bajos contenidos de materia orgánica, fósforo y de bases intercambiables.

En la Provincia de García Rovira, la zona estudio (San José de Miranda y Enciso) cuenta con suelos de color claro a pardo oscuro, drenaje rápido, contenidos medios de materia orgánica y potasio; se distinguen por la fuerte relación calcio-magnesio y posee cantidades aparentemente altas de fósforo, por lo regular poco disponible para las plantas.

El uso del suelo en monocultivo, principalmente de fríjol, tabaco, maíz y yuca así como praderas con bovinos de doble propósito y caprinos y grandes áreas en diferente estado de erosión (moderada a severa), limitan la productividad agrícola de la región.



PROVINCIA GARCIA ROVIRA	PROVINCIA GUANENTA	PROVINCIA COMUNERA
1 Enciso	3 Aratoca	8 Socorro
2 San José de Miranda	4 Villanueva	9 Palmas del Socorro
	5 Barichara	
	6 Pinchote	
	7 Valle San José	

Figura 1. Localización de los Municipios por Provincia en Santander

La especie en estos suelos, presenta un buen desarrollo con producciones de biomasa seca de 7891 kg/ha y adicionalmente, una tonelada de materia seca le está aportando, 40.3 kg de N, 4.4 kg de P, 3.8 kg de K, 16.1 kg de Ca y 2.1 kg de Mg.

No se recomienda como forraje porque en sus tejidos contiene el alcaloide monocrotalina, sustancia tóxica para el ganado. Es utilizada como cultivo de rotación e intercalada al relevo con cultivos anuales de cereales, maíz, yuca y caña y se puede intercalar con cultivos perennes; su tallo puede ser utilizado en la industria del papel. (Navas, G.; Bernal, J. 1999)

Crotalaria juncea (Socorro)

Semillas Crotalaria (Aratoca)

CROTALARIA OCHROLEUCA: Nombre común: Crotalaria ochroleuca
Nombre científico: *Crotalaria ochroleuca* G.
Origen: Africa

Planta arbustiva anual, con 8 a 12 ramas, de 36 a 50 nudos y con una altura que fluctúa entre 160 y 168 cm; de crecimiento inicial rápido que le confiere mayor competitividad y/o un efecto alelopáticos sobre las malezas.

Es de clima tropical y subtropical, tolerante a la sequía, se comporta bien en los suelos arcillosos, arenosos y franco arcillosos y en suelos moderadamente ácidos y neutros y de baja fertilidad y/o degradados. *Crotalaria ochroleuca* no contiene toxinas en tallo ni hojas por lo que puede ser utilizada como forraje para el ganado o para ensilaje.

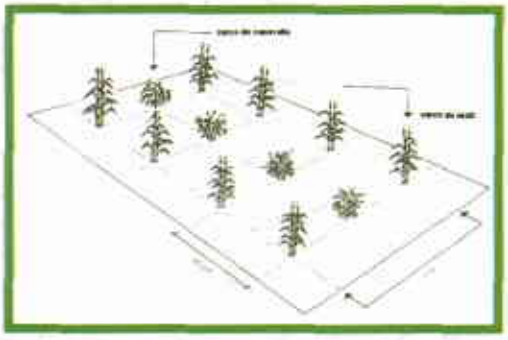
Presenta un buen desarrollo en estos suelos con producciones de biomasa seca de 1316 kg/ha, de acuerdo con los resultados de los análisis químicos por cada 1000 Kg/hectárea de materia seca se aportan al suelo 34.9 kg de N, 1.73kg de P, 4.28 kg de K y 5.8 kg de Ca y 1.43 kg de Mg.

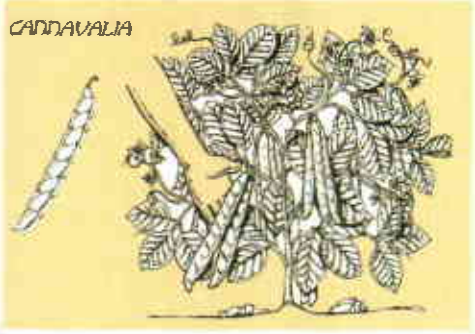
CANAVALIA: Nombre común: Canavalia, frijol burro, frijol Jack, frijol de playa, frijol mata arrieras, frijol machete
Nombre científico: *Cannavalia ensiformes (L) DC*
Origen: *México, Brasil, Perú y las Indias Occidentales*

Es ampliamente sembrado en las zonas tropicales como abono verde y cobertura del suelo para prevenir la erosión y como ensilaje para el ganado. Planta anual arbustiva, de porte erecto, rústica y de crecimiento y ciclo vegetativo de 120 a 150 días. El sistema radicular es pivotante alcanzando una profundidad de 72 cm, localizándose el 82% de sus raíces entre los 15 y 30 cm de profundidad.

Cannavalia es relativamente resistente a la sequía, a suelos ácidos con pH entre 5 y 6 y con bajos contenidos de fósforo. Su crecimiento es adecuado en zonas cuya precipitación se encuentre entre los 900 mm a 2.400 mm anuales, temperaturas de 15 a 30°C y altitudes desde el nivel del mar hasta 1.800 m. La planta crece mejor a pleno sol, aunque también crece y produce en la sombra, asociado con cítricos, cacao, café, caña, coco y piña.

La especie presenta un buen desarrollo en estos suelos con producciones de biomasa seca de 1331 kg/ha, aportando al suelo por cada 1000 Kg/hectárea de materia seca 27.5 kg de N, 3.0 kg de P, 7.1 kg de K y 12.8 kg de Ca y 1.7 kg de Mg.





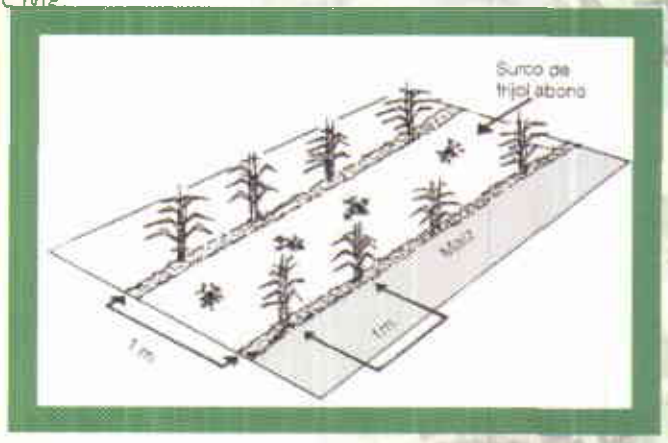
MUCUNA: Nombre común: Mucuna, Vitabosa, frijol terciopelo, nescafé, frijol abono
Nombre científico: *Stizolobium deeringianum*
Origen: Sur de Asia o Malasia

Leguminosa de hábito de crecimiento voluble, con tallos delgados de 3 a 18 m de longitud, hojas grandes; crece desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1600 m de altitud. Se adapta a suelos bien drenados, de arenoso hasta arcilloso, con pH entre 4.5 y 7.5, en zonas con temperaturas entre 18.7 y 30°C y una precipitación promedio entre 380 y 3.150 mm/año.

Su producción es óptima en suelos franco arenosos ácidos (pH entre 5 y 6.5). Especie

agresiva, excelente en rotación con cereales para cobertura del suelo y como abono verde, se puede sembrar intercalado 20-30 días después del maíz y podar cuando se trepe mucho; con alta producción de biomasa seca con 2.167 kg/ha y al suelo por cada tonelada/hectárea de materia seca le está aportando al suelo 37.2 kg de N, 2.3 kg de P, 7.7 kg de K y 5.2 kg de Ca y 1.75 kg de Mg.

MUCUNA O VITABOSA

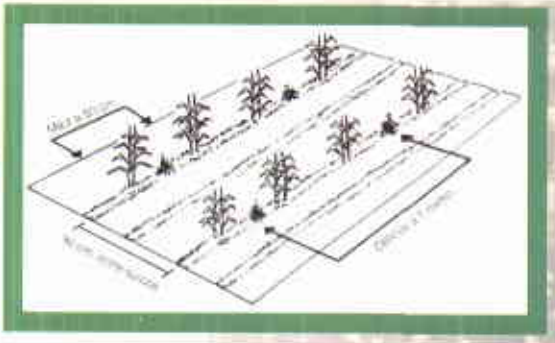


DOLICHOS: Nombre común: Dólicos, fríjol caballero, garbanzo, cartagenas
Nombre científico: *Dolichos lablab*
Origen: Asia, India

Leguminosa que crece como anual o bianual en las formas arbustiva y trepadora, de aproximadamente 5-6 meses, forma coberturas densas. Crece y se desarrolla en alturas bajas a medianas desde el nivel del mar hasta los 1500 m, requiere precipitaciones anuales relativamente bajas de 600 a 1200 mm, se adapta bien a temperaturas cálidas y dependiendo de la variedad tolera bien los períodos de sequía; se adapta a suelos pobres, con poco contenido de fósforo, con pH de 4.5 a 7.8.

Dolichos tiene ciertas ventajas sobre otras leguminosas empleadas con fines de abono verde o cultivo de cobertura, es mucho más tolerante a condiciones de sequía, suelos arcillosos pesados, y es más palatable para el ganado, además, tiene un alto contenido de proteína en el follaje verde (14.2%). Utilizado intercalado al tiempo o 10-15 días después del maíz, controla las malezas tan bien como el frijol terciopelo (Mucuna) pero de más fácil manejo por su desarrollo menos agresivo, puede tener ataque de insectos en el follaje.

frijol Dolichos



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

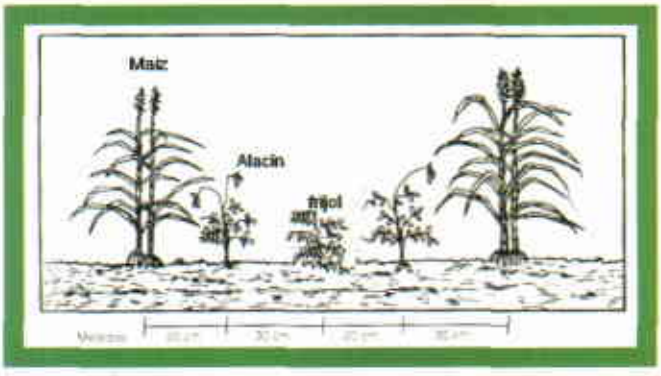
ALACIN: Nombre común: alacín
Nombre científico: *Vigna unguiculata*
Origen: Asia, India

Leguminosa rastrera, a veces trepadora con ciclos de 120 a 150 días. Adaptado a precipitación baja y mediana, con alturas bajas hasta 1000 msnm; tolera bien períodos de sequía cortos y medianos de 15-40 días.

Se adapta a suelos con textura arenosa -franca a arcillosa, con pH ácido a neutro y suelos de fertilidad baja a moderada. Los rendimientos de materia seca de las vignas puede estar entre 2 y 6 toneladas/ha/año, dependiendo de las condiciones de precipitación y *suelos de la zona.*

El frijol crea una cobertura que ayuda en el control de malezas, conservación de humedad y además aporta elementos al suelo provenientes de su follaje y de la fijación de nitrógeno que puede ser mayor a 150 kg de N/ha y que la mayoría de especies de esta leguminosa nodulan con especies nativas de Rhizobium el suelo.

Se puede sembrar en rotación con cereales y con maíz o sorgo a los 15-20 días antes de la cosecha del mismo.



4.3. Porcentaje de Materia Seca y Contenido de Humedad de las Coberturas Vegetales

En la provincia de García Rovira, *Mucuna* sp y *C. ochroleuca* presentan un contenido de humedad promedio cercano al 75%, lo que resulta positivo para mantener la vida de los meso y microorganismos allí existentes.

Por otro lado, *Crotalaria juncea* tiene cerca del 70% de humedad y 30% materia seca la cual fue superior en desarrollo a las dos coberturas mencionadas en principio (Tabla 2), aspecto que puede influir definitivamente sobre la calidad del sustrato que se dispondrá sobre el suelo para ser transformado.

Tabla 2. Porcentajes de humedad y de materia seca en coberturas evaluadas en la Provincia de García Rovira, Santander

Localidad	*Mucuna sp.*		*Crotalaria ochroleuca*		*Crotalaria juncea*		Alacin		Caupi ICA Menegua	
	Humedad	M.S.	Humedad	M.S.	Humedad	M.S.	Humedad	M.S.	Humedad	M.S.
Enciso - Arsenal	73.0	27.0	-	-	76.1	23.9	85.1	14.9	84.8	15.2
Enciso - Mosgua	81.7	18.3	79.1	20.9	73.7	26.3	-		-	
Miranda-Espinal	81.9	18.1	74.1	25.8	65.3	34.7	-		-	
Miranda-Tierra blanca	63.2	36.8	71.1	28.9	61.3	38.7	-		-	
PROMEDIO	74.9	25.0	74.7	25.2	69.1	30.9	85.1	14.9	84.8	15.2

En general, las leguminosas sembradas en la Provincia de García Rovira tuvieron una baja adaptación, la cual se vio reflejado en su baja producción de biomasa, posiblemente ocasionadas por los niveles de pH del suelo en estas localidades, ya que la literatura reporta producciones entre 5 a 12 toneladas/ha con rangos de pH de 5 y 6.5 y los suelos en estas zonas tienen pH básicos y alcalinos. *Mucuna sp* y *Crotalaria juncea*, presentaron los mayores aportes promedio de materia seca con 1302 y 1314 kg/ha M.S. respectivamente en Arsenal y Espinal, (Figura 2).

En cuanto al contenido de elementos nutritivos en las leguminosas, el porcentaje de nitrógeno foliar supera los rangos satisfactorios (2.4 – 2.9%) propuestos en Castro (1997), lo que indica una disponibilidad adecuada en el tejido, que además de recibir nitrógeno extra, a partir de la fijación propia de la leguminosa, puede hacer aportes significativos para el cultivo siguiente. El porcentaje de fósforo (Tabla 3), en las cuatro localidades es alto y se encuentra por encima de los parámetros establecidos.

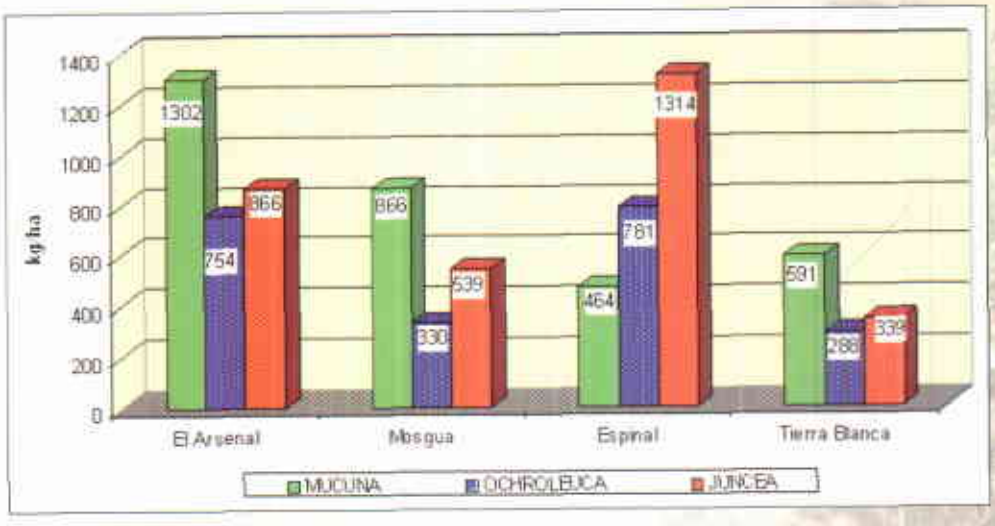


Figura 2. Materia seca (kg/ha) Coberturas García Rovira

La importancia de las coberturas para los cultivos no leguminosos radica en que los primeros pueden hacer aportes significativos de nitrógeno fijado como producto de su descomposición que estará disponible para el cultivo siguiente. En general, la fertilidad de estos suelos se puede ver beneficiada por el aporte de nitrógeno, que en

el caso de la provincia de García Rovira es mayor con *Crotalaria ochroleuca* con 47.2 kg/ha (1000 kg de materia seca), seguido del Mucuna con 45.8 kg/ha y en último lugar, el frijol Alacín con 31 kg.

Aunque los aportes del fósforo, potasio y magnesio son bajos, en suelos donde estos elementos son limitantes pueden, en parte, contribuir a mejorar su nivel en el suelo, pero estos niveles para los diferentes nutrientes pueden variar en cuanto a la especie, variedad y lugar en donde se estén desarrollando. (Tabla 3)

Tabla 3. Contenido y aporte de nutrientes (toneladas/ha de materia seca) Provincia García Rovira

LOCALIDAD/ LEGUMINOSA	N	P	K	Ca	Mg
	Ton/ha				
Mucuna sp	45.8	4.95	6.58	10.8	2.15
Crotalaria juncea	40.3	4.5	3.8	16.2	2.2
Crotalaria ochroleuca	47.2	4.9	8.6	11.1	2.9
Alacín	31.0	4.1	3.6	13.0	3.5
Promedio	**41.1**	**4.6**	**5.6**	**12.7**	**2.7**

En la Provincia Guanentá y Comunera, el comportamiento de las leguminosas es muy similar al encontrado en la Provincia de García Rovira, en donde el mayor porcentaje de humedad se observa en el mucuna o vitabosa (75%) y cannavalia (74%), característica bien importante por la humedad que pueden proporcionar al suelo, para el desarrollo de la microbiota del mismo y, también, considerando las condiciones climáticas de estas regiones, es un indicio que pueden conservarse en ambientes desfavorables, como la sequía, la escasa fertilidad y la elevada acidez de los suelos, factores que son comunes en estos suelos (Figura 3).

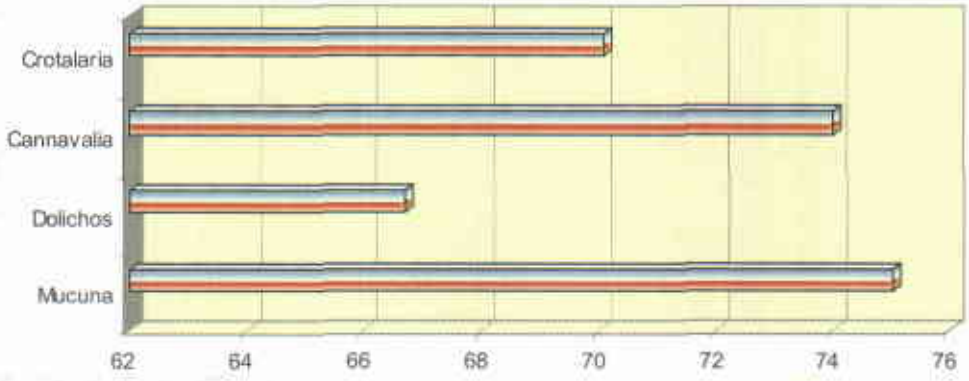


Figura 3. Contenido de humedad (%) leguminosas

La cantidad de biomasa que aporta cada una de las leguminosas es muy variable y puede ser ocasionada por la escasa precipitación en algunos de los municipios y por zonas con alturas superiores a los 1800 msnm (Aratoca), en donde el desarrollo de las mismas es muy deficiente.

La Crotalaria es la cobertura que presenta el mayor contenido de materia seca con 7.891 kg/hectárea, cantidad relativamente abundante cuando se sabe que es una eficiente fuente de nitrógeno para el suelo; le sigue el mucuna o vitabosa con 2167 kg de M.S./ha (proporción que puede ser considerada importante para las condiciones edafoclimáticas de la región.

Aunque la literatura reporta valores más altos de la misma), el frijol Dolichos, presenta una cantidad muy baja de materia seca (668 kg/ha), posiblemente por el ataque continuo de insectos perforadores de follaje y su menor porcentaje de humedad (66.75%), que lo hace poco resistente a condiciones drásticas del clima. (Tabla 4).

Establecimiento coberturas C. I. El Arsenal - García Rovira

Los cultivos de cobertura deben ser densos, suculentos, de gran masa vegetal, tolerantes a las condiciones del medio, de fácil erradicación, poco fibrosos y de descomposición rápida, la producción de biomasa de las mismas (% de cubrimiento), se llevó a cabo a los 120 y 180 días después de la siembra, los resultados indican que mucuna presenta un cubrimiento del 40% y a los seis meses alcanza valores hasta del 80%, siendo una alternativa promisoria para el manejo de estos suelos.

En *Dolichos labalb*, su cubrimiento inicial es lento, pero una vez establecido alcanza valores hasta del 60%, además es una leguminosa que es susceptible al ataque de comedores del follaje y no tolera bien los períodos largos de sequía, pero se adapta bien a suelos de baja fertilidad con pH ácidos (Tabla 5).

Tabla 4. Materia seca en Kilogramos por hectárea de cuatro leguminosas evaluadas en la Provincia Guanentá y Comunera

Municipio - Vereda		*Mucuna sp.*	*Dolichos lablab**	*Cannavalia ensifomes*	*Crotalaria sp*
Villanueva –	Choro Alto	1058	616	670	
	Choro bajo	1430	726	2290	
Barichara -	Llano	850	714	1183	
	Guayabal	1058	616	670	
Aratoca -	La toma	564		356	367
	Clavellinas	1131		849	2588
Pinchote -	Llano Grande	1084		531	8760
Valle S. José -	Medios	587		563	
-	San Isidro	1531		1045	
Socorro -	Bariri	4890		2000	13500
-	La Honda	900		1500	3125
Palmas	Pavas	6500		4400	16400
	Pozo Azul	6590		1250	10500
PROMEDIO		**2167**	**668**	**1331**	**7891**

* El Dolichos lablab solamente se sembró en Villanueva y Barichara

Tabla 5. Cobertura (%) de las cuatro leguminosas evaluadas en la Provincia Guanentá y Comunera

MUNICIPIO - VEREDA		TIPOS DE LEGUMINOSA							
		MUCUNA sp		DOLICHOS LABLAB		CANAVALIA ENSIFORMIS		CROTALARIA SP	
		120 dias	*180 dias*	*120 dias*	*180 dias*	*120 dias*	*180 dias*	*120 dias*	*180 dias*
Villanueva	Choro Alto	45	80	25	60	20	65		
	Choro bajo	45	100	25	65	20	65		
Barichara -	Llano	50	100	20	65	18	70	5	25
	Guayabal	100	85	25	70	20	70	4	
Aratoca -	La toma	45	80			20	60	5	70
	Clavellinas	40	80			65	65	20	30
Pinchote	Llano Grande	50	95			10	35	80	35
Valle S José -	Medios	45	45			20	35		
-	San Isidro	40	80			25	35		
Socorro **	Bariri	100	40			10	50	30	25
	La Honda	15	25			30	45	95	95
Palmas **	Pavas	100	15			30	65	95	35
	Pozo Azul	100	25			35	60	95	25

* En estos municipios para la siembra del maíz se podaron las coberturas dejándolas sobre la superficie del terreno. Los porcentajes reportados a los 180 días corresponden a la recuperación de las mismas.

En cuanto al contenido de elementos nutritivos (Figura 4), aunque algunas de las leguminosas se encontraban aún pequeñas y por tanto los rendimientos y aportes de nutrientes no son los esperados en estas especies.

Mucuna y cannavalia tienen mejor comportamiento en cuanto al contenido de nitrógeno (37 y 41 kg/ha); calcio (10 y 13 kg/ha). Por el contrario, crotalaria reporta 2 kg más de potasio que las otras coberturas en estudio, se encontraron 4 kg de fósforo en mucuna y dolichos. Las cuatro coberturas muestran un contenido de magnesio del 2% que es importante para ayudar a mejorar la nutrición de los cultivos establecidos en cada una de ellas.

Aunque todas estas leguminosas toleran un rango amplio de suelos, desde arenosos hasta franco arcillosos, con fertilidad baja a moderada, pH de 4.5 a 7.0 y bajos contenidos de fósforo, los resultados preliminares fueron positivos.

Se puede deducir que para mantener y recuperar las propiedades de estos suelos, se debe fomentar el uso periódico y sostenido de coberturas vegetales y materia orgánica, realizar la implementación de labranza conservacionista que incluye control biológico (MIP), fertilización orgánica, rotación de cultivos y una mínima preparación del suelo.

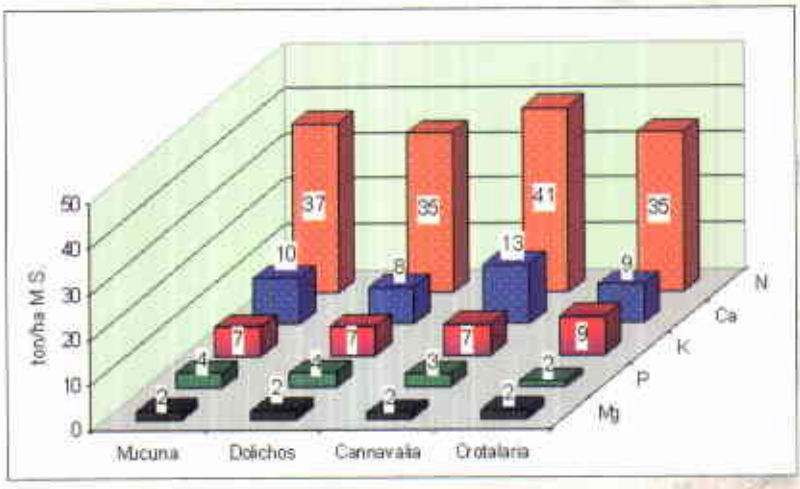


Figura 4. Aportes de nutrientes cobertura vegetales
Provincia Guanentá y Comunera

4.4 Evaluación del Efecto de las Coberturas Sobre la Fertilidad del Suelo

Las propiedades químicas del suelo están muy relacionadas con su fertilidad, por lo tanto, los factores edáficos en complemento con los factores climáticos y bióticos son los que afectan la producción agrícola y por ende los rendimientos de los cultivos.

Con el aporte continúo de biomasa, el nivel de fertilidad del suelo se mejora, en especial debido al incremento de nitrógeno además de aumentar la capacidad de intercambio catiónico y se promueve el reciclaje de nutrientes haciéndolos aprovechables para el cultivo principal.

Los valores de pH en las cuatro localidades de la Provincia de García Rovira, se consideran casi neutros y alcalinos, con valores entre 6.8 y 8.6, que se mantienen con leves incrementos en las muestras parciales y finales tomadas en cada uno de los tratamientos.

El contenido inicial de materia orgánica fue de 7.3% en El Arsenal, mostrando una pérdida amplia de este componente en todos los tratamientos, con valores que oscilan entre 3.2 y 3.9%, ocasionada por la alta mineralización de la misma en condiciones de altas temperaturas y escasa precipitación.(Tabla 6).

En Tierrablanca, se observa que de acuerdo con el sistema de uso la materia orgánica tiende a mantenerse y se incrementa ligeramente para el tratamiento convencional. (Tablas 6 y 7).

Tabla 6. Evaluación del contenido nutricional del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la Provincia de García Rovira, Santander

ENCISO El ARSENAL	pH	M O %	P Mg kg^{-1}	S	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
					Cmol (+) kg					mg Kg^{-1}				
Estado inicial	7 2	7 3	137	6	11 5	0 9	0 25	0 1	12 8	4	1 1	6 3	2 7	0 20
A los 22 meses con														
Mucuna	7 1	3 9	119	8	6 8	1 3	0 31	0 2	8 6	14	0 1	0 6	1 0	0 30
Crotalaria Ochroleu	7 5	3 3	99	7	5 4	0 7	0 13	0 2	6 6	6	0 1	0 1	1 1	0 27
Crotalaria Juncea	7 6	3 3	91	6	5 3	0 9	0 11	0 1	6 5	5	0 1	0 5	1 0	0 42
Malezas manejadas	7 6	3 7	128	27	4 7	0 8	0 22	0 1	5 8	9	0 1	0 5	1 2	0 37
Frijol y/o maiz	8 0	3 2	45	2	6 2	0 7	0 11	0 1	7 2	4	0 1	0 4	1 1	0 12

Laboratorio: Química de suelos. Tibaitatá. Corpoica

La disponibilidad de fósforo evaluada, muestra valores altos en tres de las cuatro localidades, con pH que oscilan entre 6.5 y 7.5, en donde este elemento presenta su mayor disponibilidad y la mayor mineralización de compuestos de fósforo orgánico y mineral.

En la vereda Tierrablanca del municipio de San José de Miranda se presentan valores de pH superiores a 8.0, se forman compuestos insolubles a partir de calcio y se disminuye el contenido de fósforo, pero de alguna manera el aporte de este elemento que pueden hacer la Vitabosa, *Crotalaria juncea* y *Crotalaria ochroleuca*, puede ayudar a mantener los niveles del elemento.

El potasio es un elemento que aumenta la solubilidad a pH entre 7 y 8.5, por lo cual el nivel del potasio en estas localidades se considera entre medio y alto.

En el Arsenal se incrementó su valor en el tratamiento con mucuna pasando de 0.25 a 0.31 cmol/kg y una disminución en los tratamientos de Frijol//maíz y Crotalaria que se

pierde por lixiviación y extracción del cultivo acompañante; la tendencia es una marcada disminución de este elemento, presentándose los menores contenidos en Tierra blanca con valores de 0.15 cmol/kg. (Tabla 7).

Los resultados de capacidad de intercambio cantionico (C.I.C.) indican, en el estado inicial del suelo, valores medios en el Arsenal (12.8 cmol/kg), Mosgua (13.9 cmol/kg), y Tierra Blanca (17,1 cmol/kg) y altos para el Espinal (22.8 cmol/kg).

De acuerdo con el manejo de los suelos, este valor en todos los tratamientos ha tenido una marcada disminución ocasionada porque las base del suelo calcio, potasio y magnesio presentaron en general una reducción de sus contenidos en los suelos de las cuatro fincas evaluadas.

Tabla 7. Evaluación del contenido nutricional del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la Provincia de García Rovira, Santander

S. JOSE DE MIRANDA TIERRA BLANCA	pH	M O %	P	S	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
			Mg kg^{-1}		Cmol (+) kg					mg Kg^{-1}				
Estado inicial	7 9	1 8	3	15	16 3	0 5	0 25	0 1	17 1	20	1 6	5 4	0 7	0 69
A los 22 meses con														
Mucuna	8 7	1 8	0	5	7 7	0 3	0 17	0 2	8 3	4	0 5	0 3	0 7	0 38
Crotalaria Ochroleuca	8 6	1 9	ND	4	7 6	0 3	0 16	0 1	8 2	4	0 5	0 3	0 7	0 18
Crotalaria Juncea	8 5	1 9	ND	4	7 7	0 2	0 15	0 1	8 3	4	0 5	0 4	0 6	0 42
Malezas manejadas	8 4	1 9	ND	23	7 8	0 4	0 27	0 1	8 5	3	0 5	0 3	0 7	0 42
Frijol y/o maíz	8 4	2 3	ND	24	7 7	0 4	0 27	0 1	8 6	3	0 6	0 4	0 8	0 37

Laboratorio: Química de suelos. Tibaitatá. Corpoica

Respecto a los elementos menores para la localidad del Arsenal, la cobertura con mucuna ofrece un incremento sustancial en el contenido de hierro, en más de 10 mgk^{-1} que puede ser negativo para la fertilidad del suelo y la sanidad de la planta. Elementos como Cu, Mn y Zn presentan un balance negativo; por el contrario, el boro se incrementó en las cuatro modalidades de cobertura lo que puede ser positivo si se conocen las deficiencias de este elemento en la zona.

El balance de elementos menores para la vereda Tierrablanca fue negativo a excepción del zinc que se mantuvo muy cerca del contenido inicial con las cuatro coberturas en estudio. En la Provincia de Guanentá, el pH en las localidades de Aratoca (Clavellinas y San Carlos), y Barichara (Llano y Guayabal), es fuertemente ácido, lo que dificulta que las plantas tomen el nitrógeno y el fósforo que hay en el suelo, siendo baja también la disponibilidad de las bases del suelo.

La tendencia general del pH es de presentar una mayor acidificación del suelo pues en todas las localidades que se evaluaron se registraron disminuciones en estos valores (entre 4.0 y 4.5), en cada uno de los tratamientos (Tabla 8), siendo igualmente un limitante para la nutrición y desarrollo de las plantas.

Aunque las coberturas vegetales que se evaluaron, generalmente se comportan bien en pH ácidos, los bajos niveles encontrados en estos suelos han sido la causa del escaso desarrollo de las coberturas.

Tabla 8. Evaluación del contenido nutricional del suelo en función del sistema de uso en la Provincia de Guanentá, Santander

ARATOCA CLAVELLINAS	pH	M O %	P	S	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
			mg kg^{-1}		Cmol (+) kg						mg Kg^{-1}				
Estado inicial	4 9	2 2	13	10	0 5	1 4	0 3	0 36	0 1	2 8	550	0 7	3 2	0 9	0 06
A los 22 meses con															
Frijol y/o maíz	4 3	2 3	20	5	0 5	0 9	0 1	0 11	0 2	2 1	69	0 3	1 9	0 3	0 36
Malezas manejadas	4 3	2 3	15	6	0 5	0 8	0 1	0 11	0 3	2 0	81	0 4	1 9	0 5	0 27
Mucuna sp	4 4	2 1	10	4	0 8	0 6	0 1	0 07	0 3	2 0	58	0 3	1 5	0 3	0 20
Cannavalia	4 5	2 4	12	3	0 5	0 8	0 1	0 10	0 2	2 1	45	0 3	1 5	0 2	0 07
Crotalaria	4 4	2 2	11	3	0 9	0 7	0 1	0 15	0 2	2 1	54	0 3	1 4	0 3	0 26

Laboratorio: Química de suelos Tibaitatá. Corpoica

La disponibilidad del nitrógeno depende de la actividad biológica, la cual es mucho mayor a pH cercanos a la neutralidad en donde las bacterias pueden desarrollarse mejor, la caracterización química de los suelos en estudio, muestra bajos contenidos de **materia orgánica**, y en general de los nutrientes; aspectos estos que permiten catalogarlos como suelos de fertilidad baja, por ello el manejo de la fertilización ha sido la incorporación de materia orgánica que ayude a mejorar sus cantidades en el suelo y así disminuir el efecto de una alta mineralización ocasionada principalmente por las altas temperaturas, la escasa precipitación y el excesivo uso del suelo sin descanso (Tabla 9).

Un análisis final de los resultados muestra que en los municipios de Villanueva, Aratoca, Valle San José y Barichara, la cantidad de materia orgánica tiende a disminuir con respecto al inicial, mientras en los otros municipios de mantiene con incrementos leves en sus valores.

Tabla 9. Evaluación del contenido nutricional del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia de Guanentá, Santander

BARICHARA LLANO	pH	M O %	P	S	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
			mg kg^{-1}		Cmol (+) kg						mg Kg^{-1}				
Estado inicial	5 4	1 5	8	8	0 2	2 2	0 3	0 20	0 1	3 0	230	0 6	1 3	0 8	0 22
A los 22 meses con															
Frijol y/o maíz	4 5	1 8	7	5	0 9	2 0	0 2	0 09	0 3	4 1	17	0 3	2 9	0 2	0 40
Malezas manejadas	4 5	1 8	7	7	0 8	1 7	0 3	0 13	0 3	3 7	8	0 3	5 0	0 2	0 23
Dolichos lablab	5 5	1 7	8	6	0 0	3 2	0 3	0 10	0 2	4 3	12	0 3	4 0	0 2	0 08
Cannavalia	4 8	1 4	7	2	0 7	2 3	0 2	0 10	0 2	3 8	17	0 5	3 2	0 4	0 13
Mucuna	4 7	1 7	12	4	0 7	2 4	0 4	0 14	0 2	4 2	12	0 3	4 4	0 2	0 63

Laboratorio: Química de suelos. Tibaitatá. Corpoica

El elemento más limitante en estos suelos es el fósforo disponible que es muy bajo (Tabla 8), con estimaciones menores de 15mg/kg y en algunas localidades, su cantidad no es detectable.

Estos niveles en parte pueden ser ocasionados principalmente por la baja acidez del suelo que precipitan el fósforo en forma de compuestos insolubles, que no son aprovechables por las plantas. En los cinco municipios de la provincia de Guanentá, la tendencia de este elemento tiene un marcado crecimiento en comparación con el suelo inicial después de tres semestres de evaluación con incrementos que oscilan entre 15 y 35 mg/kg.

Se observa también que en Pinchote, Aratoca (San Carlos), Villanueva, Valle (San

Isidro) y Barichara los valores más altos de este elemento corresponden al tratamiento con Mucuna.

La capacidad de intercambio catiónico está asociada a la textura, el tipo de arcilla y el contenido de M. O., un suelo que presente una CIC alta está relacionado con una alta saturación de bases, que indica una gran capacidad para suministrar Ca, Mg y K para las plantas.

Los suelos presentan una baja concentración de bases intercambiables, característica muy común en suelos con pH muy ácidos en donde predominan las cargas positivas, los bajos contenidos de materia orgánica y donde la presencia de aluminio es capaz de causar daños a las raíces e impedir o interferir en la disponibilidad de las bases calcio , magnesio y potasio, cuyos valores son menores con respecto al valor inicial.

Sin embargo, observando la tendencia (Figura 5), de estos valores hay un incremento de la CIC en los municipios de Villanueva –Choro Alto (2.5 inicial pasó a 3.5 cmol/kg en el tratamiento con mucuna), Aratoca - San Carlos (3.0 inicial pasó a 3.4 cmol/kg en el tratamiento con crotalaria), Valle de San José-Medios (5.5 inicial pasó a 8.3 cmol/kg en el tratamiento con cannavalia), Barichara (de 3.0 y 3,2 cmol/kg inicial pasó a 4.2 y 4.8 en el tratamiento con mucuna) y Pinchote con los mayores valores en mucuna.

En las demás localidades la capacidad de intercambio catiónico presenta valores más bajos con respecto al análisis inicial del suelo.

Los niveles generales de boro son de bajos (< 0.20 ppm) a medios (0.26 ppm). Los contenidos de hierro son altos, y los niveles de Cu, Mn y Zn en general son bajos.

Un análisis general de los resultados finales muestra una tendencia a disminuir en los contenidos de hierro, cobre, manganeso y zinc, mientras que el contenido de boro tiende a aumentar en todas las localidades.

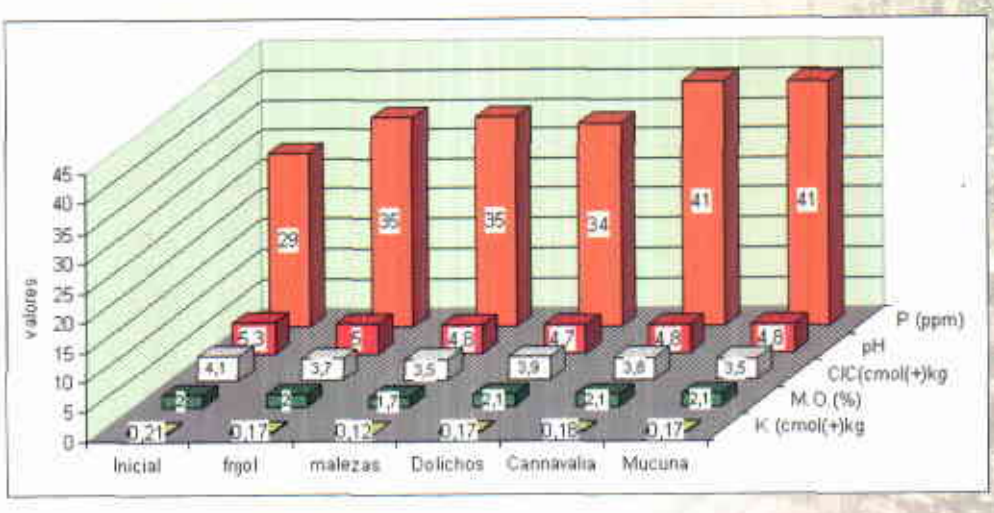


Figura 5. Evaluación contenido nutricional del suelo Municipio de Villanueva Santander

En la provincia comunera, en los municipios de Socorro veredas Barirí y la Honda y Palmas del Socorro veredas Pavas y Pozo Azul, el pH inicial del suelo es extremadamente ácido con valores menores de 4.8 en todas las veredas y con una tendencia a aumentarse, presentándose valores más bajos de pH en Socorro-La Honda, Barirí y Palmas-Pavas, con valores de 4.0 y 4,1 respectivamente.

El contenido inicial de M.O. es bajo para la localidad de Socorro vereda Barirí (2.6%) y Palmas vereda Pavas (2.8%), después de 18 meses de evaluación los contenidos se incrementaron observándose los valores más altos en el tratamiento con Mucuna que paso de 2.8 a 3.7% en Pavas.

Para las localidades de Socorro, La Honda y Palmas Pozo Azul se encontró un contenido medio de materia orgánica, con un aumento de la misma en los análisis finales, debido al aporte de la fertilización, incorporación de residuos de cosecha y al manejo del suelo en la preparación del mismo.(Tabla 10).

Tabla 10. Evaluación del contenido nutricional del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia Comunera, Santander

SOCORRO LA HONDA	pH	M O %	P	S	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
			mg kg^{-1}		Cmol (+) kg						mg Kg^{-1}				
Estado inicial	4 6	4 7	4	10	2 4	0 5	0 2	0 18	0 1	3 7	430	0 6	1 8	0 9	0 12
A los 22 meses con:															
Frijol y/o maíz	4 0	4 7	9	17	2 2	0 5	0 1	0 11	0 3	4 8	303	0 5	2 4	0 7	0 31
Malezas manejadas	4 0	4 9	10	11	2 4	0 3	0 1	0 13	0 2	4 7	274	2 3	2 2	10	0 47
Crotalaria	4 1	4 1	8	10	1 9	0 8	0 1	0 09	0 2	4 5	258	0 5	2 2	7 2	0 49
Mucuna	4 1	4 7	9	10	2 3	0 5	0 1	0 11	0 2	4 7	220	0 5	2 3	7 2	0 23
Cannavalia	4 0	4 9	16	14	2 0	0 8	0 1	0 09	0 2	4 7	310	0 5	2 4	0 6	0 31

Laboratorio: Química de suelos Tibaitatá Corpoica

El contenido inicial de fósforo es el reflejo de la influencia del pH, en todas las localidades su contenido fue bajo con valores menores de 15 mg.kg^{-1}, con el tiempo, este elemento tuvo pequeños incrementos que no alcanzaron a superar el rango de bajo, sin embargo, los valores más altos se lograron con el tratamiento de malezas manejadas.

Los contenidos de potasio, variaron ampliamente en todos las localidades, con valores medios en Socorro Barirí y la Honda y en Palmas Pavas (0.26, 0.18 y 0.18 cmol/kg, respectivamente) y menor en Pozo Azul con 0.14 cmol/kg.

Se presentaron incrementos en su contenido en la vereda Pozo Azul en el tratamiento con crotalaria que alcanzó valores de 0.24 cmol/kg; en las demás localidades este elemento disminuyó notoriamente, en parte por la acidificación de los suelos (ph < 4.1) y por la continua percolación de los suelos en esta región. (Tabla 11).

Tabla 11. Evaluación del contenido nutricional del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia Comunera, Santander

PALMAS POZO AZUL	pH	M.O %	P mg kg^{-1}	S	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
					Cmol (+) kg						mg Kg^{-1}				
Estado inicial	4.4	3.1	ND	7	1.7	1.0	0.1	0.14	0.1	3.4	590	0.5	1.4	0.9	0.21
A los 22 meses con															
Frijol y/o maiz	4.4	3.4	20	7	1.2	0.7	0.1	0.16	0.2	2.9	64	0.5	1.4	0.4	0.43
Malezas manejadas	4.4	3.0	6	9	1.2	0.3	0.1	0.11	0.2	3.7	94	0.4	1.6	0.4	0.40
Crotalaria	4.5	3.6	13	9	0.8	0.8	0.1	0.24	0.2	2.9	97	0.4	2.4	0.7	0.50
Mucuna	4.4	2.0	9	7	1.0	0.4	0.1	0.14	0.1	2.5	95	0.4	1.6	0.6	0.43
Cannavalia	4.5	3.2	6	8	1.1	0.5	0.1	0.13	0.1	2.7	59	0.4	1.2	0.3	0.86

Laboratorio: Química de suelos. Tibaitatá. Corpoica

4.5. Efecto de las Coberturas Sobre el Componente Microbiológico del Suelo

El suelo es un depósito de múltiples formas y en su interior se presenta la mayor parte de cambios que permiten la continuación de la vida, por eso se encuentran raíces, artrópodos y otros macroorganismos, así como bacterias, hongos y algas en cantidades considerables, que actúan sobre los restos de plantas y animales, transformando sus estructuras en materiales nuevamente utilizables por las plantas y animales como fuente de vida.

Aunque se estima que existen unas 30.000 especies de bacterias y 1.500.000 de hongos, sólo se ha identificado 8% y 1% respectivamente.

La proliferación de microorganismos está limitada por el pH, la riqueza mineral del suelo, la especie de la materia orgánica, la temperatura y la humedad; en suelos con temperaturas por encima de los 20°C, como en los climas tropical y subtropical, predominan las bacterias, hay menos hongos y actinomicetos.

En suelos aireados predominan bacterias y hongos y son responsables de casi todos los cambios químicos y biológicos, son capaces de crecer rápidamente y descomponen una gran variedad de substratos naturales (Burbano, 1989)

En el Arsenal y en San José de Miranda, se presenta una mayor concentración de bacterias y actinomicetos en relación con los hongos; el pH del suelo es favorable para el crecimiento de bacterias y actinomicetos no así para los hongos cuyo pH óptimo se encuentra entre 5.0 y 5.5 (Novo 1985).

Es notable la presencia baja de población microbiana, atribuido posiblemente al bajo contenido de materia orgánica y a la insuficiencia de oxígeno ocasionada por la tendencia y susceptibilidad de los suelos a la compactación del suelo (densidades > de 1.45 g/cm^3).

Tabla 12. Evaluación del contenido microbiológico del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia García Rovira, Santander

ENCISO EL ARSENAL	PH	Humedad suelo (%)	Hongos UFC/g suelo	Bacterias UFC/g suelo	Actinos UFC/g suelo
Estado inicial		19 0	13 40x10^5	15 94x10^6	35 3x10^3
A los 22 meses con					
Mucuna	6,92	30	14 35X10^4	11 76X10^6	6 14X10^6
Crotalaria Ochroleuca	7,28	15	15 04X10^4	13 13x10^6	7 120x10^6
Crotalaria Juncea	7,38	19	21 85X10^4	3 00x10^6	13 18x10^6
Malezas manejadas	7,17	18	14 16X10^4	1 87x10^6	10 81x10^6
Frijol y/o maíz	7,54	15	3 30X10^4	5 99x10^6	3 27x10^6

Laboratorio de microbiología de suelos y aguas . Tibaitatá CORPOICA

Por lo general los hongos tienen un mejor desarrollo en hábitat húmedos y oscuros, pero se encuentran donde quiera que haya materia orgánica disponible; cuando el ambiente se vuelve muy seco sobreviven entrando en una fase de reposo o produciendo esporas resistentes a la desecación. Los hongos reportaron niveles superiores en las coberturas de *Crotalaria juncea* y *Crotalaria ochroleuca* y menor proporción en el tratamiento frijol/ /maíz.

Según Burbano (1980), en un suelo normal las bacterias fluctúan entre 10^7 y 10^9 UFC/ gramo de suelo, lo que sugiere que ninguno de los tratamientos en evaluación alcanzan dichos estándares, encontrando mayor presencia de ellas en las dos localidades de Enciso en los tratamientos con *Crotalaria ochroleuca* (11.76X10^6 UFC/g suelo) y mucuna (9.89x10^6 UFC/g suelo). Los valores más bajos en la población de bacterias, se presentaron en los tratamientos con malezas manejadas y monocultivo de frijol y/o maíz.

En general, la población de microorganismos es más estable en los suelos de El Arsenal, en donde hay mejores condiciones edafoclimáticas y una mejor calidad del sustrato orgánico inicial del suelo, en contraste con los suelos en San José de Miranda donde el nivel de materia orgánica es muy pobre y proliferan los actinomicetos (Tabla 13), capaces de descomponer materiales altamente lignificados.

Tabla 13. Evaluación del contenido microbiológico del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia García Rovira, Santander

S. JOSE DE MIRANDA EL ESPINAL	PH	Humedad suelo (%)	Hongos UFC/g suelo	Bacterias UFC/g suelo	Actinos UFC/g suelo
Estado inicial		13 6	14 59x10^5	8 80x10^5	13 5x10^3
A los 22 meses con					
Mucuna	7,88	22	9 16X10^4	8 45x10^6	6 66x10^6
Crotalaria Ochroleuca	8,15	27	7 58X10^4	5 59x10^6	23 60x10^6
Crotalaria Juncea	8,02	22	1 79X10^4	1 94x10^6	3 62x10^6
Malezas manejadas	7,97	30	4 27X10^4	1 86x10^6	6 94x10^6
Frijol y/o maiz	7,83	20	5 94X10^4	2 17x10^6	13 43x10^6

Laboratorio de microbiología de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

En la Provincia Guanentá Comunera, la gran disparidad en la composición de los suelos, con las diferencias en sus características físicas y las prácticas agrícolas por las cuales son cultivados, generan diferencias en la densidad de la población microbiana y en la clase de microorganismos que forman esta población, la interacción compleja de los diversos factores ecológicos, tanto ambientales como edáficos, son las limitantes más comunes en una caracterización microbiológica.

En general, el número de microorganismos no da el valor absoluto de las poblaciones, pero si sirve para comparar el efecto del manejo del suelo en forma tradicional o cuando el suelo está cubierto con leguminosas y/o gramíneas, permitiendo observar la importancia relativa de cada grupo de microorganismos.

En las muestras analizadas el comportamiento de la actividad microbiana antes y después de introducidas las leguminosas, las cantidades de hongos se mantuvieron en menor cantidad, con un predominio de las bacterias y actinomicetos, aunque los suelos presentan pH óptimos para el desarrollo de los hongos.

La población de microorganismos en general es baja y está muy relacionada con la humedad del suelo al momento de tomar la muestra, con el pH (rango apropiado para crecimiento de microorganismos 5.3-6.3), textura, grado de aireación, temperatura y contenido de materia orgánica o sustrato.

Los tratamientos de la vereda Llano - Barichara (Tabla 14), aunque presentaron la menor humedad (de 8 a 12%), obtuvieron una buena actividad microbiana comparada con las demás localidades; con la mayor cantidad de bacterias y actinomicetos en el tratamiento con mucuna.

En el municipio del Valle San José, se presentaron pH muy fuertemente ácidos (4.5 – 4.8), en donde se obtuvo una de las actividades microbianas más bajas comparado con los otros municipios.

En Pinchote, aunque la humedad y el pH del suelo son adecuados para el desarrollo de los hongos, la población de ellos es muy baja y tendió a reducirse a excepción del tratamiento con cannavalia.

En estos suelos es importante la adición de materiales carbonáceos parcialmente descompuestos que estén en o sobre el suelo, que ayuden la incrementar el número y la actividad de estos, para que participen en la formación del humus, de agregados y de materia orgánica que ayuden a estabilizar los suelos.

Tabla 14. Evaluación del contenido microbiológico del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia Guanentá, Santander

BARICHARA EL LLANO	PH	Humedad suelo (%)	Hongos UFC/g suelo	Bacterias UFC/g suelo	Actinos UFC/g suelo
Estado inicial		12.4	$5.0x10^5$	$5.7x10^5$	$5.2x10^3$
A los 22 meses con:					
Frijol y/o maíz	5,4	20	$27.52X10^4$	$2.63x10^6$	$10.58x10^6$
Malezas manejadas	5.0	8	$28.53X10^4$	$5.82x10^6$	$5.26x10^6$
Dolichos lablab	6,3	14	$20.17X10^4$	$4.97x10^6$	$7.49x10^6$
Cannavalia	5,4	11	$11.81X10^4$	$6.42x10^6$	$2.34x10^6$
Mucuna	5,3	14	$17.00X10^4$	$14.97x10^6$	$12.39x10^6$

Laboratorio de microbiología de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

La vereda Pozo Azul (Palmas del Socorro) y Barirí (Socorro), presentaron la mayor actividad microbiana, siendo el tratamiento con Cannavalia (Tablas 15 y 16) el que presentó la mayor población de hongos en todos los 65 tratamientos con valores de 41.70 x 10^4 UFC/gramo de suelo y 48.67 x 10^4 UFC/gramo de suelo respectivamente para cada vereda, en cada una de ellas la humedad del suelo es mayor del 20% y con contenidos de materia orgánica medios, además de presentar densidades aparentes de 1.04 g/cm^3 y porosidad total del 59%, por lo tanto hay mayor posibilidad de tener aire, agua y nutrientes, que mejoran la productividad del suelo y el desarrollo de los microorganismos.

Tabla 15. Evaluación del contenido microbiológico del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia Comunera, Santander

PALMAS SOCORRO POZO AZUL	PH	Humedad Suelo (%)	Hongos UFC/g suelo	Bacterias UFC/g suelo	Actinos UFC/g suelo
Estado inicial		4.2	$9.7x10^5$	$3.8x10^5$	$1.7x10^3$
A los 22 meses con:					
Frijol y/o maíz	5,3	19	$4.92X10^4$	$1.40x10^6$	$5.24x10^6$
Malezas manejadas	5,3	27	$16.38X10^4$	$2.63x10^6$	$5.07x10^6$
Crotalaria	5,3	30	$18.45X10^4$	$15.60x10^6$	$4.28x10^6$
Mucuna	5,3	27	$20.30X10^4$	$15.9x10^6$	$5.44x10^6$
Cannavalia	5,3	26	**$41.70X10^4$**	$15.67x10^6$	$6.89x10^6$

Laboratorio de microbiología de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

Tabla 16. Evaluación contenido microbiológico del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia Comunera, Santander

SOCORRO BARIRI	PH	Humedad Suelo (%)	Hongos UFC/g suelo	Bacterias UFC/g suelo	Actinos UFC/g suelo
Estado inicial		3.1	$0.6x10^5$	$1.0x10^5$	$1.2x10^3$
A los 22 meses con:					
Frijol y/o maíz	5	25	$0.61X10^4$	$1.23x10^6$	$3.58x10^6$
Malezas manejadas	4,8	28	$8.72X10^4$	$10.78x10^6$	$5.96x10^6$
Cannavalia	5,3	29	**$48.67X10^4$**	$10.52x10^6$	$16.38x10^6$
Mucuna	4,5	27	$41.53X10^4$	$6.42x10^6$	$8.79x10^6$
Crotalaria	4,6	29	$10.21X10^4$	$17.13x10^6$	$6.36x10^6$

Laboratorio de microbiología de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

4.6. Efecto de las Coberturas Sobre Algunas Características Hidrodinámicas

Las propiedades físicas tienen una connotación importante sobre la fertilidad del suelo dado que permite mayor o menor disponibilidad de agua para la planta y a su vez, esta contribuye a la absorción de nutrientes e influye en la vida de los microorganismos.

Tabla 17. Evaluación de las características físicas del suelo en función del sistema de uso en dos municipios de la provincia Comunera, Santander

ENCISO EL ARSENAL	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %	ENCISO MOSGUA	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %
	Aparente	Real			aparente	real	
Estado inicial	1 37	2 41	56 58	Estado inicial	1 22	2 37	51 47
A los 22 meses con				A los 22 meses con			
Mucuna	1,20	2,51	52,19	Mucuna	1,32	2,43	45,68
C Ochroleuca	1,49	2,61	42,91	C Ochroleuca	1,67	2,51	33,47
C Juncea	1,25	2,53	50,59	C Juncea	1,43	2,53	43,48
Malezas	1,14	2,51	54,58	Malezas	1,50	2,51	40,24
Frijol y/o maiz	1,14	2,51	54,58	Frijol y/o maiz	1,64	2,58	36,43

Laboratorio de física de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

En general, en los tratamientos y localidades de García Rovira a medida que la densidad aparente fue aumentando por efecto del manejo a que se ha sometido el suelo, la porosidad total ha pasado de 52.25% a un promedio de 46.49%, donde puede verse afectada la disponibilidad de agua, oxígeno, nutrientes y otras características. Lo anterior muestra que la degradación del suelo aumenta a través del tiempo y que se verá reflejada en la disminuciones de los rendimientos y de la productividad del suelo. (Tablas 17 y 18).

Tabla 18. Evaluación de las características físicas del suelo en función del sistema de uso en San José de Miranda, de la provincia García Rovira, Santander

S. JOSE MIRANDA ESPINAL	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %	SAN JOSE MIRANDA TIERRA BLANCA	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %
	aparente	Real			aparente	real	
Estado inicial	1.18	2 33	50 54	Estado inicial	1 24	2 46	50 41
A los 22 meses con				A los 22 meses con			
Mucuna	1,46	2,55	42,75	Mucuna	1,36	2 61	47,89
C Ochroleuca	1,52	2,58	41,09	C Ochroleuca	1,43	2 61	45,21
C Juncea	1,44	2,55	43,53	C Juncea	1,30	2 59	49,81
Malezas	1,38	2,50	44,80	Malezas	1,09	2 61	58,24
Frijol y/o maiz	**1.34**	**2.53**	**47.04**	**Frijol y/o maiz**	**1.17**	**2.62**	**55.34**

Laboratorio de física de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

En la Provincia de Guanentá, el análisis inicial de la densidad aparente (Tabla 19), indica que en los cuatro municipios se presentaron rangos bajos con valores que oscilan entre 0.86 g/cm³ en Choro Alto -Villanueva y 1.16 gr/cm³ en Barichara El Llano, en ninguno de ellos se observaron problemas de compactación que empieza a ser limitante con valores superiores al 1.5 g/cm³ y que pueden llegar a afectar el desarrollo radicular de algunos cultivos.

Los resultados finales, muestran un aumento progresivo posiblemente por la acción del uso de arado de discos y la evidencia de iniciación de un proceso degradativo y donde todavía no se ve el efecto de los tratamientos de cobertura sobre el suelo.

Es de destacar que la preparación de estos suelos dos veces al año, con tracción mecánica y a través de la pendiente y deberían presentar problemas de compactación, sin embargo, el uso continuo de la gallinaza, para abono de los principales cultivos ha ayudado ha mantener esta característica estable en los suelos.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Tabla 19. Evaluación de las características físicas del suelo en función del sistema de uso en el municipio de Villanueva, de la provincia Guanentá, Santander.

VILLANUEVA CHORO BAJO	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %	VILLANUEVA CHORO ALTO	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %
	aparente	Real			aparente	real	
Estado inicial	1.06	2.42	58,37	Estado inicial	0.86	2.44	64.79
A los 22 meses con				A los 22 meses con			
Frijol y/o maiz	1.01	2.45	58,78	Frijol y/o maiz	1,02	2.49	59,04
Malezas	0.97	2.48	60,89	Malezas	1,05	2.48	57,66
Dolichos lablab	1.06	2.37	55,27	Dolichos lablab	1,00	2.46	59,35
Cannavalia	1.02	2.32	56,03	Cannavalia	1,03	2,37	56,54
Mucuna	1.01	2.46	58,94	Mucuna	0,90	2.45	63,27
PROMEDIO	**1,01**	**2.42**	**57,98**	**PROMEDIO**	**1,03**	**2,37**	**56,54**

Laboratorio de física de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

Cuando los suelos no han sido cultivados en los primeros 10 cm de suelo, el porcentaje de porosidad debe estar cercana al 60% del volumen del suelo, pero a medida que se trabajan los suelos se encuentran valores más bajos de porosidad en donde se ve claro el "efecto de manejo" en el horizonte Ap por acción del laboreo continuo de los suelos.

La porosidad total presenta valores entre el 55 y 65% y tiene una correlación directa con los valores de densidad aparente inicial, cuando esta aumenta (análisis parcial), disminuye el porcentaje de porosidad total, y se afecta la disponibilidad de agua, de oxigeno, la penetrabilidad de las raíces y por tanto el rendimiento de las especies. Al perder volumen el suelo, las plantas tienen menor espacio para explorar y disminuyen las posibilidades de tomar aire, agua y nutrientes y se puede alterar su desarrollo.

Tabla 20. Evaluación de las características físicas del suelo en función del sistema de uso en el municipio de Barichara en la provincia Guanentá, Santander.

BARICHARA LLANO	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %	BARICHARA GUAYABAL	DENSIDAD g/cm³		POROSIDAD TOTAL %
	aparente	Real			aparente	real	
Estado inicial	1.16	2.62	55.80	Estado inicial	0.90	2.57	65.02
A los 22 meses con				A los 22 meses con			
Frijol y/o maíz	0,96	2,41	60,17	Frijol y/o maíz	0,89	2,36	62,29
Malezas	0,97	2,36	59,24	Malezas	0,93	2,40	61,25
Dolichos lablab	1,02	2,38	57,14	Dolichos lablab	0,99	2,45	59,59
Cannavalia	1,02	2,48	58,87	Cannavalia	0,93	2,38	60 92
Mucuna	**1.04**	**2.3**	**54,78**	**Mucuna**	**0,97**	**2.44**	**60.25**
PROMEDIO	**1,00**	**2,39**	**58,04**	**PROMEDIO**	**0,94**	**2.41**	**60,86**

Laboratorio de física de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

En la provincia Comunera el análisis inicial indica que se presentan rangos bajos de densidad aparente con valores que oscilan entre 0.86 g/cm³ en Socorro La Honda y 0.97 g/cm³ en Socorro Bariri (Tabla 21), en donde no se observaron problemas de compactación.

En el municipio del Socorro vereda La Honda, el uso de implementos como el motocultor para preparar el suelo mejoraron el suelo, disminuyendo la densidad aparente, dando así mejores condiciones para el crecimiento radicular y para el desarrollo vegetal.
En algunas de las localidades analizadas (Tabla 20 y 21), se observan valores de densidad

real mayores a 2.37 g/cm^3, los cuales pueden estar relacionados con una disminución en el contenido de materia orgánica y la presencia de suelos arcillo arenosos con altos contenidos de hierro.

En general, se debe mejorar la densidad aparente y la resistencia a la penetración, mediante el uso de implementos de labranza vertical (cinceles y subsolador superficial 35 cm), que permitan una mayor aireación del suelo y un mejor soporte para la penetración de las raíces y el desarrollo de los cultivos. Cuando los suelos sean muy compactados el uso de estos implementos debe hacerse primero superficialmente y luego a mayor profundidad para no romper los implementos.

Tabla 21. Evaluación de las características físicas del suelo en función del sistema uso en los municipio del Socorro y Palmas del Socorro, Provincia Comunera, Santander.

SOCORRO BARIRI	DENSIDAD g/cm^3		POROSIDAD TOTAL %	SOCORRO LA HONDA	DENSIDAD g/cm^3		POROSIDAD TOTAL %
	Aparente	Real			aparente	real	
Estado inicial	0.97	2.50	61.29	Estado inicial	0.86	2.40	64.20
A los 22 meses con				A los 22 meses con			
Frijol y/o maíz	1,06	2,40	55,83	Frijol y/o maíz	0,89	2,37	62,45
Malezas	1.04	2,53	58,89	Malezas	0,85	2,37	64,14
Cannavalia	1.12	2,48	54,84	Crotalaria	0,90	2,38	62,18
Mucuna	1,00	2,29	56,33	Mucuna	0,84	2,33	63,95
Crotalaria	1,12	2,48	54,84	Cannavalia	0,90	2,40	62,50
PROMEDIO	**1.04**	**2.41**	**56.77**	**PROMEDIO**	**0.88**	**2.37**	**63.04**

Laboratorio de física de suelos y aguas Tibaitatá CORPOICA

PALMAS PAVAS	DENSIDAD g/cm^3		POROSIDAD TOTAL %	PALMAS POZO AZUL	DENSIDAD g/cm^3		POROSIDAD TOTAL %
	Aparente	Real			aparente	real	
Estado inicial	0.91	2.47	63.29	Estado inicial	0.93	2.56	63.78
A los 22 meses con				A los 22 meses con			
Frijol y/o maíz	1,02	2,39	57,32	Frijol y/o maíz	0,92	2,36	61,02
Malezas	0,93	2,37	60,76	Malezas	1,01	2,46	58,94
Crotalaria	0,90	2,43	62,96	Crotalaria	0,99	2,35	57,87
Mucuna	0,94	2,39	60,67	Mucuna	0,98	2,38	58,82
Cannavalia	0,92	2,43	62,14	Cannavalia	0,94	2,35	60,00
PROMEDIO	**0.94**	**2.40**	**60.77**	**PROMEDIO**	**0.97**	**2.38**	**59.33**

Laboratorio de física de suelos y aguas Tibaitatá CORPOICA

Para conocer el estado de degradación en que se encuentran los suelos que han sido sometidos a una explotación intensiva y que pueden permitir el diseño de estrategias sostenibles de manejo se analizaron también algunas características como la estabilidad estructural, la textura y la conductividad hidráulica.

En los municipios de Villanueva y Barichara (Tabla 22), los suelos son ligeramente estables, característica ocasionada por el mal uso de las prácticas de preparación, que han conducido al deterioro de la estructura superficial del suelo y a la pérdida de materia orgánica y de agua por escorrentía.

En Socorro, Pinchote, Valle de San José y Aratoca, las texturas son de tipo arcilloso y franco arcilloso, la estabilidad estructural (con relación al diámetro ponderado medio DPM), es moderadamente estable con valores entre 1.9 y 3.0 mm, en donde es mayor la presencia de materia orgánica, de arcilla y bases intercambiables, que favorecen la agregación y la estabilidad estructural.

Tabla 22. Evaluación de las características físicas del suelo en función del sistema de uso en Barichara y Socorro, Santander

BARICHARA LLANO	Conductividad Hidráulica (cm/hora)		Textura	Estabilidad Estructural (DPM %)	
	Valor	Interpretacion		Valor	Interpretacion
Estado inicial	0.2	Mod . lenta	Ar - A		
A los 22 meses con:					
Frijol y/o maiz	3.2	Moderada	Ar	1.11	Lig. Estable
Malezas	4.3	Moderada	Ar	1.03	Lig. Estable
Dolichos lablab	4.7	Moderada	Ar	0.73	Lig. Estable
Cannavalia	4.3	Moderada	F - Ar - A	1.36	Lig. Estable
Mucuna	2.7	Moderada	F -Ar - A	0.92	Lig estable
PROMEDIO					

Laboratorio de física de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

Socorro La Honda	Conductividad Hidráulica (cm/hora)		Textura	Estabilidad Estructural (DPM %)	
	Valor	Interpretación		Valor	Interpretación
Estado inicial	0.007	Muy lenta	Ar		
A los 22 meses con:					
Frijol y/o maiz	0,187	Lenta	Ar	2,13	Mod. Estable
Malezas	0,374	Lenta	Ar	1,56	Lig. Estable
Crotalaria	0,113	Lenta	Ar	1,85	Mod. Estable
Mucuna	0,249	Lenta	Ar	2,4	Mod. Estable
Cannavalia	0,148	Lenta	F	1,38	Lig. Estable
PROMEDIO					

Laboratorio de física de suelos y aguas. Tibaitatá CORPOICA

4.7 Efecto del Sistema de Uso Sobre la Producción de Cultivos

Para que las variedades de frijol entregadas a los productores (CORPOICA FROILAN, CORPOICA GUANENTA) sigan conservando sus características de calidad para el mercado, altos rendimientos y resistencia a problemas fitosanitarios, se desarrollaron experimentos de evaluación de estos genotipos en sistemas de cultivos de cobertura buscando un modelo apropiado que permita mantener los rendimientos promedios del frijol y el sistema se vea favorecido por la acción de las coberturas, para mejoramiento de la calidad del suelo y el control de erosión.

Los resultados agronómicos y estadísticos de cada municipio se presentan a continuación:

En Socorro y Palmas del Socorro los rendimientos están por encima de promedio regional de 1000 kg/ha y superan ampliamente a los obtenidos en el municipio de Barichara (870 y 1005 kg/ha), el cual presenta condiciones más drásticas de clima (menor precipitación y altas temperaturas), lo que hace que sus rendimientos sean menores.

Al observar el promedio por tratamiento y localidad, el mayor rendimiento corresponde al municipio de Palmas vereda Pozo Azul con 1948 kg/ha. El promedio por tratamientos muestra que el rendimiento más bajo se obtuvo en el **Tratamiento 2**, con 1270 kg/ha, que corresponde al frijol con malezas manejadas, lo que indica que en este sistema es necesario un manejo adecuado de las arvenses para que no afecten los rendimientos. (Tabla 23).

Los rendimientos de maíz fueron altos en la vereda Medios del Valle de San José, donde la más alta producción se encontró en el tratamiento de maíz (0) con 3199 kg/ha, respecto a 1086 obtenidos en la vereda San Isidro, para tratamientos de maíz (0) y malezas manejadas.

Tabla 23. Rendimientos de frijol (kg/ha al 14% de humedad) por localidad. Semestre A. 2002

MUNICIPIO	VEREDA	RENDIMIENTO FRIJOL (Kg/ha) TRATAMIENTOS					
		Frijol y/o maíz	malezas	L1**	L2**	L3**	Promedio
Socorro	Barirí	1057 b	1106 b	1649 a	1481 ab	1049 b	1268
	La Honda	1699	1339	1713	1604	1519	1574
Palmas del Socorro	Pozo Azul	2025	2016	2218	1754	1731	1948
	Pavas	1932	1504	1535	1419	1542	1586
Barichara	San José	1005	767	870	759	950	870
	El Llano	1012	893	948	1093	1079	1005
Promedio		**1455**	**1270**	**1489**	**1352**	**1312**	
Valle S. José	Medios**	3199	2753	2612	3068	3038	2934
	San Isidro**	1086	1086	938	1224	1011	1069
Promedio		**2142**	**1919**	**1775**	**2146**	**2024**	

** leguminosas de acuerdo con cada localidad ** Maíz kg/ha

Según el análisis de varianza (anava) sólo se presentaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el rendimiento de frijol en la vereda Barirí del Municipio de Socorro. La prueba de Duncan indica que el mayor rendimiento se obtuvo en el **Tratamiento 3** con cannavalia. Tabla 24).

Maíz + Cannavalia (Valle de San José)

Tabla 24. Análisis de varianza rendimiento frijol Municipio del Socorro - Bariri 2002A

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repetición	2	193356 12	96678 059	1 79	227
Tratamiento	4	928179.86	232044 966	4 31	037 *
Error	8	431041.52	53880 190		
Coeficiente de variación :		18 30%			

En el segundo semestre del 2002, en las localidades del municipio de Villanueva, Barichara y Aratoca (San Carlos) los rendimientos del frijol se vieron afectados por condiciones climáticas criticas que redujeron los rendimientos hasta en un 40% del promedio regional.

El análisis de varianza realizado en cada una de las localidades indica diferencias estadísticas para Villanueva - Choro bajo (Tabla 25). La prueba de comparación de medias (Duncan $p<0.05$) muestra un mayor rendimiento de 551 kg/ha en el tratamiento con siembra de Mucuna (Tabla 26); en las demás localidades no se presentaron diferencias estadísticas.

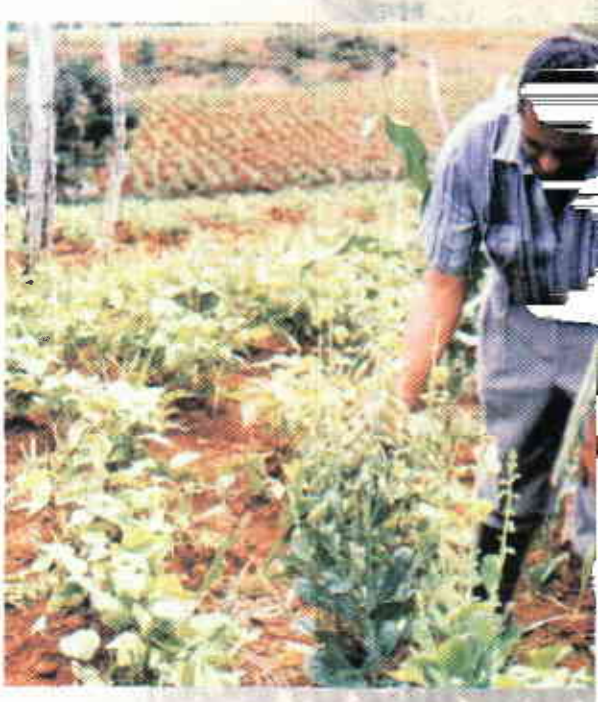
Tabla 25. Análisis de varianza rendimiento Municipio de Villanueva - Choro Bajo 2002B

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repetición	2	6006.93	3003.467	056	
Tratamiento	4	100931.33	25232.833	4.70	0.3
Error	8	42915.07	5364.383		
Coeficiente de variación :		16.37%			

En el nivel de promedios (Tabla 26), en los municipios de Socorro y Palmas, veredas La Honda y Pozo Azul respectivamente, los rendimientos de frijol estuvieron por encima de los 2000 kg/ha en las variedades Froilán y Guanentá.

En las localidades Socorro (Bariri), Palmas (Pavas) y Pinchote (Llano Grande) y Aratoca (Clavellinas), el valor producido fue por encima de los 1.500 kg/ha y superiores al promedio de la zona (1.000 kg/ha).

Al observar los rendimientos promedio por tratamiento y en todas las localidades, el más bajo se obtuvo con el **Tratamiento 2**, correspondiente a malezas manejadas, con un valor promedio de 1.124 kg/ha, 211 kg/ha menos, que el tratamiento de menor producción.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Tabla 26. Rendimientos de frijol (kg/ha al 14% de humedad) por localidad Semestre B. 2002

MUNICIPIO	VEREDA	RENDIMIENTO FRIJOL (Kg/ha) TRATAMIENTOS *					
		frijol	Malezas	L1**	L2**	L3**	Promedio
Socorro	Bariri	1740	1365	1919	2076	1921	1804
	La Honda	2039	2002	2444	2071	2110	2133
Palmas del Socorro	Pozo Azul	1895	1887	3012	1962	1670	2085
	Pavas	1582	1308	1411	1448	1865	1523
Barichara	Guayabal	565	456	483	466	461	486 **
	El Llano	1311	748	981	1222	1050	1062
Villanueva	Choro bajo	512 **ab**	362 **c**	462 **abc**	386 **bc**	551 **a**	455 **
	Choro alto	438	514	405	375	537	454 **
Pinchote	Llano grande	1286	1577	1793	1552	1965	1635
Aratoca	San Carlos	508	345	396	384	403	407 **
	Clavellinas	1970	1802	1379	2058	1744	1542
Promedio		**1.259**	**1.124**	**1.335**	**1.273**	**1.298**	

* 1) Frijol (o), 2) Frijol malezas, 3), 4) y 5) Frijol + leguminosas ** bajos rendimientos

En las localidades de la provincia de García Rovira, en cuanto a rendimientos de maíz no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y fueron en general altos con valores por encima de los 1500 kg/ha, solamente en la vereda Tierra Blanca del Municipio de San José de Miranda los rendimientos fueron bajos con un valor de 1.161 kg/ha.

En general, evaluando los cinco tratamientos en rendimiento promedio de todas las localidades fue mayor en el tratamiento correspondiente a mucuna con 1801 kg/ha, seguido de *Crotalaria ocrholecua* y en último lugar, las parcelas con maíz (o), con rendimientos por encima de los 1.600 kg/ha. (Tabla 27)

Tabla 27. Rendimientos de maiz(kg/ha) por localidad Provincia García Rovira . Semestre B .2002

MUNICIPIO	VEREDA	RENDIMIENTO MAIZ (Kg/ha) TRATAMIENTOS *					
		mucuna	Ocrhole	Juncea	Malezas	maíz	Promedio
El Arsenal	Plan de llano	2462	1928	1704	1926	1461	1896
	Mosgua	2172	2148	2133	2146	2090	2138
San José de Miranda	Espinal	1488	1664	1657	1341	1720	1574
	Tierra blanca	1082	1237	1032	1280	1174	1161
Promedio		**1801**	**1744**	**1631**	**1673**	**1611**	

* 1) Maíz (o), 2) Maíz malezas, 3), 4) y 5) Maíz + leguminosas

Los resultados obtenidos en la cosecha de frijol en los municipios de la provincia de García Rovira, durante este primer semestre (2003) no presentan diferencias estadísticas significativas en cuánto a los rendimientos de frijol, en las localidades de Mosgua y Plan del Llano, cuyos valores promedio estuvieron por encima de los 1400 kg/ha.

En la vereda el Espinal (Tabla 28) del municipio de San José de Miranda donde se presentaron diferencias significativas ($p<0.05$) y el tratamiento con *Crotalaria Ochroleuca* supero las otras alternativas con valor de 1844 kg/ha, el rendimiento más bajo se obtuvo con la siembra de mucuna o frijol abono que puede estar afectado por algunas condiciones físicas del suelo.

Tabla 28. Rendimientos de frijol por municipio, Provincia de García Rovira Semestre A. 2003

MUNICIPIO	VEREDA	RENDIMIENTO FRIJOL (Kg/ha) TRATAMIENTOS *					
		Mucuna	Ocroleu	Juncea	Malezas	frijol	Promedio
Enciso	Mosgua	1773	1478	2120	2036	1771	1481
	Plan del Llano	2083	1988	1816	1599	1526	1802
San José de Miranda	Espinal	928 **c**	1844 **a**	1202 **abc**	1338 **abc**	1694 **ab**	1401
	Tierra Blanca **	920	980	780	1080	1100	972
PROMEDIO		**1426**	**1576**	**1479**	**1513**	**1523**	

** Tabaco seco en kg/ha

En la provincia Guanentina y Comunera (2003) el análisis de varianza realizado a cada una de las localidades no muestra diferencias entre los tratamientos, en el nivel de promedios los mayores rendimientos se obtuvieron en las localidades de Palmas del Socorro vereda Pozo azul y Socorro La Honda con 2656 y 2321 kg/ha, respectivamente.

Los rendimientos más bajos se observaron en Barichara Guayabal (1268 kg/ha) y Valle de San José San Isidro (1233 kg/ha), que sin embargo, estuvieron por encima del promedio regional de 1000 kg/ha.

De acuerdo con la Tabla 29, observando el promedio de cada uno de los tratamientos, los mayores rendimientos están en los tratamientos con las coberturas introducidas, menores en (o) de frijol y/o maíz y malezas manejadas, este último tratamiento debe evaluarse con mucho cuidado, pues por el tipo de arquitectura de planta (altura no mayor a 55 cm) del frijol que se cultiva en la región, el control de las arvenses debe realizarse en forma muy oportuna para, para que no se afecten los rendimientos.

Tabla 29. Rendimientos de frijol (kg/ha al 14% de humedad) por localidad Semestre A. 2003

MUNICIPIO	VEREDA	RENDIMIENTO FRIJOL (Kg/ha) TRATAMIENTOS *					
		Frijol	Malezas	L1	L2	L3	Promedio
Socorro	Bariri	2241	2280	1961	1839	2116	2087
	La Honda	2275	2135	2369	2345	2482	2321
Palmas del Socorro	Pozo Azul	3006	2528	2466	2758	2520	2656
	Pavas	1051	1342	1471	1065	1589	1304
Barichara	Guayabal	1356	1139	1283	1272	1290	1268
	El Llano	..					
Villanueva	Choro bajo	1240	1050	1223	1212	1339	1212
	Choro alto	1516	1537	1579	1201	1730	1513
Pinchote	Llano grande	1333	1108	1624	1511	1449	1405
Aratoca	San Carlos	1609	1818	1866	1916	2089	1859
	Clavellinas	1393	1268	1361	1274	1258	1311
Valle San Jose	San Isidro	1506	1005	1335	1134	1183	1233
	Medios***	2.156	2878	2776	2822	2143	2555
Promedio		**1513**	**1475**	**1633**	**1542**	**1560**	

* 1) Frijol (o), 2) Frijol malezas 3), 4) y 5) Frijol + leguminosas ** fuerte verano se perdió la cosecha
*** Maíz kg/ha

4.8. Otros Usos de los Cultivos de Cobertura: alimentación con mucuna o frijol abono (Tomado de CIDICCO 1997)

El frijol abono contiene un químico natural (aminoácido) que se conoce como la Levodopa o L-Dopa; aunque tiene buenas características para contribuir a la salud humana (baja la presión y se usa en el tratamiento del síndrome de Parkinson), la L-Dopa puede ser dañina si se consume en grandes cantidades.

Los síntomas que tienen las personas que han consumido de 2 a 3 recetas con frijol abono en una misma comida son náuseas, vómito, dolor de cabeza y sueño; para el consumo animal y/o humano se debe eliminar el L-dopa en su totalidad.

Uso y preparación de harina y masa de frijol mucuna para mejorar la nutrición familiar: De la harina se producen chocolates, sopas, tortas y condimentos y de la masa se preparan tortillas y atoles mezcladas con maíz con las siguientes preparaciones:

PROCESO DE ELABORACIÓN PARA MASA Y HARINA DEL FRIJOL ABONO O MUCUNA

Masa

1. Cocinar por media hora en agua
2. Lavar y descascarar
3. Baño de agua por 5 minutos y repetir
4. por tres veces
5. Moler el frijol abono
6. Masa de frijol abono

Harina

1. Dejar ocho horas en agua fría
2. Lavar y descascarar
3. Baño de agua por 5 minutos y repetir por tres veces
4. Secar con una manta
5. Poner al sol por 20 minutos
6. Tostar a fuego lento por 20 minutos
7. Moler

Molidos o envuelto

maíz molido con masa de frijol abono

1 taza de masa de frijol abono + 3 tasas de maíz molido
revolver la masa y el maíz
colar
hervir y añadir azúcar al gusto

Tortilla

masa de maíz con masa de fríjol abono

1 taza de masa de frijol abono + 3 tazas de masa de maíz
revolver masa de fríjol y maíz más agua
hacer las tortillas y cocinarlas

Ventajas	Desventajas
Tiene un buen contenido de proteina y minerales	Requiere de algo de tiempo de preparación
Ayuda a aumentar la producción de leche en la madre lactante	No se puede consumir puro en grandes cantidades
Es de bajo costo	El uso no apropiado puede causar toxicidad
Se encuentran todos los materiales para la preparación de masa y harina	

Alimentación de cerdos con frijol abono y maíz

La importancia de esta práctica de alimentación de cerdos con frijol abono entero y crudo en razas mejoradas, baja los costos de alimentación, proporciona las proteínas que el cerdo necesita para su desarrollo y es de fácil preparación y, además, se aprovecha también la semilla del mucuna o frijol abono; la forma de preparar el frijol es la siguiente:

Proceso de elaboración para alimentación e cerdos con el frijol abono o mucuna

- Cocinar de media hora a 1 hora
- Tirar el agua
- Enjuagar dos veces (eliminar hasta un 90% de la sustancia antinutricional L-Dopa)
- Secar por un día
- Moler el frijol mucuna y el maíz
- Mezclar el maíz y frijol molidos

El frijol abono debe cocinarse hasta que este suave y se desprenda la cáscara con facilidad.

El cerdo puede comer El frijol cocido de dos formas:

- Entero después del enjuague que dura un solo día
- Molido y mezclado con maíz que dura hasta cuatro días

Suministro del alimento: Cuando son marranas o cerdas en gestación : diariamente 1.5 kg de maíz molido mezclado con 1.5 kg de mucuna o frijol abono cocido y molido

Ventajas	Desventajas
La practica es barata y accesible a muchos productores	Requiere de algo de tiempo de preparación
Los costos de producción del alimento son un 67% mas bajos	Se incrementa el trabajo del núcleo familiar debido a la preparación del alimento
El frijol cocinado se puede utilizar también para aves	El consumo de esta dieta por parte de los animales es bajo en los primeros días
Se le da valor agregado a la semilla de mucuna. buscando que mas agricultores se interesen por el cultivo	Requiere de un periodo de adaptación

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con la composición química de los materiales empleados, mucuna (*Stizolobium deeringiana),* tiene un mejor comportamiento en cuanto a contenido de nutrientes, especialmente de elementos mayores, en comparación con el contenido de los otros materiales empleados.

- Con el sistema de manejo conservacionista propuesto en el proyecto, el efecto benéfico de las coberturas sobre la propiedades químicas del suelo es a mediano plazo, la descomposición de las leguminosas es rápida, hay mayor producción de humus y mayor disponibilidad de nitrógeno.

- La cobertura que se forma cuando las leguminosas son dejadas sobre la superficie del suelo sirve para proteger de los diversos agentes causantes de la erosión y adicionalmente permite un mayor almacenamiento de agua disponible para el cultivo y mejoramiento de la infiltración.

- La materia orgánica al cabo de dos años registra una ligera disminución ocasionada por las altas temperaturas, la escasa precipitación y el excesivo uso del suelo. El contenido de fósforo tuvo incrementos importantes en todas las localidades pasando a ser clasificados por su contenido de bajos a medios. En términos generales, los suelos continúan siendo pobres en bases y con una baja capacidad de intercambio catiónico.

- La población de microorganismos es alta en los dos municipios de la provincia de García Rovira, la humedad del suelo es moderada (15 y 30 %) y el pH no es ácido, lo que favorece la presencia de bacterias, hongos y actinomicetos.

- En los municipios de la provincia Guanentá Comunera, hay una buena actividad microbiana especialmente de bacterias. Las veredas Pozo Azul (Palmas) y Bariri (Socorro) presentaron la mayor actividad microbiana siendo el tratamiento con cannavalia el que presentó la mayor población de microorganismos (65 muestras).

- Los valores de densidad aparente muestran un aumento progresivo posiblemente por la acción del uso del arado de discos, por la contracción del suelo debido a secamiento y el uso intensivo de prácticas de labranza.

- En la provincia de García Rovira cuando la densidad alcanza valores mayores a 1.5 g/cm^3, el % de porcentaje de porosidad total fue bajo variando entre 33.4 y 41,9%, en donde puede verse afectada la disponibilidad de agua, oxígeno y nutrientes para las plantas.

- En los suelos de la Provincia Guanentá y Comunera se observa una correlación directa entre los valores de densidad aparente, real y el % de porosidad total. Cuando la densidad real tiene valores mayores de 2.37 g/cm^3, esto se asocia con disminuciones en el contenido de materia orgánica.

- En general se debe manejar la densidad aparente, mediante el uso de implementos de labranza vertical que permitan una mayor aireación del suelo y un mejor soporte para las raíces

- Los rendimientos de frijol en los municipios de la provincia Guanentá estuvieron en general por encima del promedio regional de 1000 kg/ha. En los municipios del Socorro y Palmas del Socorro el promedio por tratamiento supera los 1500 kg/ha.

- En la provincia de García Rovira el mayor rendimiento de maíz fue de 1801 kg/ha, correspondiente a la cobertura con mucuna, mientras que el tratamiento de maíz en monocultivo reportó un promedio general de 1600 kg/ha. Por otro lado, en fríjol el mayor rendimiento promedio (1576 kg/ha) se logró en cobertura de *Crotalaria ochroleuca*.

- El análisis general de los rendimientos en el tiempo de evaluación indica que para el sistema frijol (o) o frijol//maíz, los valores más bajos se observan en el tratamiento con malezas manejadas, de acuerdo con la arquitectura de la planta de frijol que se cultiva en la región, el control de arvenses debe ser oportuno para que no se afecten los rendimientos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRIZUELA, L. 1996. Evaluación de leguminosas de cobertura. CIAT. Yoro, Honduras. 6 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA - CIDICCO. 1994. El uso del frijol Lablab (*Dolichos lablab*). Noticias sobre cultivos de cobertura No.4. Honduras.

CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA – CIDICCO. El uso del frijol Alacín (*Vigna spp.*) en la zona sur de Honduras. Noticias sobre cultivos de cobertura No.10. Honduras. 10 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA - CIDICCO.1995. Prácticas de manejo para trabajar con frijol abono (*Mucuna pruriens*). Noticias sobre cultivos de cobertura No.5. Honduras. 15 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA - CIDICCO.1996. *Dolichos lablab* : una alternativa para la alimentación del ganado en épocas de verano. Informe técnico No. 15. Honduras. 5 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA - CIDICCO. 1996. Que se entiende por cultivos de cobertura y abonos verdes. Informe técnico No. 14. Honduras. 3 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA - CIDICCO.1997. Principios de los usos de cobertura y abonos verdes. Extraído de: experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes. Honduras. 5 p.

CIDICCO, UNIVERSIDAD DE CORNELL, IIRR, COMUNICA, VECINOS MUNDIALES, COSECHA. 1997. Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes. Litografía López. Honduras. 131 p.

CORONADO, R.; MÉNDEZ, H. 1998. Efecto de sistemas de labranza sobre la producción de cultivos en la zona tabacalera de Santander. Revista Suelos Ecuatoriales volumen 28- 1998. Bogotá. 5 p.

FORERO, R. Agricultura de Sol y Malezas. IICA. Bogotá. 15 p.

FORERO, R. (s.f).Agricultura natural vs revolución verde y transgénicos. IICA.Colombia.

FORERO B,. R. (s.f). El sistema agrícola de producción en el sistema ecuatorial. *En:* «Oportunidades para el progreso económico y social de Colombia, basadas en la educación del sector rural y en el cambio de paradigmas». Bogotá.

FRERS. C. (s. f). Los problemas de la agricultura en la desertización. Centro de estudios ecológicos argentinos. Argentina 2p.

GÓMEZ Z., J. 2000. Abonos Orgánicos. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. 107p.

GÓMEZ Z., J. 2000. La materia orgánica en los agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. 67p

HOWARD, A. 2002. Agricultura natural: métodos de la naturaleza para mejorar el suelo. EcoSitio. Argentina. 2p.

HUTCHINS, S. (sin fecha). Papel de la tecnología en agricultura sostenible. *Traducido al* español por Rafael E. Cancelado. Universidad de Minnesota.

IDRC/CRDI: CIID. Los cultivos de cobertura en la agricultura de laderas: Innovación de los agricultores con Mucuna. Montevideo. 10 p.

INFOAGRO. Nuevas alternativas para controlar malezas en cultivos del maíz. Costa Rica. 3 p.

LEÓN M., C; Y OTROS. 2001. Alternativas de manejo en sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles en *especies de economía campesina en Santander. Boletín Técnico.* CORPOICA - COLCIENCIAS. Editorial La Bastilla. 20 p

MURCIA C., G. 2002. Potencialidad del uso de los abonos verdes en la recuperación y conservación de suelos de ladera bajo el sistema de producción papa (*Solanum tuberosum*). Boletín Técnico. CORPOICA - COLCIENCIAS - MINAGRICULTURA. 47 P

NAVAS, G.; BERNAL, J. 1999. Caracterización de leguminosas como abono verde para los sistemas de producción del Piedemonte llanero y altillanura plana Colombiana. Boletín Técnico No. 16. CORPOICA - SENA. Villavicencio. 46 p-

POUND, BARRY. Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América. Conferencia Electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en latinoamérica». Natural Resourses Institute. 20 p.

PRIMAVESI A. (sin fecha). Siete puntos básicos de la Agricultura Orgánica. Revista Hoja a Hoja No. 14 2p.

RAMÍREZ C., R. 1997. Propiedades física, químicas y biológicas de los suelos. Convenio SENA - FENALCE - SAC. Produmedios. Bogotá. 23p.