

19601.
3 cop

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
SE COLOMBIA

19 SET. 2002

CARACTERIZACION DE LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL PIEDEMONTE LLANERO Y ALTILLANURA PLANA COLOMBIANA

Gloria Elena Navas Rios¹
Jaime Humberto Bernal Riobo²



Boletín Técnico N° 16

Villavicencio, agosto de 1999

¹I.A. M.Sc Suelos y Aguas, ²I.A. MSc Fisiología vegetal. Investigadores Programa Regional Agrícola. Corpoica Regional 8, Cl La Libertad Km. 21 vía Puerto López. A.A. 3129 Villavicencio.

Boletín Técnico Nº 16

CARACTERIZACION DE LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL PIEDEMONTES LLANERO Y ALTILLANURA PLANA COLOMBIANA

La financiación de esta publicación se logró gracias al convenio
CORPOICA - SENA.

AUTOR

G. E. Navas R.

J. H. Bernal R.

I. C. A. - RAC	
No. Acepto:	
Nombre:	
Edad:	
Domicilio:	
Tipo:	
Deposito legal	
CORPOICA	
Fecha:	8 NOV. 2002
Costo:	\$ 8000

Publicación CORPOICA Regional 8
Villavicencio, agosto de 1999

Edición: Nora Elisa Cubillos Quintero
Coordinadora Programa Regional de Transferencia de Tecnología
Tiraje: 500 ejemplares
Código: 02.02.16.08.32.99
Impresión: Editorial Siglo XX Tel. 6622641 V/cio.

CONTENIDO

	Pág
1. Presentación	4
2. Introducción	5
3. Caracterización de leguminosas	7
3.1 Crotalaria.....	8
3.1.1 <i>Crotalaria juncea</i>	9
3.1.2 <i>Crotalaria spectabilis</i>	11
3.1.3 <i>Crotalaria pallida</i>	12
3.1.4 <i>Crotalaria ochroleuca</i>	14
3.1.5 <i>Crotalaria anagyroides</i>	15
3.1.6 <i>Crotalaria retusa</i>	17
3.1.7 <i>Crotalaria lanceolata</i>	18
3.2 <i>Caupi (Vigna unguiculata)</i>	20
3.2.1 Variedad: Caupi ICA - Llanura	21
3.2.2 Variedad: Caupi ICA Calamari	23
3.2.3 Caupi L-590	24
3.2.4 Caupi L-520	24
3.3 <i>Canavalia (Canavalia ensiformis)</i>	25
3.4 <i>Vitabosa (Mucuna deeringianum)</i>	26
4. Utilidad de las leguminosas en la alimentación animal	29
5. Conclusiones.....	32
6. Anexos 1-8	34
7. Bibliografía	44

1. PRESENTACION

En los suelos de la Orinoquia colombiana debido al manejo intensivo al cual han estado sometidas las áreas de agricultura comercial, especialmente de la subregión del piedemonte, presentan baja fertilidad y deterioro del recurso. Igualmente en la Altillanura plana, el manejo inadecuado de las praderas nativas y pastos mejorados, han causado pérdida de suelo y productividad, deterioro físico, químico y biológico, haciendo que los sistemas de producción agropecuarios sean insostenibles y de baja rentabilidad.

Para proteger, mejorar y recuperar física, química y biológicamente los suelos degradados o en proceso de degradación y para reducir los costos de la fertilización química se evaluaron leguminosas de buena producción de biomasa para restituir la materia orgánica del suelo con sistemas radiculares profundos que ayuden a romper las capas compactas del suelo, fijen nitrógeno, compitan con malezas, controlen hormigas y nematodos, las que pueden ser usadas como abono verde, bien sea incorporados al suelo, o como cobertura vegetal, en asociación y/o rotación con otros cultivos (policultivos) para los diferentes sistemas de producción de la Orinoquia.

Los 13 materiales evaluados en el C.I. La Libertad y presentados en esta publicación constituyen una alternativa conservacionista para el manejo de los suelos, lo que representa un aporte muy importante para la consolidación de la producción agropecuaria en los Llanos Orientales de Colombia.

Jaime Triana Restrepo
Director Corpoica Regional 8

2. INTRODUCCION

Los suelos de los Llanos Orientales se caracterizan por presentar condiciones de alta acidez, bajos contenidos de materia orgánica, bajas a medianos contenidos de nutrientes y características físicas adecuadas para el establecimiento de cultivos. Se presentan dos zonas bien diferenciadas: la conformada por los suelos antiguos (Oxisoles) denominada "Altillanura", de los cuales 2.681.470 has corresponden a la "Altillanura Plana" dedicada a la ganadería pero con un gran potencial agrícola y la otra zona de suelos más recientes (Inceptisoles) denominada "Piedemonte" con 2.010.200 ha con paisajes de vega, vegones, mesas, abanicos y terrazas aluviales, mayor infraestructura y concentración del desarrollo agropecuario.

Debido al manejo que se le ha dado a éstos suelos: uso intensivo e inadecuado de la maquinaria agrícola, siembra de monocultivos limpios, escasa rotación de cultivos, abuso de los agroquímicos, potreros limpios sin árboles de sombrero, sobrepastoreo de las praderas, bajo uso de leguminosas y tala de los bosques de galería, en esta condición de clima tropical de altas temperaturas, altas precipitaciones y fuertes vientos, ocasionan que mas del 60% de los suelos de la Orinoquia presenten erosión, 21% erosión severa, 5% erosión moderada y 17% erosión ligera (IGAC, 1978). Además, los suelos donde se ha practicado la explotación agropecuaria más intensiva, presentan grandes áreas con encostramiento superficial y presencia de capas compactas que están produciendo disminución significativa en el rendimiento de los cultivos y es la causa del abandono de lotes de uso agrícola. Las praderas nativas y con pastos mejorados, por el manejo a que son sometidas, presentan calvas en los potreros, alta infestación de malezas y capas compactas en el suelo que disminuyen la cantidad y calidad del forraje, desarrollándose una ganadería de baja producción (cantidad y calidad de carne y leche).

Se define como abono verde la práctica de utilizar cualquier planta en rotación, sucesión o asociación con los cultivos, incorporándolos o dejándolos en la superficie como cobertura, con el fin de mantener y mejorar las características físicas,

químicas y biológicas del suelo. El abono verde contribuye a la agregación de las partículas minerales del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua, favorece la infiltración, porosidad total, aireación y conductividad hidráulica. Como cobertura vegetal protege el suelo de la radiación solar y del efecto negativo del impacto directo de las gotas de lluvia, disminuyendo los procesos erosivos; además, regula la temperatura del suelo haciendo más eficiente el uso del agua por los cultivos. El mayor efecto benéfico del abono verde se observa en las características químicas del suelo al aumentar el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de macro y micronutrientes, en la disminución de los efectos tóxicos del aluminio presente en la solución del suelo y en el mejoramiento del reciclaje y movilización de nutrientes haciéndolos aprovechables para el cultivo principal y evita la lixiviación de los nutrientes que se encuentran en las capas más profundas del suelo.

El abono verde es determinante de la viabilidad y actividad de los microorganismos del suelo como hongos, bacterias y actinomicetos y de la mesofauna como es el caso de las lombrices de tierra que contribuyen con la descomposición de los materiales orgánicos, con el ciclaje y disponibilidad de fósforo (P) y con la agregación y aireación del suelo.

Algunas especies vegetales utilizadas como abono verde presentan efectos alelopáticos sobre otras plantas o segregan sustancias que controlan eficientemente las poblaciones de nematodos. Finalmente, estas plantas pueden utilizarse en otras formas como en la apicultura (producción de polen, nectar, etc.), en la alimentación humana, en la alimentación animal (forraje) y como madera para cercos y combustible (Brandjes et al, 1989; Piamonte, 1997).

La descomposición de los residuos vegetales que se van a incorporar al suelo son afectados por los constituyentes y componentes de la pared celular como celulosa y lignina. La relación C/N (carbono/nitrógeno), que en sí es el contenido de lignina del tejido vegetal, afecta buena parte de los procesos de descomposición, mineralización y disponibilidad de nitrógeno (N) para el cultivo siguiente, y se ve afectada por el tipo de material y edad de la planta. La descomposición del tejido vegetal está inversamente relacionada con el contenido de lignina o relación C/N de los residuos. Mientras más alta es esta relación (mayor de 25) más lenta es la descomposición, hay pérdida elevada de carbono como CO₂ a la atmósfera, poca formación de humus y deficiencia de nitrógeno (N) en los cultivos sembrados posteriormente. En los residuos vegetales con

una relación C/N baja (menos de 25), la mineralización es rápida, hay mayor producción de humus y mayor disponibilidad de nitrógeno.

En clima templado se estima que las 2/3 partes del carbono orgánico incorporado al suelo se pierden a la atmósfera y en condiciones tropicales la pérdida es un poco mayor. Pero del carbono restante que permanece en el suelo sólo un 35% es asimilado por los organismos heterotróficos, ya que la descomposición del material vegetal en el suelo es un proceso esencialmente biológico, realizado principalmente por los hongos que predominan en los suelos ácidos y las bacterias que abundan en los suelos cercanos a la neutralidad. Estos microorganismos son a su vez afectados por la temperatura, presión osmótica, tensión superficial, viscosidad, pH, cantidad y calidad de nutrientes orgánicos y agua disponible en el suelo (Calegari et al, 1993).

Para dar solución a parte de ésta problemática es necesario integrar entidades de investigación, transferencia de tecnología y formación técnico-profesional y crear conciencia proteccionista en productores pecuarios, asistentes técnicos, estudiantes, investigadores, docentes y planificadores del desarrollo agropecuario regional para generar nuevas tecnologías de manejo racional y sostenible de los suelos, involucrando prácticas de agricultura orgánica donde el uso de los abonos verdes sea uno de los pilares fundamentales.

3. CARACTERIZACION DE LEGUMINOSAS

Se realizó la caracterización morfo-química de 13 leguminosas: siete especies de crotalarias, cuatro especies de caupís, una especie de cannalia y una especie de mucuna, en dos clases de suelos ácidos: un Inceptisol (paisaje de vega) y un Oxisol (terrazza alta) en el departamento del Meta, Colombia. Con el objeto de recomendar leguminosas que puedan utilizarse como cobertura, incorporarse, asociarse con otros cultivos y pasturas en los suelos de los Llanos.

Los suelos en donde se establecieron las leguminosas presentaron las siguientes características:

Características químicas	Inceptisol 1/	Oxisol 2/
pH	5.4	4.8
M.O. (%)	1.6	2.8
P (ppm)	34	8
Acidez cambiable (meq/100 g)	0.40	2.60
Ca (meq/100 g)	2.34	0.65
Mg (meq/100 g)	0.41	0.27
K (meq/100 g)	0.10	0.08
Na (meq/100 g)	0.18	0.16
Fe (ppm)	81	24
B (ppm)	0.20	0.25
Cu (ppm)	4.7	0.9
Mn (ppm)	51.6	5.5
Zn (ppm)	4.0	1.1

1/ Suelo de vega

2/ Suelo de sabana (terrazza alta)

Los suelos Inceptisoles son formados por los sedimentos dejados por los ríos, presentan una mejor fertilidad, menos acidez (pH = 5.4) que el Oxisol, con altos contenidos de P, Ca, Fe, Cu y Mn; contenidos medios de M.O., Mg, B y Zn y baja acidez cambiable. Los Oxisoles son suelos mas viejos evolutivamente con pH ácidos, contenido alto de M.O., Fe y alta acidez cambiable, contenido medio de B y Mn, bajo contenido de Ca, Mg, Cu y Zn, y muy bajo contenido de P.

3.1 CROTALARIA

El género *Crotalaria* contiene unas 325 especies, reconocibles por sus flores papilionadas (apariciencia de mariposa) muy vistosas, de color amarillo, amarillopardo, azules y púrpuras (Muralla, 1949), hojas lisas, crecimiento erecto y vainas redondeadas. La *Crotalaria* es una planta anual con un ciclo de vida de 120 días, presentando a los 90 días el 50% de floración; propia de clima tropical y subtropical, con un crecimiento excelente en suelos levemente arenosos en donde se siembra como cultivo de cobertura y/o como abono verde. Son plantas fijadoras de nitrógeno, con producción abundante de semilla y resistentes al

nematodo del nudo radical (*Meloidogyne incognita* Chitwood), reduciendo además la población del nematodo en el suelo. En la Orinoquia colombiana estas plantas presentaron poco ataque de chrysomélidos (*Cerotoma facialis* y *Diabrotica sp.*), plaga común en los cultivos de soya, algunas fueron fuertemente afectadas por el insecto perforador de las vainas (*Utetheisa ornatrix* L.), susceptibles a enfermedades como antracnosis (*Colletotrichum dematium*) y algunas a marchitez descendente (*Fusarium sp.*). En casi todas las especies del género *Crotalaria*, los tallos, hojas y raíces, contienen un alcaloide (*monocrotalina*) muy tóxico para el ganado vacuno, borregos, cabras, caballos, mulas, pollos y pavos.

3.1.1 *CROTALARIA JUNCEA*

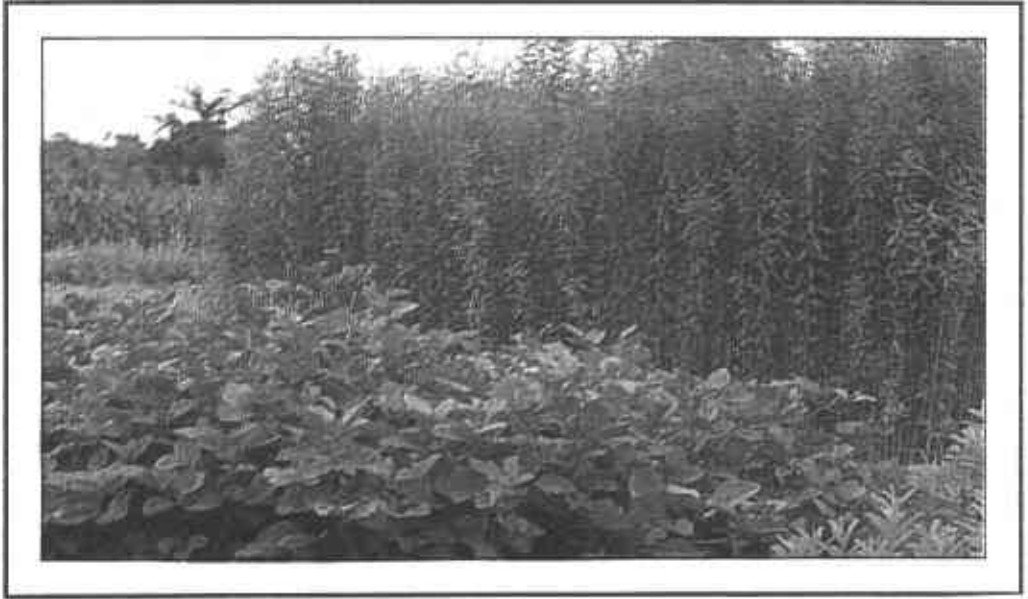
Nombre común: Maraquita, Cascabelito, Frijolillo

Nombre científico: *Crotalaria juncea* L.

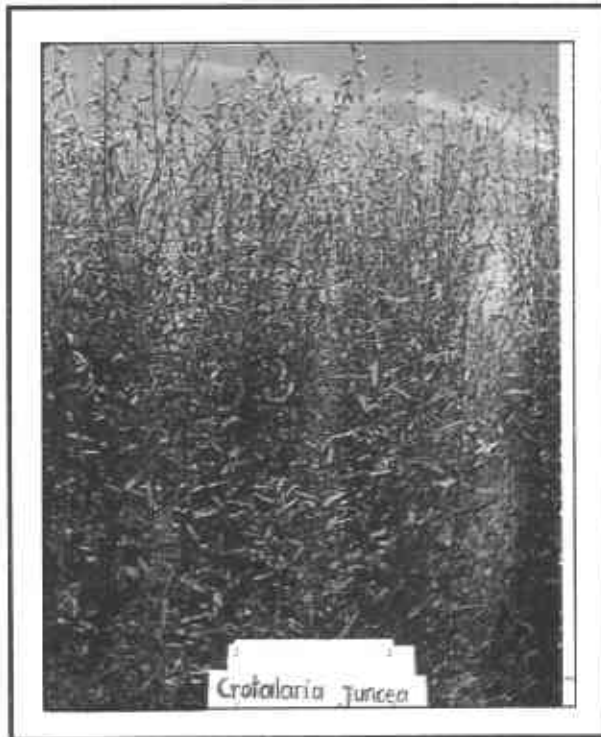
Origen: De India y Asia Tropical.

Descripción morfológica: Planta anual con tallo erecto, semileñoso ramificada en la parte superior, con hojas sésiles, alargadas y lanceoladas con la nervadura principal fuertemente pronunciada. Flores grandes amarillas, de 15 a 50 por inflorescencia, vainas largas con 10 a 20 semillas por vaina, de color verde grisáceo, reniformes y de cara lisa, 1.000 semillas pesan 44 g.

Características generales: Leguminosa arbustiva con 4 a 8 ramas, de 75 a 80 nudos y con una altura que fluctúa entre 117 y 188 cm (Anexo 1). Su crecimiento inicial es rápido lo que le confiere mayor competitividad y/o efecto alelopático con las malezas y da la posibilidad de realizar cortes tempranos, cerca de los 90 días de edad. Esta especie presenta un índice de área foliar entre 0.8 -1.9, y una profundidad máxima radicular de 50 cm en suelos Oxisoles,



*Panorámica de algunas leguminosas en un suelo Inceptisol (vega)
Villavicencio. Meta, Colombia*



*Panorámica de Crotalaria juncea en un inceptisol
Villavicencio, Meta, Colombia.*

encontrándose la mayor proporción de raíces (~82%) en los primeros 25 cm del suelo (Anexo 2).

Exigencias de clima y suelo: Planta de clima tropical y subtropical que resiste condiciones secas, se comporta bien en suelos arcillosos y arenosos con contenidos medios de fertilidad. No tolera encharcamiento severo y suelos con altas saturaciones de aluminio.

Plagas y enfermedades: Bajo las condiciones de los Llanos Orientales la especie *C. juncea* presentó ataques moderados de chrysomélidos y perforador de vainas, el cual ocasionó una pérdida alta en la producción de semillas (Anexo 3). Se encontraron plantas afectadas por Antracnosis (*Colletotrichum dematium*) y marchitez descendente ocasionada por *Fusarium sp.*, siendo esta última la más agresiva, especialmente en suelos con mal drenaje.

Ventajas y desventajas: La especie presenta un desarrollo excelente en suelos Inceptisoles (vegas) bien drenados con producciones de biomasa seca de 7.310 kg/ha (Anexo 4), aportando al suelo por hectárea 192 kg de N, 65 kg de K, 62 kg de Ca y 14 Kg de Mg (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina y la relación C/N de la crotalaria en floración fueron de 21% y 15:1, respectivamente (Anexos 4 y 7). En suelos Oxisoles, la especie presentó un pobre desarrollo, con una producción de biomasa seca de 2.025 kg/ha y con aportes por hectárea de 41 kg de N, 36 kg de K, 2 kg de Ca y 5 kg de Mg (Anexos 4, 5 y 6). Los contenidos de lignina y la relación C/N reportados para la especie en estos suelos fueron de 14% y 22:1, respectivamente (Anexos 4 y 7).

No se recomienda como forraje porque en sus tejidos contiene el alcaloide monocrotalina, sustancia tóxica para el ganado. Es utilizada como cultivo de rotación con maíz, yuca y caña y se puede intercalar con cultivos perennes; su tallo puede ser utilizado en la industria del papel.

3.1.2 *CROTALARIA SPECTABILIS*

Nombre comun: Crotalaria espectabilis.

Nombre científico: *Crotalaria spectabilis*. Roth

Origen: India

Descripción morfológica: Planta anual de porte medio, subarborescente, erecta, ramificada, con hojas simples ovaladas y grandes, inflorescencia terminal en racimo de 20 a 25 cm, con flores amarillas vistosas, semillas pequeñas reniformes, planas, de color verde marrón, 1.000 semillas pesan 18 g.

Características generales: Planta de crecimiento inicial lento, con un número de ramas que fluctúa entre 14 y 22, con 36 nudos, altura entre 77 cm y 85 cm y un índice de área foliar entre 4.1-5.6 (Anexo 1). Esta especie presenta raíces profundas de tipo pivotante, alcanzando una profundidad máxima de 80 cm, con muy buena distribución radicular en los primeros 50 cm (Anexo 2).

Exigencia de clima y suelo: Esta leguminosa tropical se desarrolla bien en diferentes clases de suelos aún en suelos ácidos con saturaciones altas de aluminio.

Plagas y enfermedades: Durante el desarrollo del cultivo se presentó un ataque leve de chrysomélidos y del perforador de las vainas y una infección alta de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Planta leguminosa bastante efectiva en disminuir las poblaciones de nematodos en el suelo. Presenta un sistema radicular ideal para ser utilizado como subsolador biológico en suelos Inceptisoles y Oxisoles ya que alcanza profundidades hasta 80 cm, y como abono verde por su buena producción de materia seca entre 4542 kg/ha-5389 kg/ha. (Anexo 4). En los suelos Inceptisoles aportan por hectárea 140 Kg de N, 65Kg de K, 27 Kg de Ca y 10 kg de Mg y en los Oxisoles aportan por hectárea 127 Kg de N, 125 Kg de K, 26 Kg de Ca y 10 Kg de Mg (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina en estos suelos fueron 14% y en Oxisoles del 15% (Anexo 7); la relación C/N fue de 12:1 en Inceptisoles y de 17:1 en Oxisoles (Anexo 4). En sus tejidos y semilla contiene el alcaloide monocrotalina, sustancia tóxica para el ganado y aves de corral.

3.1.3 *CROTALARIA PALLIDA*

Nombre común: *Crotalaria striata*

Nombre científico: *Crotalaria pallida*. Ait

Origen: África

Descripción morfológica: La *Crotalaria pallida*, anteriormente conocida como



Cultivo de Crotalaria spectabilis
Villavicencio, Meta, Colombia.



Crotalaria pallida anteriormente llamada *C. Striata*
Villavicencio, Meta, Colombia.

Crotalaria striata es una planta arbustiva, de arquitectura cónica, tallos erectos, y fuertemente ramificados desde su base, con hojas trifoliadas, con folíolos oblongos, ápice redondeado e inflorescencia en espiga de 15 a 20 cm de longitud, de flores amarillas con listones púrpura a castaño, semillas muy pequeñas reniformes, de color amarillo oscuro. 1.000 semillas pesan 5.8 g.

Características generales: Planta rústica con raíz pivotante, y gran masa radicular de buena nodulación, alcanzando una profundidad máxima de raíces de 67 cm en suelos Inceptisoles y de 92 cm en Oxisoles (Anexo 2). Esta leguminosa presentó un porte medio en suelos Oxisoles alcanzando una altura de 72 cm, con 16 nudos, 10 ramas y un índice de área foliar de 3 (Anexo 1).

Exigencias de clima y suelo: Planta de clima tropical resistente a la sequía, con buen comportamiento en suelos arcillosos, arenosos (Inceptisoles) y ácidos como los Oxisoles bien drenados.

Plagas y enfermedades: En las condiciones de los Llanos, esta especie presentó un ataque leve de chrysomélidos, sin ataques del barrenador de las vainas. Las plantas fueron atacadas por antracnosis en suelos Inceptisoles (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Planta vigorosa, rústica con raíces profundas y capaces de romper capas compactas en el suelo, mejora las características químicas del suelo al realizar aportes de materia seca de 5885 kg/ha y 3116 kg/ha en suelos Inceptisoles y Oxisoles respectivamente. (Anexo 4). En los Inceptisoles aporta por hectárea: 252 kg de N, 91 kg de K, 84 kg de Ca y 12 kg de Mg, y en los Oxisoles aporta por hectárea: 139 kg de N, 62 kg de K, 10 kg de Ca y 10 kg de Mg (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina presentes en el tejido fueron de 8% en suelos Oxisoles (Anexo 7), con una relación C/N de 9:1 (Anexo 4). Debido a los bajos contenidos de lignina y a la baja relación C/N, la tasa de descomposición de esta especie es rápida, por lo que proporciona una cobertura al suelo por un período corto de tiempo.

3.1.4 *CROTALARIA OCHROLEUCA*

Nombre común: *Crotalaria ochroleuca*.

Nombre científico: *Crotalaria ochroleuca*. G. Don

Origen: África

Descripción morfológica: Planta anual con tallo erecto, semileñoso ramificada en la parte superior, con hojas sésiles, alargadas y lanceoladas con la nervadura

principal fuertemente pronunciada. Flores amarillas, de 15 a 50 por inflorescencia, vainas largas con 10 a 20 semillas pequeñas, de color rojo, reniformes y de cara lisa, 1.000 semillas pesan 6.5 g.

Características generales: Planta arbustiva con 8 a 12 ramas, de 36 a 50 nudos y con una altura que fluctúa entre 160 y 168 cm (Anexo 1), de crecimiento inicial rápido que le confiere mayor competitividad y/o un efecto alelopático sobre las malezas. Presenta un índice de área foliar entre 2.1 - 2.4, y una profundidad máxima radicular de 60 cm en suelos Oxisoles, encontrándose la mayor proporción de raíces (82%) en los primeros 30 cm del suelo (Anexo 2).

Exigencias de clima y suelo: Planta de clima tropical y subtropical, tolerante a la sequía, se comporta bien en los suelos arcillosos, arenosos y en suelos ácidos.

Plagas y enfermedades: Plantas con leve ataque de chrysomélidos, sin ataques del perforador de las vainas y con una alta incidencia de antracnosis (Anexo 3).

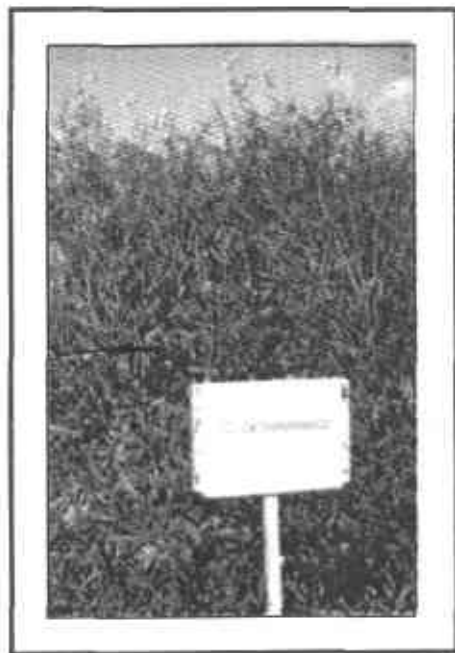
Ventajas y desventajas: La especie *Crotalaria ochroleuca* presenta un desarrollo excelente en suelos Inceptisoles (vegas) y Oxisoles bien drenados con producciones de biomasa seca de 6550 kg/ha y 6618 kg/ha, respectivamente (Anexo 4), aportando por hectárea en suelos Inceptisoles los siguientes nutrientes: 208 kg de N, 84 kg de K, 41 kg de Ca y 12 kg de Mg (Anexos 5 y 6). En los suelos Oxisoles los aportes por hectárea fueron de 211 kg de N, 125 kg de K, 14 kg de Ca y 17 kg de Mg. Los contenidos de lignina fueron de 14% y 7% y la relación C/N de la crotalaria en floración fueron de 13:1 y 14:1, respectivamente (Anexos 4 y 7). Esta especie presentó un excelente comportamiento tanto en suelos Inceptisoles como en los suelos Oxisoles, lo que la hace como una especie con un gran potencial para ser usada como abono verde bajo las condiciones de los Llanos. Por su bajo contenido de lignina y su baja relación C/N, no es muy buena para ser utilizada como cobertura cuando se corta en floración. La *crotalaria ochroleuca* no contiene toxinas en el tallo y hojas por lo que puede ser utilizada como forraje para el ganado o para ensilaje.

3.1.5 CROTALARIA ANAGYROIDES

Nombre común: Cascabelito

Nombre científico: *Crotalaria anagyroides*. Micans Link

Origen: Sur América.



Crotalaria ochroleuca
Villavicencio, Meta, Colombia.



Crotalaria anagyroides
Villavicencio, Meta, Colombia.

Descripción morfológica: Planta anual de porte medio, con hojas simples, sésiles, ovaladas y grandes. Inflorescencia terminal en racimo con flores amarillas y listones purpuras; vainas largas con 10 a 20 semillas, de color café- marrón, reniformes y de cara lisa, 1.000 semillas pesan 17 g.

Características generales: Planta tropical con ocho ramas, de 35 a 51 nudos, con una altura que fluctúa entre 59 y 81 cm y un índice de área foliar entre 3.2 - 4.4 (Anexo 1). La *Crotalaria anagyroides* presentó un pobre desarrollo radicular en suelos Inceptisoles alcanzando una profundidad máxima de 25 cm, encontrándose la mayor proporción (82%) en los 15 cm, en los Oxisoles esta especie presentó un desarrollo radicular más profundo (77 cm), con su mayor distribución en los 40 cm (Anexo 2).

Exigencias de clima y suelo: Planta de clima tropical, se comporta bien en suelos Inceptisoles y Oxisoles bien drenados.

Plagas y enfermedades: Plantas con leve ataque de chrysomélidos, sin ataques del perforador de las vainas y baja incidencia de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: En suelos Inceptisoles la especie *C. anagyroides* es altamente productora de biomasa seca, con producciones de 10.214 kg de M.S./ha (Anexo 4). En los Inceptisoles aportan por hectárea al suelo 232 kg de N, 102 kg de K, 103 kg de Ca y 23 kg de Mg; en suelos Oxisoles produjeron 3.796 kg de M.S./ha, aportando por hectárea: 70 kg de N, 10 kg de P, 84 kg de K, 17 kg de Ca y 10 kg de Mg (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina en el tejido fluctuaron entre 10% y 11% y la relación C/N fluctuó entre 17:1 y 20:1 (Anexos 4 y 7). Por su alta producción de biomasa esta especie tiene gran potencial para ser usada como abono verde bajo las condiciones de los Llanos. Debido a su bajo contenido de lignina y su baja relación C/N la planta presenta una descomposición rápida, por lo que no es aconsejable cortarla en floración y dejarla como tamo sobre el suelo. La planta no contiene sustancias tóxicas por lo que se puede utilizar como forraje en la alimentación animal.

3.1.6 *CROTALARIA RETUSA*

Nombre común: Cascabelito, Maraquita

Nombre científico: *Crotalaria retusa* L.

Origen: África

Descripción morfológica: Subarbusto anual de porte bajo, con hojas simples ovaladas y grandes, peciolo cortos, inflorescencia terminal en racimo de 20 a 25 cm, con flores amarillas y listones purpuras. Presenta vainas oblongas, glabras con muchas semillas, de color amarillo - pardo, 1.000 semillas pesan 16 g.

Características generales: Planta leguminosa con 7 a 8 ramas, de 32 a 42 nudos, una altura entre 54 y 56 cm y un índice de área foliar entre 3.7-4.6 (Anexo 1). La *C. retusa* presenta raíces profundas, tipo pivotante, alcanzando una profundidad máxima de 37 cm en los Inceptisoles y 90 cm en los Oxisoles y con una buena distribución radicular en los primeros 55 cm en suelos Oxisoles (Anexo 2).

Exigencia de clima y suelo: Planta de clima tropical, se comporta bien en los suelos ácidos, particularmente en los Oxisoles bien drenados en donde la especie alcanza un gran volumen y profundidad radicular.

Plagas y enfermedades: La *C. retusa* presentó ataque leve de chrysomélidos y baja incidencia de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Presenta un sistema radicular ideal para ser utilizado como subsolador biológico en suelos Oxisoles y como abono verde por su buena producción de materia seca (8.996 kg/ha en Inceptisoles y 3.171 kg/ha en Oxisoles). En los Inceptisoles aportan al suelo por hectárea 176 kg de N, 87 kg de K, 76 kg de Ca y 21 kg de Mg y en los Oxisoles aportan por hectárea 58 kg de N, 65 kg de K, 12 kg de Ca y 7 kg de Mg (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina en los Inceptisoles fue 13% y en Oxisoles de 6% (Anexo 7); la relación C/N fue de 20:1 y de 24:1, respectivamente (Anexo 4). No se recomienda para alimentación animal porque en su tejido posee el alcaloide tóxico monocrotalina.

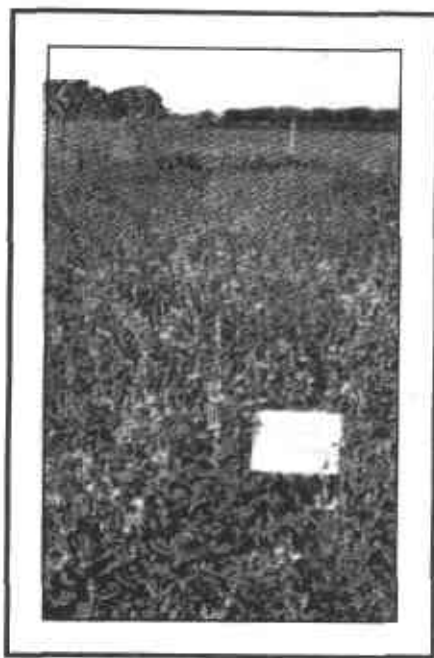
3.1.7 *CROTALARIA LANCEOLATA*

Nombre común: *Crotalaria lanceolata*.

Nombre científico: *Crotalaria lanceolata*. E. Mey

Origen: África.

Descripción morfológica: Planta anual de porte medio, ramificada en la parte superior, con hojas sésiles, alargadas y lanceoladas. Flores amarillas con



Crotalaria retusa en un suelo Oxisol.
Villavicencio. Meta, Colombia.



Crotalaria lanceolata

inflorescencia en espiga, vainas largas, delgadas, semilla abundante, muy pequeña de color amarillo rojizo, reniformes y de cara lisa, 1.000 semillas pesan 2.8 g.

Características generales: Planta arbustiva con 6 a 13 ramas, de 22 a 28 nudos, con una altura que fluctúa entre 55 y 64 cm y un índice de área foliar entre 1.7 - 3.9 (Anexo 1). Sus raíces alcanzaron una profundidad máxima entre 77 cm - 97 cm en suelos Inceptisoles y Oxisoles, respectivamente, encontrándose la mayor proporción de raíces (82%) entre los 25 y 35 cm del suelo (Anexo 2).

Exigencias de clima y suelo: Planta de clima tropical que resiste condiciones secas, con un adecuado crecimiento en suelos Inceptisoles bien drenados, de mediana a baja fertilidad.

Plagas y enfermedades: La especie *C. lanceolata* presentó un ataque leve del perforador de las vainas y una alta incidencia de antracnosis y marchitez descendente (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Esta especie presenta un desarrollo adecuado en suelos Inceptisoles (vegas) bien drenados con producciones de biomasa seca de 3.822 kg/ha, aportando al suelo por hectárea 190 kg de N, 60 kg de K, 29 kg de Ca y 12 kg de Mg (Anexos 4, 5 y 6). Los contenidos de lignina y la relación C/N de la crotalaria en floración fueron de 6% y 7:1, respectivamente (Anexos 4 y 7). En suelos Oxisoles la especie presentó un pobre desarrollo, con aportes de biomasa seca por hectárea de 1445 kg, 48 kg de N, 38 kg de K y 2 kg de Ca (Anexos 4, 5 y 6). Los contenidos de lignina y la relación C/N reportados para la especie en estos suelos fueron de 8% y 12:1, respectivamente (Anexos 4 y 7). Esta especie fue la de menor producción de materia seca bajo las condiciones de los Llanos Orientales.

3.2 CAUPI (*VIGNA UNGUICULATA* (L) WALP)

Nombre común: Caupí
Nombre científico: *Vigna unguiculata* (L) Walp
Origen: África

El género *Vigna* con más de 200 variedades generadas para países tropicales, se caracteriza por ser una planta anual de rápido crecimiento con tallos postrados, vigorosos y herbáceos, con hábito de crecimiento determinado o indeterminado,

raíces profundas, hojas trifoliadas con peciolo largos; flores pediceladas con corolas y pétalos blancos, amarillos y violetas. Las flores normalmente abren en las primeras horas de la mañana cuando ocurre la polinización, cerrándose a medio día. Las vainas aparecen en racimos axilares con pedúnculos largos y una longitud de vaina de 10-25 cm, rectas o curvadas variando en el número de semillas. Las semillas miden de 2-12 mm y poseen tegumento liso y rugoso, pueden ser de color blanco, marrón, negro, rojas, algunas con círculo de diferente color alrededor del hilum, bicolores y tricolores. Esta leguminosa presenta el 50% de floración a los 50 días y su ciclo vegetativo es de 90 días. Pueden ser utilizadas como abonos verdes en monocultivos o intercalados en cultivos perennes como café y cítricos; como forraje para el ganado (corte, pastoreo, heno y ensilajes) y asociada con maíz, millo y sorgo forrajero; y en la alimentación humana los granos secos, como frijol, las vainas verdes como habichuelas y hojas tiernas como espinacas.

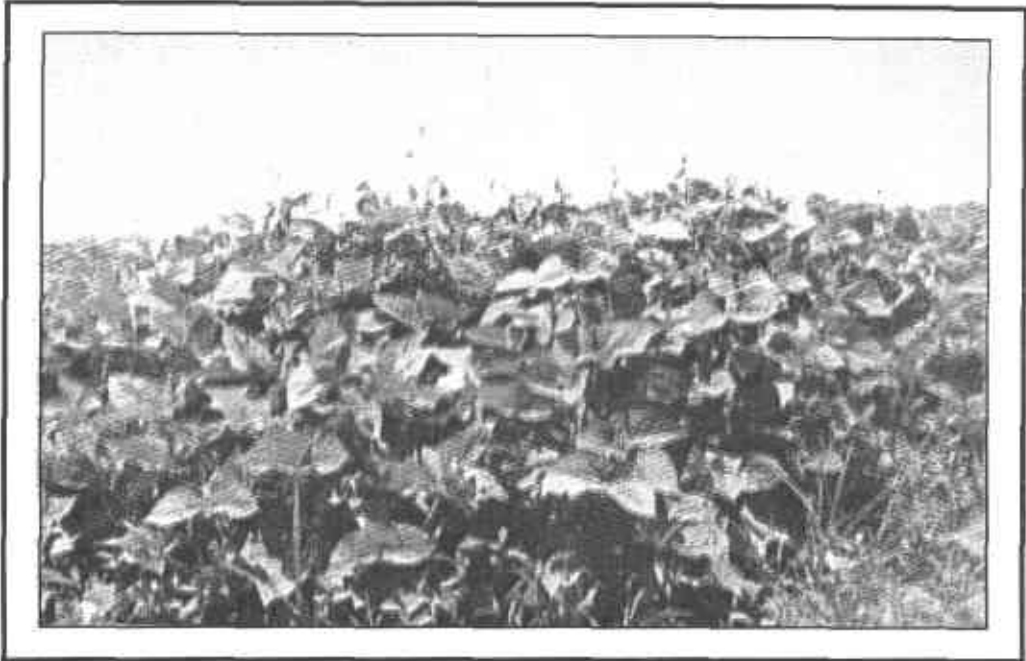
La semilla seca y madura del caupi contiene 22 - 25 % de proteínas, 57% de carbohidratos, 1.3% de grasa y 3.5% de minerales. Aunque esta proteína es deficiente en los aminoácidos metionina y cisteína es rica en lisina y triptófano que son deficientes en todos los granos de los cereales y ayuda a complementar la dieta humana.

Exigencia de clima y suelos: Esta leguminosa es resistente al calor y medianamente tolerante a la sequía. La temperatura más adecuada para su desarrollo se encuentra entre los 20 a 35°C; temperaturas inferiores a 20 °C afectan el desarrollo vegetativo y alargan el ciclo de vida de la planta. Crece bien en suelos francos y franco arenosos, del orden Inceptisoles y Oxisoles bien drenados, a una altitud entre 0 y 1.500 m sobre el nivel del mar.

3.2.1 VARIEDAD: CAUPI ICA - LLANURA

Descripción Morfológica: Planta de clima tropical, semipostrada, con hábito de crecimiento indeterminado, flores de color violeta y granos de color blanco hueso con un círculo marrón en el hilum, 1.000 semillas pesan 79 g.

Características Generales: Planta anual con una altura de 86 cm, con 7 a 17 ramas y de 12 a 17 nudos. Esta especie presentó un índice de área foliar entre 1-7 (anexo 1) y una profundidad máxima de raíces entre 75-95 cm, encontrándose la mayor proporción de raíces (82%) a los 60 cm en el suelo Oxisol (Anexo 2).



Semillas de Caupi Vigna unguiculata



*Panorámica del Caupi, ICA llanura en un suelo inceptisol
Villavicencio, Meta, Colombia.*

Plagas y enfermedades: El caupi ICA Llanura fue altamente afectado por chrysomélidos con una incidencia leve de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Es una planta con un desarrollo excelente en suelos Oxisoles para ser utilizada como abono verde y como subsolador biológico por su raíz pivotante. Por su excelente producción de biomasa (10.512 kg de materia seca/ha) esta leguminosa puede ser utilizada como forraje verde para el ganado o para ensilaje. En suelos Oxisoles aporta por hectárea 326 kg de N, 293 kg de K y 67 kg de Ca (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina obtenidos durante la etapa de formación de vainas fue de 9% y su relación C/N fue de 12:1 (Anexos 4 y 7).

3.2.2 VARIEDAD: CAUPI ICA CALAMARI

Descripción Morfológica: Planta anual, arbustiva con hábito de crecimiento determinado, hojas trifoliadas y flores color violeta, de porte medio con un sistema radicular profundo. Semilla de color rojo-vino tinto, 1.000 semillas pesan 132 g.

Características Generales: Leguminosa con una altura que fluctua entre 51 a 62 cm, 9 a 15 ramas, de 13 a 17 nudos y un índice de área foliar entre 2.1 a 3.2 (Anexo 1). Presenta un sistema radicular pivotante que alcanza una profundidad máxima entre 80-110 cm y una distribución máxima de raíces (82%) a los 80 cm de profundidad en el suelo oxisol (Anexo 2).

Plagas y enfermedades: La variedad ICA - Calamari fue altamente atacada por chrysomélidos, y presentó una incidencia leve de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Es una planta con un desarrollo excelente en los Inceptisoles y Oxisoles bien drenados para ser utilizada como abono verde y como subsolador biológico por su raíz pivotante. Presenta buena producciones de materia seca de 3.862 kg/ha y 4.836 kg/ha, respectivamente (Anexo 4). En suelos Oxisoles la variedad aporta por hectárea 139 kg de N, 149 kg de K y 26 kg de Ca y 19 kg de Mg (Anexos 5 y 6). Su contenido de lignina medido en la etapa de formación de vaina fue de 10% y una relación C/N de 13:1 (Anexo 4).

3.2.3 CAUPI L-590

Descripción morfológica: Planta de clima tropical, porte erecto, con hábito de crecimiento determinado, hojas grandes semi ovaladas, grano de color café claro, 1.000 semillas pesan 131 g.

Características generales: Leguminosa anual con una altura entre 43 y 48 cm, con 11 a 13 ramas, de 12-14 nudos y un índice de área foliar entre 1.3 y 2.0 (Anexo 1). Presenta un sistema radicular profundo entre 75 y 92 cm y una distribución máxima de raíces (82%) entre los 40 a 50 cm de profundidad del suelo (Anexo 2).

Plagas y enfermedades: La línea mejorada L-590 fue atacada por chrysomélidos y presentó una incidencia leve de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Planta con desarrollo adecuado en suelos Inceptisoles y Oxisoles que puede ser utilizada como abono verde. Produce entre 3779 y 5097Kg de materia seca/ha, en los Inceptisoles aporta por hectárea 56 Kg de N, 64 Kg de K, 18 Kg de Ca y 12 Kg de Mg y en los Oxisoles aporta por hectárea 132 Kg de N, 17 Kg de P, 120 Kg de K, 29 Kg de Ca y 14 Kg de Mg (Anexos 4, 5 y 6). El contenido de lignina en el tejido vegetal en la etapa de formación de vainas fue de 10% en los Inceptisoles y 12% en los Oxisoles y la relación C/N fue de 15:1 y 26:1 respectivamente (Anexo 7).

3.2.4 CAUPI L-520

Descripción morfológica: Planta de clima tropical, erecta, hábito de crecimiento determinado, granos de color café claro, 1.000 semillas pesan 133 g.

Características generales: Planta anual con una altura entre 27 y 61 cm, de 10 a 17 ramas, 12 nudos y un índice de área foliar entre 1.2 y 1.7 (Anexo 1). Sus raíces alcanzan entre 65 cm y 87 cm de profundidad en el suelo, localizándose el 82% de las raíces entre los 30 cm y 45 cm (Anexo 2).

Plagas y enfermedades: Esta línea mejorada de caupi presentó ataque alto de chrysomélidos y leve incidencia de antracnosis (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Leguminosa con baja producción de biomasa seca, entre 1.594 y 2.754 Kg de M.S/ha, pero con alta producción de granos (Anexo 4). Aporta al suelo por hectárea entre 42 y 48 kg de N, entre 46 y 54 kg de K, entre 7 y 17 kg de Ca y entre 5 y 8 kg de Mg/ha (Anexos 5 y 6). El contenido de lignina en la etapa de formación de vainas fue de 9% y la relación C/N entre 12:1 y 24:1 (Anexos 4 y 7). Se recomienda para consumo humano.

3.3 CANAVALIA (*CANNAVALIA ENSIFORMIS* (L) DC)

Nombre común: Canavalia, frijol burro, frijol Jack, frijol de playa, frijol mata arrieras, frijol machete.

Nombre científico: *Cannavalia ensiformis* (L) DC.

Origen: México, Brasil, Perú y las Indias Occidentales

Planta domesticada por los indios americanos encontrada en el sudeste de los Estados Unidos y cultivada en gran escala en el Congo y Angola. Es ampliamente sembrada en las zonas tropicales como abono verde y cobertura del suelo para prevenir la erosión, y como ensilaje para el ganado.

Descripción morfológica: Planta anual arbustiva, de porte erecto, poco ramificado y de hábito de crecimiento determinado. Presenta hojas trifoliadas alternadas, con folíolos grandes elíptico-ovalados de color verde oscuro y con nervaduras bien sobresalientes. Las inflorescencias son axilares y en racimos, con flores grandes de color violáceo, vainas achatadas, largas y coriáceas que contienen de 4 a 18 semillas grandes de color blanco 1.000 semillas pesan 1588 g. A los 120 días de edad la planta presenta el 50% de floración y su ciclo vegetativo es de 150 días.

Características generales: Leguminosa arbustiva de 146 cm de altura, con 13 ramas y 26 nudos, con un índice de área foliar entre 0.4 y 3.1 (Anexo 1). Su sistema radicular es pivotante alcanzando una profundidad de 72 cm, localizándose el 82% de sus raíces entre los 15 y 30 cm de profundidad (Anexo 2).

Exigencias de clima y suelo: La *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.

Plagas y enfermedades: Las plantas sólo presentaron un ataque bajo de chrysomélidos (Anexo 3). La semilla se conserva muy bien almacenada y no es afectada por gorgojos ni polillas.

Ventajas y desventajas: Especie eficiente en la cobertura del suelo, presenta efecto alelopático sobre las malezas, especialmente el coquito (*Cyperus rotundus*), pero es susceptible al ataque de nematodos. En los suelos Oxisoles esta especie produjo 9298 Kg de materia seca/ha, aportando por hectárea 257 kg de N, 19 kg de P, 110 kg de K, 21 kg de Ca y 9 kg de Mg (Anexos 4, 5 y 6).

Las hojas y los tallos son fuente de proteína (20% y 4% respectivamente) para los rumiantes. La semilla que contiene 28% de proteína, 2.8% de grasa, 8.5% de fibra, 10.9% de humedad, 1.2% de Arginina, 1.36% de Lisina, 0.27% de Metionina, 1.71% de Leucina, 2.9% de cenizas, 80.6% de T.D.N., 0.16% de Ca, 0.09% de Na, 1.07% de Valina, 0.46% de P, 0.23% de Mg y 1.12% de K se puede usar como fuente de proteína hasta 30% en rumiantes y 10% en gallinas ponedoras. El forraje y las semillas contienen algunos compuestos inhibidores del crecimiento (proteína canavalin A y B, la enzima ureasa y el aminoácido canavalina), los cuales son destruidos con el calor o al cocinar o tostar la semilla, pero para la alimentación de los monogástricos (porcinos) hay necesidad de tratar éstos con calor. Comúnmente es consumido en Asia y Japón como un vegetal verde cocido o como fríjol tostado.

3.4 VITABOSA (*MUCUNA DEERINGIANUM* (BORT) SMALL)

Nombre común: Vitabosa, fríjol terciopelo, mucuna aná

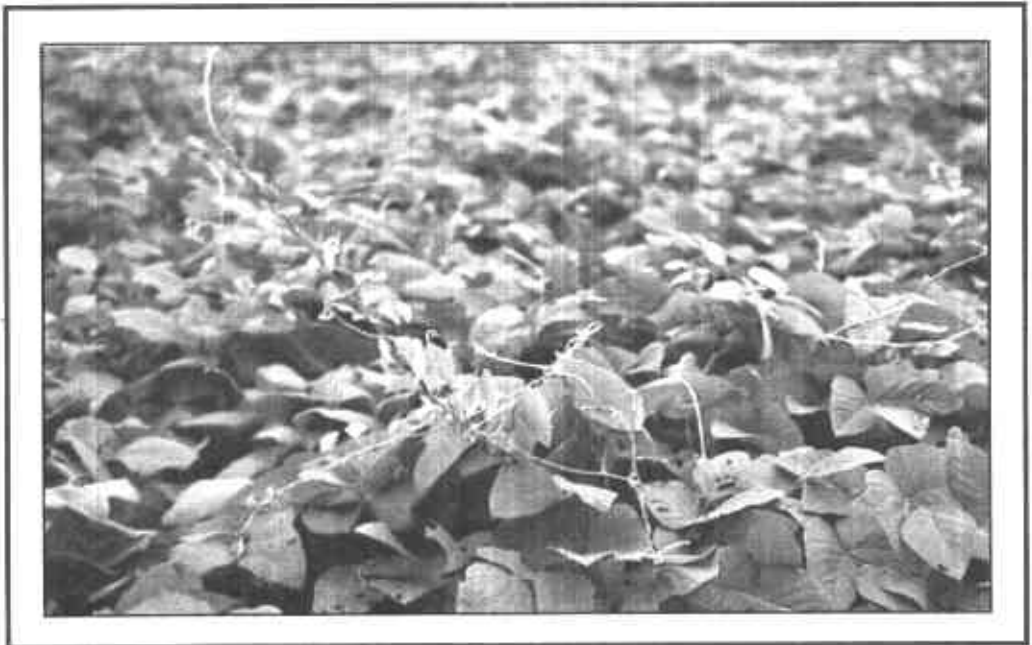
Nombre científico: *Mucuna deeringianum* (Bort) Small

Origen: Sur de Asia o Malasia

La *Mucuna deeringianum* conocida anteriormente como *Stizolobium deeringianum* fue introducida a los Estados Unidos en 1876, y de allí fue llevada



Cannavalia ensiformis
Villavicencio, Meta, Colombia.



Mucuna deeringiana, detalle de la planta, flor y semilla en un suelo Inceptisol.
Villavicencio, Meta, Colombia.

a otros países tropicales. En la actualidad la vitabosa se cultiva especialmente como cobertura en Hawaii, Australia, las Filipinas, Malasia y México. En la costa Norte de Honduras los pequeños agricultores han utilizado la vitabosa como abono verde (fuente de N) para el cultivo del maíz.

El Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops de Inglaterra, ha compilado dos bibliografías con resúmenes de publicaciones sobre el género *Mucuna* escritos entre 1955 y 1976. De esta bibliografía se deduce que en todo el trópico se ha ensayado y utilizado con éxito la vitabosa como abono verde, banco de proteína, producción de forraje verde para el ganado en la estación seca, producción de heno y de ensilaje, producción de semillas para nutrición animal, elaboración de concentrados y cultivo asociado con maíz o sorgo.

Descripción morfológica: Son plantas gruesas anuales o bianuales que crecen en forma de enredadera. Las hojas son grandes y trifoliadas, con tres folíolos anchos. Los racimos nodulosos con flores blancas o violáceas a lo largo del ráquis; las vainas son anchas, cortas y comprimidas, con pico curvo; tienen semillas grandes, ovales y de varios colores.

Características generales: Leguminosa de hábito de crecimiento voluble, con tallos delgados de 3 a 18 m de longitud, hojas grandes, con un índice de área foliar entre 5.2 y 6.6, vainas con cáscara gruesa con terciopelo, de 3 a 6 semillas por vainas, de color gris con manchas marrones, 1.000 semillas pesan 770 g. Las raíces son voluminosas y profundizan hasta 72 cm, encontrándose el 82% de ellas distribuidas en los primeros 30 cm de profundidad del suelo (Anexos 1 y 2).

Exigencia de clima y suelo: Planta tropical o subtropical que crece desde el nivel del mar hasta aproximadamente 2000 m de altitud. La especie se adapta a suelos bien drenados, de arenoso hasta arcillosos, con pH entre 4.5 y 7.5, en zonas con temperaturas entre 18.7 y 30 °C y una precipitación promedia entre 380 y 3.150 mm/año. En suelos franco arenosos ácidos (pH entre 5 y 6.5) su producción es óptima.

Plagas y enfermedades: A pesar de la presencia de la sustancia levodopa (L. Dopa) en las hojas, el cual funciona como barrera para el ataque de insectos, en los suelos Inceptisoles y Oxisoles se presentó ataque moderado de chrysomélidos, sin presencia de enfermedades (Anexo 3).

Ventajas y desventajas: Especie agresiva, con alta producción de biomasa seca entre 4.027 kg/ha y 6.665 kg/ha, en los suelos Inceptisoles y Oxisoles (Anexo 4). En los Inceptisoles aporta por hectárea 71 kg de N, 57 kg de K y 9 kg de Ca y en los Oxisoles aportan por hectárea más nutrientes: 177 kg de N, 107 kg de K, 9 kg de Ca y 8 kg de Mg (Anexos 5 y 6). Los contenidos de lignina en los Inceptisoles fue 10% y en los Oxisoles 5% (Anexo 7) y las relaciones C/N fueron 27:1 y 18:1 en los Inceptisoles y Oxisoles, respectivamente (Anexo 4).

Esta leguminosa se utiliza principalmente como forraje y abono verde, pero en algunas partes se comen las semillas, generalmente después de remojarlas, cocinarlas, asarlas o fermentarlas para eliminar los principios tóxicos, probablemente dihydroxyphenylalanina. Por su crecimiento voluble y alta agresividad la vitabosa es utilizada en algunas áreas de Colombia para controlar especies de malézas agresivas como la guayacana o vendeaguja (*Imperata contracta*).

4. UTILIDAD DE LAS LEGUMINOSAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

La cantidad y calidad nutritiva de un forraje son factores que interactúan e influyen significativamente en la producción de ganado. Si la cantidad de forraje disponible no es limitante y no se presentan problemas de aprehensión, entonces las ganancias de peso de los bovinos estarán en gran parte determinados por el consumo voluntario de materia seca digerible, sinónimo de calidad nutritiva (Elliot et al, 1961 y Holmes et al, 1966).

Los cambios en digestibilidad asociados con madurez son más drásticos en las gramíneas que en las leguminosas y los cambios en el contenido de nutrientes con la madurez no solo se reflejan en la energía (digestibilidad de la materia seca) sino también en el contenido de proteína. Thornton y Minson, 1973 afirman que el consumo a una misma digestibilidad fue mayor en leguminosas que en gramíneas, aparentemente se da un menor tiempo de retención de la leguminosa en el rumen del animal.

La disminución en digestibilidad tiene un efecto depresivo en el consumo voluntario de forraje por parte del animal, dadas las limitaciones físicas que impone el tracto digestivo para procesar residuos no digeridos (Lascano, 1980). Mientras más digestible es un forraje más energía aporta.

Los rumiantes son capaces de digerir por lo menos el 50% de la fibra de la mayoría de los alimentos y se ha demostrado que los alimentos ricos en proteínas promueven el desdoblamiento microbiano de la fibra. La lignina no solo es indigestible por si misma, sino que también disminuye la digestibilidad de la celulosa y de otros carbohidratos complejos.

Bajo el punto de vista de nutrición animal es necesario determinar el contenido de proteína bruta que incluye la proteína verdadera y los compuestos nitrogenados no proteicos como aminoácidos libres, péptidos sencillos, urea, purinas, etc. y los constituyentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) y complementar ésta información con el análisis de digestibilidad (Dieter, 1997).

Dentro del género *Crotalaria* sólo las especies *C. ochroleuca* y *C. anagyroides* son usadas en la alimentación animal, mientras que el Caupí, *Cannavalia* y *Mucuna* son reportados como especies aptas para el consumo animal con altos aportes de proteína.

Crotalaria ochroleuca

Esta leguminosa tropical en los Inceptisoles y Oxisoles producen alta cantidad de biomasa (6.584 kg de MS/ha) con un contenido normal de proteína cruda entre 10% y 12%, con los constituyentes de la pared celular (FDN) entre 65% y 67% y de ellos los contenidos digeribles hemicelulosa están en el rango normal entre 11% y 16% y la celulosa está en el rango normal y un poco más 35% y 49%, pero esto es favorable. El contenido de lignina, material no digerible, en el Oxisol fue normal (7%) y en el Inceptisol fue más de lo normal (14%), lo cual puede evidenciar algo de depresión en el consumo por parte del animal (Anexos 7 y 8).

Crotalaria anagyroides

Es también una excelente productora de forraje con producciones de materia seca entre 3.796 kg/ha y 10.214 kg/ha, con contenido normal de proteína cruda entre 10% y 14%, componentes de la pared celular (FDN) entre 44% y 45%, de ellos el contenido de hemicelulosa está por debajo del rango normal entre 3% y 10% y el de celulosa normal entre 30% y 35%. El contenido de lignina normal entre 10% y 11%. Aparentemente esta especie es consumida por el animal, pero es deficiente en hemicelulosa (Anexos 7 y 8).

Caupí ICA llanura

Leguminosa con alta producción de forraje entre 2.427 MS/ha y 10.512 kg de MS/ha, contenido alto de proteína superior al nivel normal entre 13% y 18% y con 53% de constituyentes de pared celular (FDN), de ellos sólo 9% es hemicelulosa y 32% a 35% es celulosa. El contenido de lignina está en el rango normal entre 9% y 11% (Anexos 7 y 8).

Caupí ICA Calamari

Leguminosa con buena producción de forraje entre 3.862 kg de MS/ha y 4.836 kg de MS/ha, con alto contenido de proteína entre 13% y 19%, componentes de la pared celular (FDN) entre 44% y 45%, de ellos el contenido de hemicelulosa es bajo entre 4% y 9%, el de celulosa normal entre 24% y 31%. El contenido de lignina es normal entre 10% y 11% (Anexos 7 y 8).

Caupí L-590

Leguminosa con buena producción de forraje entre 3.779 kg de MS/ha y 5.097 kg de MS/ha, con contenido alto de proteína entre 14% y 17%, componentes de la pared celular (FDN) entre 43% y 50%, de ellos el contenido de hemicelulosa es bajo entre 6% y 9% y el de celulosa normal entre 24% y 32%. El contenido de lignina fue normal en el Inceptisol 10% y un poco alto 12% en el Oxisol (Anexos 7 y 8).

Caupí L-520

Especie de baja producción de forraje entre 1.594 kg de MS/ha y 2.754 kg de MS/ha, pero con alto contenido de proteína entre 15% y 19%, los constituyentes de la pared celular (FDN) fluctuaron entre 44% y 46%. El contenido de la hemicelulosa fue normal (10%) en el Inceptisol y baja (8%) en el Oxisol y la celulosa fue normal entre 24% y 29%, al igual que la lignina entre 9% y 10% (Anexos 7 y 8).

Cannavalia ensiformis

Leguminosa altamente productora de forraje (9.298 kg de MS/ha) en los

Oxisoles, con alto contenido de proteína entre 15% y 16%, constituyentes de la pared celular (FDN) entre 48% y 57%, con altos contenidos de hemicelulosa entre 13% y 16%, contenidos normales de celulosa entre 24% y 29%, y contenidos de lignina un poco superior al valor normal entre 11% y 12% (Anexos 7 y 8).

Mucuna deeringianum

Leguminosa agresiva, de buena producción de forraje entre 4.027 kg de MS/ha y 6.665 kg de MS/ha, con alto contenido de proteína entre 13% y 17%, los constituyentes de la pared celular entre 57% y 59%, con contenido de hemicelulosa bajo (8%) en el Inceptisol y alto (12%) en el Oxisol, contenido normal de celulosa entre 39% y 40% y contenido normal de lignina entre 5% y 10% (Anexos 7 y 8).

5. CONCLUSIONES

Las leguminosas con buen comportamiento en suelos inceptisoles como abono verde son *Crotalaria retusa*, *C. Juncea* y *C. Striata*.

Las leguminosas aptas como abono verde para suelos oxisoles son *Crotalaria spectabilis*, Caupi llanura y *Cannavalia ensiformis*.

Las especies *Crotalaria anagyroides*, *C. Ochroleuca*, Caupí calamari y *Mucuna deeringianum*, presentaron un crecimiento adecuado, tanto en suelos oxisoles como en inceptisoles.

Las crotalarias aportan al suelo por hectárea entre 41 y 252 kg de N, 2 y 25 kg de P, 36 y 102 kg de k, 2 y 103 kg de Ca y 2 y 23 kg de Mg.

Los Caupíes aportan al suelo por hectárea entre 31 y 326 kg de N, 5 y 22 kg de P, 46 y 293 kg de k, 7 y 67 kg de Ca y 5 y 38 kg de Mg.

Cannavalia ensiformis aporta al suelo oxisol por hectárea 177 kg de N, 16 kg de P, 107 kg de K, 9 kg de Ca y 8 kg de Mg.

Mucuna deeringianum aporta al suelo oxisol por hectárea 177 kg de N, 16 kg de P, 107 kg de k, 9 kg de Ca y 8 kg de Mg.

Las leguminosas *C. Juncea*, *C. Anagyroides*, *C. Retusa*, Caupi calamari, Caupi llanura, Caupi L-590, Caupi L-520 y *Mucuna deeringianum* pueden ser utilizadas como cobertura del suelo, ya que presentan una relación C/N alta.

Las leguminosas que pueden ser utilizadas en la alimentación animal son *C. Ochroleuca*, *C. Anagyroides*, los cuatro materiales de caupi, *Cannavalia ensiformis* y *mucuna deeringianum*.

Las especies con buen desarrollo radicular y que pueden ser utilizadas como cinceles biológicos en suelos ácidos son *C. Retusa*, *C. Spectabilis*, *C. Pallida*, Caupi llanura, Caupi calamari y Caupi L-590.

**ANEXO 1. Características morfológica de 13 leguminosas en un suelo inceptisol y oxisol. Meta (Colombia).
Corpoica, 1998.**

Genotipo	Altura (cms)		Ramas (No.)		Nudos (No.)		Índice Área Foliar	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	188	117	8	4	80	75	1.9	0.8
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	168	160	11	8	49	35	2.4	2.1
<i>Crotalaria anagyroides</i>	81	59	8	8	51	35	3.2	4.4
<i>Crotalaria retusa</i>	56	54	8	7	48	42	3.7	4.6
<i>Crotalaria spectabilis</i>	77	85	22	14	36	36	4.1	5.6
<i>Crotalaria lanceolata</i>	64	55	13	6	22	28	3.9	1.7
<i>Crotalaria pallida</i>	-	72	-	10	-	16	-	3.0
Caupí llanurá	87	86	7	15	12	17	1.3	6.6
Caupí calamari	62	51	9	15	13	17	2.1	3.2
Caupí L-590	48	43	11	13	12	14	1.3	2.0
Caupí L-520	61	27	17	10	12	12	1.7	1.2
<i>Cannavalia ensiformis</i>	146	145	-	13	-	26	0.4	3.1
<i>Mucuna deeringianum</i>	50	50	-	-	-	-	6.6	5.2

Fuente: Laboratorio de Fisiología Vegetal, CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 2. Distribución radicular y máxima profundidad de raíces de 13 leguminosas en un suelo inceptisol y oxisol. Meta (Colombia). Corpoica 1998.

Genotipo	Distribución Radicular* (cm)		Máxima Profundidad de Raíces (cm)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	-	25	-	50
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	-	30	-	60
<i>Crotalaria anagyroides</i>	15	40	25	77
<i>Crotalaria retusa</i>	15	55	37	90
<i>Crotalaria spectabilis</i>	45	50	80	80
<i>Crotalaria lanceolata</i>	25	35	97	77
<i>Crotalaria pallida</i>	15	60	67	92
Caupí llanura	40	60	75	95
Caupí calamari	45	80	80	110
Caupí L-590	40	50	75	92
Caupí L-520	30	45	65	87
<i>Cannavalia ensiformis</i>	15	30	40	72
<i>Mucuna deeringianum</i>	-	35	-	72

* 82% del total de raíces en el suelo

ANEXO 3. Reacción a plagas y enfermedades de 13 leguminosas en un suelo inceptisol y oxisol. Meta (Colombia). Corpoica, 1998.

Genotipo	Chrysomélidos		Lepidóptero (1)		Hongos (2)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	7	3	3	0	9	9
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	0	2	0	0	9	8
<i>Crotalaria anagyroides</i>	1	0	0	0	0	4
<i>Crotalaria retusa</i>	1	0	0	0	0	3
<i>Crotalaria spectabilis</i>	1	1	3	0	9	7
<i>Crotalaria lanceolata</i>	0	0	0	1	9	10
<i>Crotalaria pallida</i>	1	0	0	0	9	4
Caupí llanura	9	7	0	0	0	6
Caupí calamari	8	8	0	0	0	2
Caupí L-590	8	7	0	0	0	2
Caupí L-520	8	8		0	0	4
<i>Cannavalia ensiformis</i>	4	3	0	0	0	0
<i>Mucuna deeringianum</i>	6	7	0	0	0	0

(1): Lepidóptero Arctiidae: *Utetheisa ornatrix* L.

(2): Hongos: *Colletotrichum dematium* y *Fusarium* sp.

Escala de evaluación: 1 = 0-10%; 2 = 11-20%; 3 = 21-30%; 4 = 31-40%; 5 = 41-50%;
6 = 51-60%; 7 = 61-70%; 8 = 71-80%; 9 = 81-90%;
10 = 91-100% de plantas afectadas

ANEXO 4. Producción de Biomasa (Materia seca kg/Ha) y relación C/N de 13 leguminosas a 50% de floración en un inceptisol y oxisol. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998.

Genotipo	Materia Seca (Kg./Ha.)		Relación C/N*	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	7.310	2.025	15	21
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	6.550	6.618	13	14
<i>Crotalaria anagyroides</i>	10.214	3.796	17	20
<i>Crotalaria retusa</i>	8.996	3.171	20	24
<i>Crotalaria spectabilis</i>	4.542	5.389	12	17
<i>Crotalaria lanceolata</i>	3.822	1.445	7	12
<i>Crotalaria pallida</i>	5.885	3.116	8	9
Caupí llanura	2.427	10.512	28	12
Caupí calamari	3.862	4.836	26	12
Caupí L-590	3.779	5.097	26	15
Caupí L-520	2.759	1.594	24	12
<i>Cannavalia ensiformis</i>	1.896	9.298	15	16
<i>Mucuna deeringianum</i>	4.027	6.665	27	18

Fuente: Laboratorio de Suelos, CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 5. Aporte de N y P (Kg/Ha) a un suelo Inceptisol y Oxisol por 13 leguminosas a 50% de floración. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998.

Genotipo	N (Kg./Ha.)		P (Kg/Ha)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	192	41	19	2
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	208	211	22	14
<i>Crotalaria anagyroides</i>	232	70	25	10
<i>Crotalaria retusa</i>	176	58	24	7
<i>Crotalaria spectabilis</i>	140	127	14	12
<i>Crotalaria lanceolata</i>	190	48	12	2
<i>Crotalaria pallida</i>	252	139	22	7
Caupí llanura	31	326	10	46
Caupí calamari	49	139	13	22
Caupí L-590	56	132	14	17
Caupí L-520	42	48	11	7
<i>Cannavalia ensiformis</i>	53	12	6	19
<i>Mucuna deeringianum</i>	71	177	11	16

Fuente: Laboratorio de Suelos, CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 6. Aporte de K, Ca y Mg (Kg/Ha) a un suelo Inceptisol y Oxisol por 13 leguminosas a 50% de floración. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998.

Genotipo	K (Kg/Ha)		Ca (Kg/Ha)		Mg (Kg/Ha)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	65	36	62	2	14	5
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	84	125	41	14	12	17
<i>Crotalaria anagyroides</i>	102	84	103	17	23	10
<i>Crotalaria retusa</i>	88	65	76	12	20	7
<i>Crotalaria spectabilis</i>	65	125	27	26	10	10
<i>Crotalaria lanceolata</i>	60	38	29	2	12	2
<i>Crotalaria pallida</i>	91	62	84	10	12	10
Caupí llanura	127	293	16	67	8	38
Caupí calamari	77	149	22	26	11	19
Caupí L-590	64	120	18	29	12	14
Caupí L-520	54	46	17	7	8	5
<i>Cannavalia ensiformis</i>	28	110	11	21	2	9
<i>Mucuna deeringianum</i>	57	107	9	9	5	8

Fuente: Laboratorio de Suelos, CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 6A. Contenido de N, P Y K (%) en el tejido vegetal de 13 leguminosas a 50% de floración en un suelo Inceptisol y Oxisol. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998.

Genotipo	N%		P%		K%	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	2.57	2.00	0.26	0.16	0.89	1.81
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	3.07	3.00	0.33	0.20	1.30	1.95
<i>Crotalaria anagyroides</i>	2.24	2.05	0.24	0.26	1.01	2.21
<i>Crotalaria retusa</i>	2.03	1.83	0.30	0.24	1.06	2.06
<i>Crotalaria spectabilis</i>	2.38	2.20	0.33	0.22	1.42	2.08
<i>Crotalaria lanceolata</i>	4.82	3.35	0.31	0.23	1.57	2.72
<i>Crotalaria pallida</i>	4.30	4.43	0.35	0.27	1.55	2.04
<i>Caupí llanura</i>	1.35	3.31	0.42	0.43	1.88	2.79
<i>Caupí calamari</i>	1.51	2.90	0.38	0.45	2.08	3.12
Caupí L-590	1.56	2.55	0.43	0.34	1.90	2.32
Caupí L-520	1.61	2.97	0.44	0.41	2.10	3.30
<i>Cannavalia ensiformis</i>	2.85	2.77	0.30	0.21	1.42	1.19
<i>Mucuna deeringianum</i>	1.77	2.62	0.28	0.25	1.44	1.58

Fuente: Laboratorio de Suelos. CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 6B. Contenido de Ca y Mg (%) en el tejido de 13 leguminosas a 50% de floración en un suelo Inceptisol y Oxisol. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998.

Genotipo	Ca (%)		Mg (%)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	0.90	0.17	0.19	0.20
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	0.71	0.22	0.20	0.25
<i>Crotalaria anagyroides</i>	1.02	0.41	0.22	0.27
<i>Crotalaria retusa</i>	0.84	0.42	0.22	0.26
<i>Crotalaria spectabilis</i>	1.13	0.50	0.19	0.19
<i>Crotalaria lanceolata</i>	0.70	0.17	0.30	0.22
<i>Crotalaria pallida</i>	1.42	0.34	0.22	0.29
Caupí llanura	0.67	0.63	0.29	0.37
Caupí calamari	0.66	0.54	0.28	0.39
Caupí L-590	0.68	0.54	0.29	0.28
Caupí L-520	0.73	0.50	0.30	0.29
<i>Cannavalia ensiformis</i>	0.57	0.22	0.11	0.10
<i>Mucuna deeringianum</i>	0.23	0.14	0.13	0.12

Fuente: Laboratorio de Suelos. CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 7. Contenido de la pared celular y sus fracciones (% M.S.) de 13 leguminosas a 50% de floración en un suelo Inceptisol y Oxisol. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998

Genotipo	Hemicelulosa (%)		Celulosa (%)		Lignina (%)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	17	17	31	42	21	14
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	16	11	35	49	14	7
<i>Crotalaria anagyroides</i>	10	3	35	30	10	11
<i>Crotalaria retusa</i>	6	4	33	35	13	6
<i>Crotalaria spectabilis</i>	11	3	19	32	14	15
<i>Crotalaria lanceolata</i>	13	9	20	37	6	8
<i>Crotalaria pallida</i>	-	10	-	33	-	8
Caupí llanura	9	9	32	35	11	9
Caupí calamari	9	4	24	31	11	10
Caupí L-590	9	6	24	32	10	12
Caupí L-520	10	8	24	28.8	10	9
<i>Cannavalia ensiformis</i>	16	13	29	24	12	11
<i>Mucuna deeringianum</i>	8	12	39	40	10	4

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. CORPOICA, Villavicencio

ANEXO 8. Contenido de proteína cruda y fibra de 13 leguminosas a 50% de floración en un suelo Inceptisol y Oxisol. Meta, (Colombia). Corpoica, 1998

Genotipo	Proteína Cruda (%)		Fibra Detergente Neutro (%)		Fibra Detergente Ácida (%)	
	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol	Inceptisol	Oxisol
<i>Crotalaria juncea</i>	9	12	69	73	52	56
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	12	10	65	67	49	58
<i>Crotalaria anagyroides</i>	10	14	55	44	45	41
<i>Crotalaria retusa</i>	10	14	52	45	45	42
<i>Crotalaria spectabilis</i>	17	16	43	50	33	47
<i>Crotalaria lanceolata</i>	28	18	39	54	26	45
<i>Crotalaria pallida</i>	22	22	-	51	-	40
Caupí llanura	13	18	53	53	42	44
Caupí calamari	13	19	44	45	35	40
Caupí L-590	14	17	43	50	34	44
Caupí L-520	15	19	44	46	33	38
<i>Cannavalia ensiformis</i>	15	16	57	48	34	35
<i>Mucuna deeringianum</i>	13	17	59	57	49	45

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. CORPOICA, Villavicencio

7. BIBLIOGRAFÍA

BRANDJES, P.; VANDONGEN, P.; VANDERVEER, A. 1989. Green manuring and other forms of soil improvement in the tropics. Agrodok 28. Wageningen. 33p.

CALEGARI, A. 1995. Leguminosas para adubacao verde de verao no parana. IAPAR, Londrina. Circular No. 80. 117p.

CALEGARI, A.; BULISANIE, A.; WILDNER, L.P.; BALTASAR, m.; BARDAVIL, A.P.; MIYASAKA, S.; AMADO, C.T. 1993. Adubacao verde no sul do Brasil. 2da. edicao. AS-PTA Assesoria e servicios a projetos em agricultura alternativa. Río de Janeiro. 346p.

COMMONWEALTH BUREAU OF PASTURES AND FIELD CROPS. 1976. Annotated Bibliography No. G 222. Stizolobium spp. 1955-1976. Oxford. Commonwealth Agricultural Bureaux. 12p.

DIETER, H.H. 1997. Calidad nutricional y producción animal. CORPOICA Regional 8. Villavicencio. Informe. 15p.

DUKE, J. A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance, USDA Beltsville, Maryland.

HOWARD A., HOWARD, G. L. C., and RAHMAN, K. A. 1919. Studies in the pollination of indian crops. India Dept. Ag. Mem., Bot. Ser., 10: 195 - 220.

ICA. ICA Calamari, ICA Betanci nuevas variedades mejoradas de frijol Caupí. Hoja Divulgativa. (Sin año).

LASCANO, C. 1980. Programa de capacitación científica de pastos tropicales. CIAT. Calidad de pasturas y nutrición. CIAT, Cali. 32p.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1979. Tropical legumes: Resources for the future. Washington D.C. 331p.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; WARNER, G.R. 1988. Nutrición animal. 7a. edición, México. 640p.

MCKEE, R., and ENLOW, C. R. 1931. CROTALARIA, A new legume for the South. U.S. Dept. Ag. Cir. 137, 30 pp.

MCKEE, R., STEPHENS, J. L., and JOHNSON, H. W. 1946. Crotalaria culture and utilization. U.S. Dept. Ag. Farmers'. Bul. 1980, 17 pp.

PIAMONTE, R. 1997. Abonos verdes. En: Secretaría de Agricultura de Antioquia (Ed.). Agricultura ecológica sostenible. Memorias de Congreso Nacional, agosto 1996. Cuadernos Académicos "Quirama" No. 15. p: 9-28.

PRATAGIL PEREIRA DE ARAUJO, J.; PEREIRA R.,G.; WATT, E.E.; PEREIRA DAS NEVES B.; KUMAR FRAGEIRA, N.; PEREIRA DE OLIVEIRA, I.; MORAIS GUIMARAES, Cl.; SILVEIRA FILHO, A. 1984. Cultura do Caupí, *Vigna unguiculata* (L). Walp; descricao e recomendacoes técnicas de cultivo. EMBRAPA-CNPAP. Circular No. 18. 82p.

RITCHEY, G. E., MCKEE, R., BECKER, R. B., and others. 1941. Crotalaria for forage. Fla. Ag. Expt. Sta. Bul. 361, 72 pp.

ROBERTS, A. C. 1939. Crotalaria. Amer. Bee Jour. 79: 84.

SANCHEZ S., L.F. 1984. Comportamiento del Caupí (*Vigna unguiculata*). ICA. Boletín Técnico No. 113. Tibaitatá. Bogotá. 27p.

SOLLA. Cannavalia, el cultivo del futuro. Hoja Divulgativa (Sin año).

VAN Eijk-Bos.C; MORENO, V.A.; VEGA G., L.E. 1987. Recuperación de tierras invadidas por *Imperada contracta* (H.B.K.) Hitch a partir de la incorporación de la leguminosa *Mucuna deeringiana* (Bort). Small en Urabá-Colombia. Convenio CONIF-Holanda CORPOURABA. CONIF Informa No. 8. 47p.

VARGAS, O. M., QUIÑONEZ, L. M, y PARRA, J. L. 1998. Plantas tóxicas para los bovinos en la vega del río Arauca. Manual de asistencia técnica No. 03. CORPOICA-PRONATTA.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración en la ejecución del presente trabajo a los doctores Vicente E. Rey Valenzuela (Fitopatólogo), Guillermo León Martínez (Entomólogo), Oscar Pardo Barbosa y Jorge Medrano Leal (Nutrición Animal) y a los funcionarios Claudia Aponte, David Pardo, Mesias Moreno, Oscar Triana y René Castellanos.

En la revisión del texto a los doctores Luz Mila Quiñonez (Taxónoma UNILLANOS), doctor Orlando Parada (Entomólogo UNILLANOS), Carmen R. Salamanca Solís (Microbióloga Suelos), Diego Aristizábal Quintero (Fitopatólogo) y Samuel Caicedo Guerrero (Mejorador).

En la edición de fotografías a la doctora Ruby Hernández y al Comunicador Social Ivan Yesid Gómez.

En la transcripción del texto a Luz Marina Rincón Olmos

Programa Regional Métodos de Transferencia de Tecnología
CORPOICA Regional Ocho
Villavicencio, Meta, Colombia

Se termino de imprimir febrero de 2002