

2602

1 Adaptación de pastos leguminosas a suelos ácidos del Trópico en Suraméri
2 ca. Dr. E. M. Hutton, CIAT.

061661

UNIDAD DE INFORMACION Y DOCUMENTACION

3
4 En la Suramérica tropical, existen más de 500 millones de hectáreas
5 de suelos Oxisoles y Ultisoles ácidos e infértiles de los cuales menos
6 del 5% han sido desarrollados. Una alta proporción de ésta inmensa área
7 está en Brasil, pero hay áreas significativas en Colombia, Venezuela y
8 Perú. Cerca del 70% son bosques lluviosos, y un 27% savanas, suelos con
9 pHs menores que 5 y las saturaciones de Al a menudo son superiores al 70%.
10 Qué tipo de desarrollo futuro veremos en las pasturas productoras de
11 leche y carne en éstas áreas?. Seguirá existiendo indiferencia de parte
12 de muchos agricultores en cuanto al uso de las leguminosas de manera que
13 la producción de ganado permanezca siendo más baja de lo que realmente
14 debería ser en éstas áreas favorables de Suramérica?.

15 En muchas áreas, el uso de gramíneas agresivas como *Brachiaria*
16 *decumbens* y *B. humidicola* ha aumentado la producción de carne de ganado,
17 sin incluir leguminosas o fertilizantes. El éxito de las *Brachiarias* ha
18 servido de apoyo para sustentar la idea de que las leguminosas son una
19 adición cara e innecesaria para las pasturas. Sinembargo, después de que
20 la mayor parte del suelo nativo nitrogenado ha sido usado, los pastos de
21 *Brachiaria* pura se vuelven amarillosos, son más fuertemente atacados por
22 cigarrina y dan una significativa reducción en la producción de carne de
23 ganado. Alta producción de pastos de gramíneas incluyendo *Brachiaria*, no
24 puede mantenerse si no se aplican cantidades apropiadas de N, P, S, Ca,
25 Mg, K y los elementos menores. Como en todos los tipos de producción,
26 no es posible dejar algo para nada. Sinembargo, los vitales en N
27 y proteína para pastos pueden obtenerse económicamente mediante el

48540

039464

04 NOV 1998

1 uso de una leguminosa y la corrección de las deficiencias de los minera-
2 les del suelo.

3 4 FUNCIONES DE LAS LEGUMINOSAS

5 Todos los pastos necesitan recibir constantemente N para mantener y
6 aumentar la productividad del pasto y ganado. El rápido aumento en el
7 costo de fertilizantes nitrogenados, hace su uso demasiado caro, espe-
8 cialmente en pastos extensivos. Ahora está generalmente acordado que la
9 mayoría de los pastos necesitan incluir leguminosas persistentes. Estas
10 proporcionan una fuente continua y económica de N para gramíneas asocia-
11 das y de proteína para el crecimiento y producción animal.

12 Las leguminosas están capacitadas para fijar N atmosférico por la
13 asociación simbiótica con *Rhizobium* de los nódulos de sus raíces. En
14 cuanto a la leguminosa, existen grados variables de especificidad de
15 *Rhizobium*, tales como alto en *Leucaena*, medio en *Centrosema* y bajo en
16 *Stylosanthes*. La inoculación de la semilla de un número de leguminosas,
17 sembradas con *Rhizobium* eficientemente seleccionado, da una ventaja dis-
18 tinta de crecimiento durante el establecimiento.

19 Existe una correlación directa entre la producción de materia seca
20 de la leguminosa y el N adicionado al pasto. Cerca de 3000 Kg/ha en ma-
21 teria seca de leguminosa necesitan ser producidas para fijar 100 Kgs de
22 N/ha (Jones et. al. 1967). El promedio de crecimiento de pastos tropica-
23 les leguminosas agrega a el sistema de pasto-suelo 40-210 Kg N/ha/an y
24 muy buen rendimiento superior a 340 Kg/ha/an (Henzell 1968). Dependiendo
25 de las condiciones, las leguminosas tropicales aumentan el N del suelo
26 de 30 a 145 Kgs/ha/an (Henzell et. al. 1966, Bruce 1967), pero cantida-
27 des más altas que ésta, son posibles de obtenerse con leguminosas ferti-

1 lizadas bajo condiciones del trópico húmedo.

2 Hay una relación positiva entre el contenido de leguminosa de un pas-
3 to y las ganancias de peso vivo del ganado en pastoreo (Evans 1970). El
4 20% del contenido de una leguminosa o más en un pasto, usualmente garan-
5 tiza que el contenido proteínico del forraje no descienda del valor crí-
6 tico del 7%, lo cual restringiría severamente su ingestión (Milford y
7 Minson 1966).

8 Bajo continuo pastoreo, la selección de la dieta del ganado puede man-
9 tener un buen balance de leguminosa-gramínea. Por ejemplo, a Carimagua,
10 en *B. decumbens* o *B. humidicola* con *Desmodium ovalifolium*, el ganado con-
11 sume principalmente gramínea durante la estación lluviosa. Acercándose
12 el fin de esta estación cuando el nivel de la proteína en la gramínea es
13 bajo, el ganado consume cantidades más grandes de *D. ovalifolium*.

14 RAZONES PARA LA FALLA DE LAS LEGUMINOSAS EN PASTOS TROPICALES

15 Frecuentemente las leguminosas comerciales no han persistido en los
16 pastos y existen relativamente pocos ejemplos de asociaciones leguminosa-
17 gramínea que persistan en Suramérica tropical. Las razones importantes
18 para que la leguminosa fracase en los pastos incluyen:

- 19 1. Falta de leguminosas comerciales completamente adaptadas a grandes
20 áreas de Oxisoles y Ultisoles ácidos e infértiles donde el desarrollo
21 está tomando lugar, como en el Cerrado, la Amazonía y los Llanos,
- 22 2. Falta de conocimiento de las deficiencias de los nutrientes del suelo
23 y cómo corregirlas.
- 24 3. La continua y extensa siembra de las dos *Brachiarias*, *B. decumbens* y
25 *B. humidicola*, las cuales son demasiadas agresivas para la mayoría de
26 leguminosas. Por ejemplo, en Brasil habría más de 5 millones de hectá-
27 reas de *B. decumbens* y *B. humidicola*. Sin embargo, en Brasil hay

1 grandes áreas de colonião (*Panicum maximum*) el cual es más compatible
2 con las leguminosas. Posiblemente *Andropogon gayanus* es demasiado agre-
3 sivo para algunas leguminosas, por ejemplo, *Stylosanthes capitata*.

4 4. El precio alto de la semilla es un factor importante que impide el uso
5 en el campo de leguminosas corrientes. No hay duda de que la baja
6 demanda de semilla leguminosa ha inhibido la producción y aumentado
7 el precio. Además, es más difícil producir económicos rendimientos de
8 semillas de leguminosas que de gramíneas. Existe la necesidad de
9 encontrar áreas que tengan clima más apropiado y mejores condiciones
10 generales para la producción de altos rendimientos de semilla, espe-
11 cialmente de leguminosas. Es de interés hacer notar que en el medio
12 ambiente de Brasilia, la mayoría de las especies de pasto, dan altos
13 rendimientos de semilla.

14 CORRECCION DE LAS DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES DEL SUELO

15 La falta de atención a las deficiencias en los nutrientes del suelo,
16 es una razón importante para obtener fracasos de leguminosas en pastos.
17 Los fracasos de leguminosas en Oxisoles tropicales, a pesar de las apli-
18 caciones de fosfato, pueden deberse a deficiencias de Mo, Zn y Cu.
19 Además pueden deberse a deficiencias de S, donde los fosfatos libres de
20 S son usados por ejemplo: el superfosfato triple y la roca fosfórica.
21 Las aplicaciones pesadas de Cal empeoran las deficiencias de Zn y Cu.
22 Frecuentemente *Centrosema* muestra la clorosis asociada con deficiencia
23 de Zn. El Mo es una coenzima metálica esencial para fijar N en legumino-
24 sas (Bergersen 1971). Las leguminosas no persistirán en pastos, sin ella,
25 y una deficiencia marginal de Mo reduce marcadamente su contenido proteí-
26 nico.

27 La mayoría de los suelos ácidos y tropicales cuando no son mejorados

1 son deficientes en N, P, S, Ca, Mo y Zn y marginales en K, y Cu, y proba
2 blemente en B. Al analizar las hojas de leguminosas tan pronto como estén
3 maduras durante el crecimiento máximo del pasto y antes del florecimiento,
4 revelan un índice de nutrientes disponibles y además deficiencias en el
5 sistema de pasto-suelo. Para un crecimiento y fijación de N, máximos
6 para la leguminosa, su materia seca debería contener los siguientes por-
7 centajes - N 3.0, P 0.18-0.20, S 0.14-0.18, K 1.0, Ca 1.0, Mg 0.5 y en
8 partes por millón - Mo 1, Zn 35-40, Cu 7-10 (Andrew and Robins 1969 a,b.).
9 Sería demasiado caro aplicar suficiente de los elementos mayores, excep-
10 to N, para obtener el crecimiento máximo de la leguminosa. Para las
11 leguminosas es esencial encontrar económicas tasas de fertilizantes las
12 cuales mantengan buen crecimiento y persistencia aunque reduzcan conte-
13 nidos minerales de las hojas menos que los óptimos. Las gramíneas y el
14 ganado requieren estos nutrientes minerales, excepto Mo, y el ganado
15 necesita además Na, I y Co. Los suplementos minerales proporcionan a
16 menudo un número de nutrientes minerales requeridos por el ganado. Un
17 número de leguminosas y gramíneas tiene bajos niveles de Na (Playne 1970)
18 de manera que el ganado puede sufrir una deficiencia de este mineral.
19 Los animales lactantes son los más susceptibles a la deficiencia de Na.

20 Los superfosfatos simple a 100-200 Kg/ha, triple a 50-100 Kg/ha y
21 roca fosfórica a 200-300 Kg/ha proporcionan buenas cantidades de P y Ca
22 para leguminosas. Debido a la alta fijación de P en los suelos ácidos es
23 ventajoso usar la roca fosfórica más barata (Sánchez 1976). Además posee
24 un período de efectividad más grande que el superfosfato. P y S son de
25 igual importancia para el crecimiento y producción de proteínas de
26 ambas gramíneas y leguminosas (Andrew 1977). Los suelos ácidos parecen
27 tener una amplia deficiencia de S; por lo tanto se debe aplicar S a

1 10-20 Kg/ha cuando se usa superfosfato triple y roca fosfórica libres
2 de S. El S está aplicado en forma de S mineral o CaSO_4 (Yeso). El
3 superfosfato simple tiene excelente balance de 9% P, 10-12% S, y 20% Ca,
4 y es un método barato para adicionar S al sistema del pasto.

5 En los Oxisoles ácidos Mg es usualmente deficiente por consiguiente
6 200 Kg/ha de dolomita proporcionan Mg suficiente y Ca extra a menudo
7 requerido. Si K es deficiente, como en algunos suelos arenosos, se puede
8 necesitar la aplicación de KCl en 50-100 Kg/ha.

9 Es difícil obtener fosfato en fertilizantes en Suramérica que tengan
10 adicionados los elementos menores como Mo, Zn, Cu, y B. Estos no son ca-
11 ros para pastos asociados leguminosas-gramíneas, ya que sólo se aplican
12 cantidades muy pequeñas cada 3 o 4 años por ejemplo, 0.5 Kg/ha Na Molibda-
13 to o MoO_3 , 7 Kg/ha ZnSO_4 , 7 Kg/ha CuSO_4 , 10 Kg/ha Borax. Los elementos
14 menores podrían ser mezclados en uno de los fertilizantes, por ejemplo,
15 superfosfato, o aplicando como spray diluido en solución acuosa.

16 Es importante chequear los contenidos minerales en la leguminosa
17 cada 1 o 2 años en aquellas áreas extensas de pastos asociados legumino-
18 sas-gramíneas. Esto puede chequearse, como ya se describió, y analizando
19 muestras de hojas de leguminosas vigorosas cuando alcancen su máximo
20 tamaño durante el crecimiento. Esta información indica cuando hay
21 deficiencia en un mineral particular y qué se debe aplicar. Es una
22 base inicial para aplicaciones de fertilizantes racionales y económica,
23 y para el mantenimiento de un vigoroso y persistente pasto en asociación
24 de leguminosa-gramínea.

25 SELECCION DE LEGUMINOSAS ADAPTADAS A OXISOLES Y ULTISOLES MUY ACIDOS

26 CIAT, en colaboración con EMBRAPA y otras organizaciones, ha estado
27 colectando leguminosas nativas de Suramérica y otras regiones tropicales,

1 evaluando su potencial como leguminosas para pastos en ensayos apropiados.
2 Los ecotipos de las siguientes especies están bien adaptadas a suelos
3 ácidos y muestran promesas definidas. *Stylosanthes capitata*, *S.*
4 *guianensis*, *S. macrocephala*, *Desmodium ovalifolium*, *C. macrocarpum*, *C.*
5 *brasilianum*, *Zornia latifolia*, *Z. brasiliensis* y *Pueraria phaseoloides*.
6 Un número de éstas ha sido incluido en ensayos de pastoreo y han dado
7 altas ganancias de peso vivo al ganado. Un número de otras especies pro
8 metedoras han sido colectadas, pero se necesitan más ensayos detallados
9 para evaluar su actual potencial como pastos leguminosos. *Leucaena*
10 (*L. leucocephala*), el árbol leguminoso, ha sido incluido en el Programa
11 del CIAT por su alto valor nutritivo y potencial para el uso en "bancos
12 de proteína".

13 Entre los problemas principales en *S. guianensis* aparece ésta, con
14 susceptibilidad a la Antracnosis (*Colletotrichum*) y al barrenador
15 (*Caloptilia*). Sin embargo, puede ser posible sobrellevarlas por selec
16 ción y mejoramiento. Por ejemplo, varios de los ecotipos tardíos del
17 *S. guianensis* parecen ser más resistentes a éstas plagas.

18 *S. capitata* generalmente tiene más resistencia a la Antracnosis y el
19 barrenador que el *S. guianensis*. Los ecotipos tempranos y de estación
20 media de *S. capitata* tienen alta producción de semilla y buena regenera
21 ción de semilla la cual garantiza su persistencia en pastos con gramíneas
22 macolladas como *P. maximum*. Es posible que *A. gayanus* sea demasiado
23 agresivo para *S. capitata*. A menudo *S. capitata* no persiste con la agre
24 siva *B. decumbens* y *B. humidicola*.

25 *Desmodium ovalifolium*, nativo del Sureste de Asia, fué producido en
26 una siembra de protección y abono para árboles jóvenes de caucho y palmas
27 de aceite en Malaysia. Está bien adaptada a suelos muy ácidos. El Dr.

1 B. Grof del CIAT, ha demostrado que en Carimagua persiste en asociación
2 con la agresiva *B. decumbens* y *B. humidicola* cuando los pastos son con-
3 tínuamente pastoreados (Grof 1980). En estos pastos, *D. ovalifolium*
4 tiene un alto contenido de tanino (14% o más) y es consumida principal-
5 mente al final de la etapa de crecimiento. Esto ayuda a mantener un
6 balance favorable en los pastos leguminosos-gramíneos. Mejores tipos de
7 *D. ovalifolium* con alta producción de semilla y menos contenido de tani-
8 no pueden ser seleccionadas de un número de recientes colecciones del
9 Sureste de Asia.

10 En *C. pubescens*, hay varios cultivos comerciales e introducciones
11 disponibles, pero la mayoría esta pobremente adaptada a las extensas
12 áreas de Oxisoles muy ácidos como en el Cerrado de Brasil y Llanos de
13 Colombia y Venezuela. Sin embargo, hay las introducciones de *Centrosema*
14 *macrocarpum* y *C. brasilianum* que poseen resistencia a suelos ácidos.

15 *Zornia latifolia* está bien adaptada a suelos ácidos pero persiste
16 únicamente en asociación con gramíneas macolladas como la *Panicum maximum*.
17 Esta es muy apetitosa, aún cuando está madura y los pastos basados en
18 ella, dan altas ganancias de peso vivo en el ganado. Su persistencia en
19 los Llanos está reducida por un hongo llamado *Sphaceloma costra*. Entre
20 las recientes colecciones de *Zornia*, hay algunos tipos vigorosos, resis-
21 tentes a enfermedades como el tipo *Z. brasiliensis*, el cual se distingue
22 por ser el más promisorio.

23 *Pueraria phaseoloides* ha sido usado por varios años en los pastos de
24 la Amazonía. Ha sido demostrado que es prometedora para los Llanos de
25 Colombia y Venezuela (Spain 1980). Como no se ha encontrado variación
26 entre introducciones, será necesario hacer colecciones en el Sureste de
27 Asia, de donde es nativa.

1 MEJORAMIENTO DE *S. capitata*, *C. pubescens* Y *Leucaena* PARA SUELOS ACIDOS
2 TROPICALES.

3 Mi trabajo básico de Mejoramiento, es realizado en la casa de vidrio
4 y en el campo del CIAT, Palmira. Este incluye cruzamiento, producción de
5 semilla de diferentes poblaciones y estudios de cromosomas y polinización.
6 A las poblaciones del *Centrosema* y *Leucaena* se les examina su tolerancia
7 a la acidez; así mismo, los factores responsables por la tolerancia ácida
8 de las selecciones. En *S. capitata*, las poblaciones más avanzadas están
9 evaluadas para resistencia a Antracnosis después de inoculadas.

10 En los Llanos Orientales, Estación Experimental de Carimagua, se
11 investiga el cumplimiento de las líneas seleccionadas en la casa de
12 vidrio y en el campo. Las líneas de *S. capitata* son seleccionadas sola-
13 mente de Carimagua. Antes de establecer el cultivo, se debe fertilizar
14 aplicando 50 Kg/ha de superfosfato triple, 100 Kg/ha de Sulfomag, 100 Kg/
15 ha de Cal dolomítica y elementos menores como Mo, Zn, Cu y B, al voleo,
16 sobre el área del *S. capitata* y *Centrosema*. En *Leucaena*, se utilizan los
17 mismos fertilizantes por hectárea pero van unidos en los surcos plantados.
18 El objetivo es seleccionar aquellas líneas más eficientes en el uso de
19 nutrientes, utilizando bajas pero adecuadas aplicaciones de fertilizantes.

20 Los factores implicados en la adaptación del *Centrosema* y *Leucaena*, y
21 a menor grado en *S. capitata*, en los Llanos y el Cerrado incluyen :

- 22 a) pHs del suelo : 4.2-4.5; saturaciones de Al entre 80-90%.
- 23 b) Solución de Al en el suelo 4-5ppm. Ca y Mg baja del subsuelo.
- 24 c) Ca, Mg, P aplicados en fertilizantes a la superficie del suelo,
25 moviendose lentamente hacia abajao.
- 26 d) En las plantas, los elementos P, S, Mg, K y los elementos meno-
27 res son translocados hacia la parte aérea y las raíces; el Ca es

1 translocado únicamente hacia la parte aérea de la planta, donde
2 es inmovilizado en las hojas viejas.

3 e) Los principales caracteres requeridos son: tolerancia a Al y
4 eficiente absorción de Ca por la raíz, a partir de subsuelos con
5 bajo contenido de este elemento.

6
7 La materia seca de las plantas usualmente contiene 200 ppm de Al el
8 cual podría ser necesario para el crecimiento normal. Sin embargo, 300
9 o más ppm de Al podrían estar acompañados de daños en la raíz debido a una
10 penetración demasiado alta de Al. Las raíces del *Centrosema* y *Leucaena*
11 y también *S. capitata* necesitan la capacidad de restringir la absorción
12 de Al. Además necesitan la capacidad de extraer suficiente Ca de las
13 cantidades limitadas que presentan los suelos ácidos. Una insuficiencia
14 de Ca, hace que cese el crecimiento y mueran las puntas de la raíz. La
15 absorción de suficiente Ca, garantiza un profundo crecimiento de la raíz
16 dentro de los subsuelos. Esto dá alta producción de plantas y las
17 abastece de agua consiguiendo que crezcan en períodos de sequía.

18 PRINCIPALES ESPECIES BAJO MEJORAMIENTO

19 1. *Stylosanthes capitata*

20 Un mayor número de introducciones de *S. capitata* tiene en estos
21 momentos, una alta tolerancia a suelos ácidos. El Programa de
22 mejoramiento con *S. capitata* aspira a buscar combinar el vigor, resis-
23 tencia a sequía, y alta producción de materia seca de dos ecotipos
24 tardíos (1078, 1097) con producción alta de semilla de un ecotipo
25 temprano (1019). Adicionales e importantes objetivos en los cruces, son
26 la resistencia a la Antracosis y barrenador. Al principio fué necesario
27 evaluar 2000 F₂ plantas de cada cruce a Carimagua para realizar recomb-

1 naciones requeridas. En el presente un número de las líneas F₄ de estos
2 cruces están creciendo en Carimagua. Son muy vigorosas y combinan los
3 caracteres deseados. También parecen ser más vigorosas que la mayoría
4 de las mejores introducciones del CIAT.

5 Este trabajo ha demostrado que es posible mejorar nuevos híbridos con
6 la combinación de alta materia seca y de alta producción de semillas; pe-
7 netración profunda de la raíz y alta tolerancia a sequía, Antracnosis,
8 barrenador y bajas aplicaciones de fertilizantes. La adaptación de las
9 nuevas líneas se evaluarán en diferentes condiciones ambientales. Se
10 necesita una gramínea más apropiada que el *Andropogon gayanus* para culti-
11 varla con *S. capitata*.

12 2. *Centrosema*

13 No fué posible seleccionar líneas de *C. pubescens* con alta tole-
14 rancia a la acidez en las investigaciones en la casa de vidrio y
15 el campo. Por lo tanto, se necesitaron padres de los cuales se pudiera
16 transferir una tolerancia ácida alta a los cruces del *C. pubescens*. La
17 Tabla presenta los resultados de un experimento de la casa de vidrio
18 con 135 introducciones de *Centrosema* cultivadas en Oxisoles de Carimagua.
19 El grado de tolerancia ácida fué negativamente correlacionado con la
20 absorción de Al. Había un grupo de 10 introducciones de *Centrosema* alta-
21 mente tolerantes a ácidos, especialmente *C. macrocarpum*. Los doctores
22 R. Schultze-Kraft y B. Grof han demostrado que éstas crecen vigorosamente
23 y persisten en suelos muy ácidos.

24 Un cruce inicial fué obtenido entre un *C. pubescens* y un *C.*
25 *macrocarpum* viz. 5052 x 5062. Este cruce de *C. macrocarpum* es la base
26 para el presente programa de mejoramiento. En estos momentos ya se han
27 efectuado cruces entre *C. pubescens* y todas aquellas introducciones de

1 *Centrosema* altamente tolerantes a la acidez, que aparecen en la Tabla
2 Todos los cruces interespecíficos son fértiles. El objetivo es selec-
3 cionar en las poblaciones híbridas las plantas que combinan las resisten-
4 cias altas a condiciones ácidas y a enfermedades, y el vigor superior de
5 *C. macrocarpum* con la alta calidad de forraje y buenos rendimientos de
6 semilla de varios ecotipos de *C. pubescens*.

7 Inicialmente en cultura de arena, se evaluaron más de 3000 plantas F_2
8 del cruce entre *C. pubescens* y *C. macrocarpum*. La solución de cultura
9 de arena contuvo todos los minerales esenciales, incluyendo N, y se man-
10 tuvo el pH a 4.2 y Al a 5ppm. Tolerancia a alta acidez y Al fué transfe-
11 rido al 20% de las poblaciones F_2 . El crecimiento de estas selecciones
12 tolerantes en Oxisol de Carimagua redujeron los números de las plantas
13 con resistencia a suelo ácido. Solamente las plantas con resistencia
14 a Al y eficiente absorción de Ca por la raíz crecieron bien en Oxisol
15 de Carimagua.

16 Siguiendo los resultados iniciales se decidió evaluar las poblaciones
17 híbridas de *Centrosema* directamente en Oxisol de Carimagua. En el pri-
18 mer experimento realizado en la casa de vidrio, hubo 96 líneas de plantas
19 F_3 con 100 plantas de cada línea en una bandeja y con Oxisol de Carima-
20 gua. Recibieron una aplicación apropiada de *Rhizobium* y nutrientes esen-
21 ciales semanal y restringidamente. La cosecha se obtuvo después de 10
22 semanas de crecimiento; se tomaron muestras de las hojas y se evaluaron
23 las plantas para crecimiento, tolerancia a la acidez y nodulación. La
24 Tabla , da los resultados de tolerancia ácida y niveles de N, Al, Ca,
25 y Mg de las líneas F_3 y padres. Todas las líneas tuvieron niveles rela-
26 tivamente bajos de Al. Las líneas altamente tolerantes a la acidez de la
27 Categoría 3, han heredado una superior capacidad de absorción de Ca del

1 *C. macrocarpum* 5062. En las líneas de media tolerancia se presenta este
2 caracter en menor grado.

3 A mediados de Mayo de 1981, se plantaron en Carimagua 75 de las
4 líneas de plantas F_3 , los padres e introducciones de *Centrosema* toleran-
5 tes a la acidez. Observaciones recientes han indicado una correspondencia
6 buena entre evaluaciones en la casa de vidrio y el cumplimiento en el
7 campo. Sin embargo, la susceptibilidad a insectos y enfermedades ha redu-
8 cido el vigor de algunas líneas altamente tolerantes.

9 3. *Leucaena*

10 Entre las leguminosas prometedoras, *Leucaena leucocephala*
11 ocupa una posición única, pero necesita ser tratada como un
12 forraje especial de alta calidad. Los cultivos corrientes, por ejemplo
13 Cunningham y Perú, crecen exitosamente en suelos neutrales y suelos ácidos
14 con una reducida saturación de Al. Donde el suelo tiene un pH más de
15 5.5 las raíces de *Leucaena* penetran profundamente por lo tanto, es
16 resistente a sequía cuando tiene la capacidad de producir significati-
17 vas cantidades de hojas y brotes de alta proteína. El establecimiento
18 directo de las plantas por semilla resulta a menudo difícil, ya que
19 las plántulas de *Leucaena* pueden ser destruidas por hormigas o ahogadas
20 por malezas. Estos problemas pueden superarse efectuando la siembra
21 para trasplante en viveros en los cuales se desarrollan las plántulas,
22 haciendo más fácil el control de malezas y de hormigas; con una adecuada
23 fertilización e iniciación de nodulación por las plántulas.

24 Cuando los árboles jóvenes tienen 6-8 meses de sembrados y tienen una al-
25 tura de 1 metro, con fuertes raíces, son trasplantados a comienzo de la
26 estación húmeda a una distancia de 0.5m dentro de los surcos y entre sur-
27 cos distanciados unos de otros a 2-2.5m, después de que los surcos han

1 recibido el fertilizante completo. Los "bancos de proteína" de
2 *Leucaena* que comprenden un 20% del área, pueden ser usados para aumentar
3 significativamente la producción de ganado de los pastos nativos o saba-
4 nas, o de pastos mejorados o semi-mejorados. Además, los surcos de
5 *Leucaena* pueden ser interplantados con gramíneas como *colonião*, *B.*
6 *decumbens* y *B. humidicola* pero su manejo es un problema.

7 Para el forraje comestible de todos los cultivares de *L. leucocephala*
8 contiene mimosina, del 4 al 5% cuando el crecimiento es lento y cerca del
9 10% cuando el crecimiento es rápido y tiene una alta proporción de hojas
10 jóvenes y brotes. En el estómago de los rumiantes, la mimosina se des-
11 compone rápidamente en dihidroxipiridina, un goitrógeno (Hegarty et. al.
12 1976). Si la dieta contiene más del 30 al 35% de *Leucaena*, hay suficien-
13 te goitrógeno para causar gradualmente ensanchamiento de las glándulas
14 tiroides y pérdida de peso y pelo. En los no rumiantes, tales como pollos
15 y cerdos, cuando consumen más del 5% de la hoja pulverizada de *Leucaena*,
16 causa enfermedad debido al contenido de mimosina (Labadan 1969). Sería
17 ventajoso producir líneas de *Leucaena* con menos del 50% del contenido de
18 mimosina de la *L. leucocephala*.

19 *L. leucocephala* es una especie nativa de América Central, especial-
20 mente México y la península Yucatan, donde se encuentran en suelos neu-
21 trales o alcalinos. Por lo tanto es difícil seleccionar tipos de
22 *L. leucocephala* con tolerancia ácida alta y con la capacidad de crecer
23 en Oxisoles de pH menor de 5.0. En Carimagua la mayoría de las intro-
24 ducciones de *L. leucocephala* crecen pobremente incluyendo var.
25 Cunningham. Sin embargo un tipo gigante para madera dió crecimiento
26 excelente durante su primera estación lluviosa. En la segunda estación
27 el crecimiento de este tipo estuvo pobre y sus hojas amarillas.

1 Se encontró que este tipo gigante tiene alta resistencia a Al pero absor-
2 ción incapaz de Ca por las raíces.

3 La primera fase del Programa de Mejoramiento de *Leucaena* estuvo basa-
4 do en una *L. leucocephala* - *L. pulverulenta* F₁ retrocruzado dos veces al
5 cv. Cunningham, y las generaciones siguientes autopolinizadas. Fué difi-
6 cil obtener selecciones fértiles después del retrocruzamiento porque
7 *L. leucocephala* tiene 104 cromosomas somáticos y *L. pulverulenta* tiene
8 56. Inicialmente 45,000 plántulas de semilla de la segunda generación
9 autopolinizada se evaluaron en 10 experimentos en cultura de arena. Las
10 condiciones en la solución nutritiva de la cultura de arena fueron las
11 mismas como con *C. pubescens*, por ejemplo pH 4.2, Al 5ppm. 12.6% fueron
12 seleccionadas por tolerancia alta a Al. Sin embargo, cuando estas crecie-
13 ron en el Oxisol de Carimagua sólo un 2.7% del número original probó ser
14 tolerante. Esta reducción se debió a una selección adicional por efi-
15 ciencia en absorción de Ca como en *Centrosema*. Por lo tanto, las genera-
16 ciones siguientes fueron evaluadas en el Oxisol de Carimagua.

17 Las poblaciones de semillas de tercera generación de 100 líneas
18 seleccionadas y los controles de *Leucaena* fueron crecidas en bandejas
19 con suelo Oxisol de Carimagua, ubicando de a 100 plantas por bandeja de
20 cada línea o control. Se adicionó Rhizobium y se les suministró restrin-
21 gidas aplicaciones semanales de nutrientes esenciales. Después de 10
22 semanas de crecimiento, se tomaron muestras foliares y se evaluó la to-
23 lerancia a la acidez de todas las plantas. La Tabla muestra que
24 entre las líneas híbridas de *Leucaena* las más tolerantes tenían el más
25 bajo contenido de Al y más alto contenido de Ca. En los controles de
26 *L. leucocephala* todos tuvieron un bajo contenido de Ca pero la variedad
27 11, un tipo maderero gigante, no contuvo Al en este experimento. La

1 nodulación fué pobre en todas las líneas y variedades y justificado su
2 pobre contenido de N.

3 Ahora en el campo de Carimagua están estudiándose grandes poblacio-
4 nes en la tercera generación. Una mayoría de plantas, en varias líneas,
5 son vigorosas y adaptadas al Oxisol muy ácido de Carimagua, como resulta
6 do de la selección rigurosa para tolerancia ácida en las dos generaciones
7 previas de polinización abierta. Cerca del 10% de las líneas debieron
8 haber reducido su contenido de mimosina significativamente.

9 Nuevas fuentes de tolerancia ácida fueron encontradas en otras espe-
10 cies de *Leucaena*. Las semillas de 8 especies de *Leucaena* producidas en
11 el campo CIAT fueron sembradas en la casa de vidrio y en Carimagua. Los
12 resultados en la tabla muestran un significativo cruzamiento natural en
13 todas las especies de 52 cromosomas excepto en *L. trichodes*. La más im-
14 portante tolerancia a la acidez se presenta en *L. diversifolia*, *L.*
15 *macrophylla* y *L. shannoni*. Cruces planeados se han realizado entre estas
16 especies y *L. leucocephala* para investigar la posibilidad de transferir
17 estas otras fuentes de tolerancia ácida a *L. leucocephala*.

18 En Carimagua después de 15 meses de plantadas hubo un vigoroso
19 crecimiento en las dos variedades de *L. diversifolia* y en los árboles de
20 *L. macrophylla* y *L. shannoni* y sus híbridos, algunos de los cuales eran
21 de 3 metros de altura. En contraste a su edad, *L. leucocephala* 11 ó
22 78-15, previamente con crecimiento vigoroso y sin Al en las hojas, tuvo
23 un crecimiento retardado y hojas amarillas. Análisis de las hojas
24 (Tabla) muestra que los niveles de Al estuvieron bajos, especialmente
25 en *L. leucocephala* 11 y *L. macrophylla* en la primera muestra. El nivel
26 de Ca fué más bajo en *L. leucocephala* 11, intermedio en *L. diversifolia*
27 y más alto en *L. macrophylla* y *L. shannoni* las especies más espectacula

1 res en crecimiento.

2 Parece que el mejoramiento de líneas de *Leucaena* para los suelos de
3 los Llanos y Cerrados ahora se realiza si los cruces interespecíficos
4 hechos son capaces de ser manipulados sin problemas de fertilidad.

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27