

SB  
193  
.H4

ADAPTACION Y PRODUCTIVIDAD DE 25 ACCESIONES  
DE LA LEGUMINOSA FORRAJERA *Centrosema pubescens* Benth  
EN UN SUELO ACIDO DE BAJA FERTILIDAD DEL PIEDEMONT  
LLANERO COLOMBIANO

BLANCA HILDA HERNANDEZ LINARES

1993 03  
14 11



UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES  
Facultad de Ingenieria Agronomica  
Villavicencio, Colombia  
1992

**ADAPTACION Y PRODUCTIVIDAD DE 25 ACCESIONES  
DE LA LEGUMINOSA FORRAJERA *Centrosema pubescens* Benth  
EN UN SUELO ACIDO DE BAJA FERTILIDAD DEL PIEDEMONTE  
LLANERO COLOMBIANO**

**BLANCA HILDA HERNANDEZ LINARES**

Trabajo de grado presentado como  
requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agronomo

Director del trabajo  
Dr Rainer Schultze-Kraft, Ph D

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES  
Facultad de Ingeniería Agronomica  
Villavicencio, Colombia  
1992**

"La facultad y los jurados del trabajo de grado no serán responsables por las ideas emitidas por el autor, o autores, del mismo"

(Artículo 24, Resolución 04 de 1974)

NOTA DE ACEPTACION

---

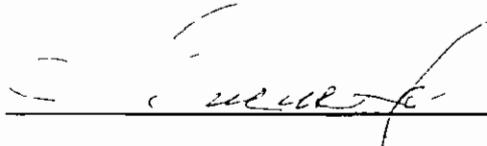
---

---

---

---

Presidente del jurado



LAZARO HUGO LEMUS ALARCON  
Jurado



DIEGO LUIS MOLINA LOPEZ  
Jurado

## DEDICATORIA

A mi Padre celestial, quien ha sido mi fortaleza, mi guía, mi sustentador y mi fuente de alegría y amor

A mis padres Gregorio y Carmen por su amor, sacrificio y ejemplo de superación

A mis hermanos Fredy, Saul, Fernando y Jimmy, quienes han compartido en armonía y amor, mi vida

A ti, por regalarme una sonrisa en los momentos de tristeza

A mis familiares y Amigos

## AGRADECIMIENTOS

Durante el tiempo a través del cual transcurrió la realización de la presente investigación, se recibió la ayuda desinteresada de mucha gente. Me une a cada una de estas personas una inmensa deuda de gratitud, así como a quienes de alguna manera colaboraron para llevar el trabajo a un feliz término.

A las siguientes personas, mi profundo agradecimiento

Al Dr. Rainer Schultze-Kraft, Ph.D., Presidente de tesis, Profesor de la Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania, por su orientación, consejos, apoyo y motivación permanente.

Al Dr. Gerhard Keller-Grein, Ph.D., Jefe Sección Agronomía Trópico Húmedo, Programa Forrajes Tropicales, CIAT, por su valiosísima colaboración, sugerencias y paciencia en la terminación de este trabajo.

A Fernando Díaz Bolívar, I.A. Asistente del Programa de Germoplasma por su asesoría, apoyo y motivación, fue de gran ayuda.

A Aristipo Betancourt, Alirio Vargas y Ricardo Betancourt, personal técnico del Programa Agronomía/ RIEPT-Llanos por su colaboración y entusiasmo en el desarrollo del trabajo.

A Diego Luis Molina y Lázaro Hugo Lemus (I.A. Sistemas de Cultivos, Programa Sabanas, CIAT y Profesor Facultad de Agronomía, UNILLANOS, respectivamente), jurados del presente trabajo por sus acertadas sugerencias.

Al Dr. Raul Vera Ph.D., Líder Programa Sabanas, CIAT, por el apoyo logístico brindado en palma.

A Amparo Jiménez, secretaria del Líder Sabanas, CIAT, por su desinteresado apoyo y ayuda permanente.

A la Dra. Luz Helena Restrepo, Economista, Jefe de Servicios Generales, CIAT Villavicencio, por su apoyo constante.

A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería Agronómica, UNILLANOS, por su aporte a mi formación intelectual

A Eloina Mesa y Germán Lema, Estadísticos, Sección Biometría, Programa Forrajes Tropicales, CIAT, por la asesoría brindada

A los Ing Agr Carlos Iván Cardozo y Manuel Sánchez del Programa de Semillas, Forrajes Tropicales por su desinteresado apoyo y ánimo permanente

A Ary Murillo, Elsy Lasprilla, Asdrubal Cano por la colaboración prestada

Al personal de la estación CIAT Santa Rosa e ICA "La libertad", por el apoyo y colaboración brindada

Al personal de dibujo, fotografía e imprenta del CIAT

A todas aquellas personas que me brindaron Amistad y Apoyo, mis agradecimientos

## TABLA DE CONTENIDO

		Página
1	INTRODUCCION	16
2	OBJETIVOS	19
3	JUSTIFICACION	21
4	REVISION DE LITERATURA	24
4 1	DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CLASIFICACION TAXONOMICA DE <i>Centrosema pubescens</i> Benth	24
4 2	MORFOLOGIA DE LA PLANTA	27
4 2 1	Habito de crecimiento	27
4 2 2	Raiz	27
4 2 3	Tallo	27
4 2 4	Hoja	28
4 2 5	Flor	28
4 2 6	Fruto	29
4 2 7	Semilla	29
4 3	VALOR NUTRITIVO	30
4 4	PRODUCCION DE MATERIA SECA	31
4 5	PRODUCCION DE SEMILLAS	33
4 6	RELACION SIMBIOTICA CON <i>Rhizobium</i>	34

47	ECOLOGIA DEL CULTIVO	36
471	Clima	36
472	Suelos	36
48	TECNICAS DEL CULTIVO	38
481	Establecimiento	38
482	Fertilización	40
49	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES	42
410	UTILIZACION COMO FORRAJERA	42
5	MATERIALES Y METODOS	47
51	CARACTERISTICAS AGROECOLOGICAS DEL AREA EXPERIMENTAL	47
52	MATERIALES	49
521	Germoplasma	49
522	Insumos	51
53	METODOS	51
531	Establecimiento v manejo del experimento	53
532	Diseño experimental	57
5321	Experimento principal	57
5322	Experimento complementario	57
5323	Parcelas adicionales	59
5324	Análisis estadístico	59
533	Evaluaciones realizadas en los experimentos principal y complementario	59
5331	Rendimiento de materia seca	61
5332	Nudos enraizados	62
5333	Desplazamiento lateral	62
5334	Daños por plagas	64
5335	Severidad de enfermedades	64
5336	Valor nutritivo	64
5337	Tolerancia a la sequía	65
534	Variables evaluadas en las parcelas adicionales	65

5 3 4 1	Precocidad de floracion	65
5 3 4 2	Producción de semillas	65
6	RESULTADOS Y DISCUSION	67
6 1	RESULTADOS	67
6 1 1	Experimento principal	67
6 1 1 1	Rendimiento de materia seca	67
6 1 1 2	Nudos enraizados	71
6 1 1 3	Desplazamiento lateral	75
6 1 1 4	Daños por plagas y enfermedades	77
6 1 1.5	Valor nutritivo	79
6 1 2	Experimento complementario	81
6 1 2 1	Rendimiento de materia seca	81
6 1 2 2	Nudos enraizados	86
6 1 2.3	Desplazamiento lateral	89
6 1 2 4	Daños por plagas y enfermedades	91
6 1 2 5	Valor nutritivo	93
6 1 2 6	Tolerancia a la sequia	93
6 1 3	Observaciones adicionales	96
6 1.3 1	Precocidad de floracion	96
6 1.3 2	Produccion de semillas	96
6 2	DISCLISION	98
6 2 1	Experimento principal	98
6 2 2	Experimento complementario	103
6 2 3	Produccion semillas	106
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
8	RESUMEN	114
9	SUMMARY	118
10	BIBLIOGRAFIA	122
	ANEXOS	129

## INDICE DE CUADROS

		<u>Página</u>
CUADRO 1	Proteína cruda, digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca y contenido de taninos en hojas de forraje de <i>Centrosema</i>	31
CUADRO 2	Principales insectos plagas del genero <i>Centrosema</i>	43
CUADRO 3	Principales enfermedades del genero <i>Centrosema</i>	44
CUADRO 4	Características físicas y químicas del suelo del área experimental	50
CUADRO 5	Origen de las accesiones de <i>Centrosema</i> spp utilizadas en el experimento	52
CUADRO 6	Frecuencia de cortes con intervalos de 12 semanas en el experimento principal	60
CUADRO 7	Frecuencia de cortes (6 v 12 semanas) durante la época de sequía de los años 1990 y de 1991 en el experimento complementario	61
CUADRO 8	Producción de materia seca de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp durante 72 semanas, con cortes cada 12 semanas	68
CUADRO 9	Capacidad de enraizamiento en los nudos de los tallos rastreros en 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp (nudos enraizados/m <sup>2</sup> )	74
CUADRO 10	Porcentaje de las máximas calificaciones presentadas de daño de plagas y enfermedades (durante seis evaluaciones con intervalos de corte de	

	12 semanas), en 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	78
CUADRO 11	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS), Contenido de proteína cruda (PC), fósforo (P) y calcio (Ca), en un rebrote de 12 semanas en máxima precipitación de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	80
CUADRO 12	Comportamiento agronómico de las cinco mejores accesiones de <i>Centrosema pubescens</i> comparada con los testigos	82
CUADRO 13	Rendimiento de materia seca ( $g/m^2$ ), de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp durante la sequía del primer año (1990), bajo dos frecuencias de corte (6 y 12 semanas)	84
CUADRO 14	Rendimiento de materia seca ( $g/m^2$ ), de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp durante la sequía del segundo año (1991), bajo dos frecuencias de corte (6 y 12 semanas)	85
CUADRO 15	Capacidad de enraizamiento de los tallos rastreos de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp bajo dos frecuencias de corte, durante la época de sequía en dos años de evaluación	87
CUADRO 16	Desplazamiento lateral (en cm) de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp bajo dos frecuencias de corte, durante la época de sequía en dos años de evaluación	90
CUADRO 17	Porcentaje de las máximas calificaciones presentadas de daño por plagas y enfermedades durante la época de mínima precipitación en 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	92
CUADRO 18	Contenido de proteína cruda (PC), fósforo (P) y	

	calcio (Ca), en un rebrote de 6 semanas en mínima precipitación de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	94
CUADRO 19	Días a floración y producción de semillas en 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	97

## FIGURAS

		<u>Página</u>
FIGURA 1	Distribución natural de <i>Centrosema pubescens</i> Benth	26
FIGURA 2	Características climáticas del área experimental	48
FIGURA 3	Ubicación de los experimentos y parcelas adicionales dentro del área experimental	54
FIGURA 4	Dimensiones de las unidades experimentales en los experimentos principal complementario y parcelas adicionales	56
FIGURA 5	Distancia de siembra y delimitación de las unidades experimentales	58
FIGURA 6	Área de muestreo en los experimentos principal y complementario	63
FIGURA 7	Rendimiento de materia seca acumulada de las cinco mejores accesiones de <i>Centrosema pubescens</i> comparadas con los testigos	72
FIGURA 8	Desplazamiento lateral en cm, promedio de seis evaluaciones con intervalos de corte cada 12 semanas en 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	76
FIGURA 9	Tolerancia a la sequía de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp	95

## ANEXOS

		<u>Página</u>
ANEXO 1	Rendimiento materia seca acumulado en kg/ha de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp durante 72 semanas, con frecuencia de cortes cada 12 semanas	129
ANEXO 2	Capacidad de enraizamiento y desplazamiento lateral en cm de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp con intervalos de corte cada 12 semanas	130
ANEXO 3	Desplazamiento lateral en cm de 29 accesiones de <i>Centrosema</i> spp con frecuencias de corte cada 12 semanas	131
ANEXO 4	Accesiones de <i>Centrosema</i> spp en grupos de tolerancia a la sequía	132



ADAPTACION Y PRODUCTIVIDAD DE 25 ACCESIONES  
DE LA LEGUMINOSA FORRAJERA *Centrosema pubescens* Benth  
EN UN SUELO ACIDO DE BAJA FERTILIDAD DEL PIEDEMONT  
LLANERO COLOMBIANO<sup>1</sup>

INTRODUCCION

El creciente aumento de la poblacion y el continuo deficit de leche y carne en América Latina, han estimulado la investigacion en la busqueda de nuevas alternativas, tendientes a mejorar e incrementar la producción ganadera.

La Orinoquia colombiana, correspondiente a los departamentos del Meta, Arauca, Casanare y Vichada, esta delimitada por el occidente con la margen derecha de la Cordillera Oriental, desde la Sierra de la Macarena por el sur,

---

<sup>1</sup> Trabajo dirigido de grado, presentado como requisito parcial para optar al titulo de ingeniero Agrónomo, bajo la direccion del Dr Rainer Schultze-Kraft, Ph D, Profesor de la Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

hasta los límites con Venezuela por el norte y se extiende por el oriente a lo largo del río Guaviare hasta su desembocadura en el Orinoco (Sánchez y González, 1989)

La región de la Orinoquia está dividida en tres subregiones Piedemonte Llanero, Orinoquia mal drenada y Orinoquia bien drenada. El área de pastos en el Piedemonte llanero es de aproximadamente 17 millones de hectáreas de las cuales el 23% corresponde a pastos mejorados y el 77% a sabana nativa. Al Piedemonte del departamento del Meta le corresponden 1 012 054 hectáreas, de las cuales el 31% están sembradas en pastos mejorados (317 893 ha) y el 69% en sabana nativa (ICA, 1988)

En la producción de forrajes se le atribuye una importancia particular a las leguminosas, ya que estas establecen simbiosis en los nódulos radiculares con bacterias del género *Rhizobium*. Las cuales a través de esta simbiosis fijan nitrógeno del aire para su crecimiento y el de las gramíneas asociadas. Una buena asociación hace posible la producción continua de forraje de buena calidad nutritiva, aun durante la época seca (Botero, 1989)

Dentro del grupo de leguminosas forrajeras, el género *Centrosema* tiene un buen potencial forrajero para ser utilizado en regiones tropicales con suelos

ácidos y baja fertilidad (principalmente Oxisoles y Ultisoles), los cuales cubren aproximadamente 540 millones de hectarea de las tierras bajas centrales de America del Sur tropical (Cochrane *et al*, 1985), logrando mayor aprovechamiento y producción de estas zonas (Clements *et al*, 1983) Schultze-Kraft (1990) presenta 17 especies de *Centrosema* consideradas tolerantes a suelos ácidos. Las variedades comerciales de la conocida especie *C pubescens* no han tenido un impacto en esas regiones marginales debido a la falta de adaptación a las condiciones edáficas. Según Hutton (1985), un mayor uso de esta valiosa planta forrajera en los Oxisoles y Ultisoles de America Tropical dependerá de la identificación de germoplasma tolerante a la acidez (alta saturación de aluminio) y baja fertilidad de estos suelos.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluación de 25 selecciones de *Centrosema pubescens* Benth con potencial de adaptación y productividad en suelos ácidos de baja fertilidad en el Piedemonte llanero y seleccionar las accesiones mas promisorias

### Objetivos específicos

- Evaluación del rendimiento de materia seca en  $g/m^2$
- Determinacion de la capacidad de enraizamiento los tallos rastreros (numero de nudos enraizados/ $m^2$  )
- Efectuar mediciones de desplazamiento lateral en cm
- Determinar la incidencia y severidad de plagas y enfermedades
- Evaluación de la tolerancia de las plantas a la sequia
- Determinacion de algunos componentes del valor nutritivo de esta

forrajera

- Determinar la precocidad de las plantas a floración
- Evaluación del potencial de producción de semillas (g/parcela)

## JUSTIFICACION

El uso estrategico de pastos mejorados es una alternativa de manejo para el desarrollo de extensas zonas tropicales donde existen suelos ácidos, de baja fertilidad y con alta saturación de aluminio. Esto debe combinarse con la búsqueda de germoplasma que se adapte a las condiciones de estas zonas.

Las leguminosas son componente importante de las praderas tropicales no solamente por su contribucion a la fertilidad del suelo fijando nitrógeno del aire, sino además por ser fuente de proteína y minerales, que contribuyen a mejorar la dieta del animal principalmente en la época seca, cuando disminuye la cantidad y calidad de las gramíneas disponibles, acentuándose la desnutrición del ganado.

El Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), tiene como objetivo primordial el desarrollar tecnología de pasturas de bajo costo y bajos requerimientos de insumos para los suelos ácidos.

y de baja fertilidad de América tropical mediante la selección de germoplasma adaptado a las condiciones ambientales y desarrollar estas pasturas para optimizar su productividad y persistencia. Por medio de esta tecnología se espera aumentar la producción de carne y leche en América tropical, e incorporar a la producción tierras hoy marginales y liberar tierras fértiles dedicadas hasta ahora a la ganadería, para la expansión de la producción de cultivos (CIAT, 1984), por esta razón y teniendo en cuenta que los suelos del Piedemonte llanero de Colombia, en su gran mayoría, se caracterizan por su baja fertilidad, alta saturación de aluminio y acidez, principales limitantes para la utilización de especies de reconocida producción y calidad forrajera se realizó la presente investigación

Con base en trabajos realizados con variedades comerciales de *Centrosema pubescens* Benth., se ha venido considerando la especie como no adaptada a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad. Sin embargo, en estudios recientes realizados por la Sección Germoplasma del Programa de Pastos Tropicales del CIAT en la estación experimental de Santander de Quilichao, Cauca, con 575 accesiones de *C. pubescens*, se seleccionaron un total de 23 accesiones que mostraron un comportamiento sobresaliente en cuanto a adaptación y productividad en un suelo ultisol muy ácido e infértil (R. Schultze-Kraft, comunicación personal). Estos resultados motivaron a la Sección

Agronomía / RIEPT-Llanos del Programa de Pastos Tropicales del CIAT a  
continuar la evaluación de *C pubescens* en las condiciones del Piedemonte  
llanero colombiano

## 4 REVISION DE LITERATURA

### 4.1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CLASIFICACION TAXONOMICA DE *Centrosema pubescens* Benth

El genero *Centrosema*, perteneciente a las leguminosas, es nativo de Centro y Suramerica, el area del Caribe y sur de los Estados Unidos. Algunas especies se han naturalizado en Africa tropical y en el sureste de Asia. El género consta de aproximadamente 35 especies (Clements *et al*, 1983). Varias especies de *Centrosema* han mostrado excelente adaptacion en suelos acidos y un alto potencial productivo en ensayos de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales (RIEPT), en regiones tropicales de Centro y Suramerica (Pizarro, 1985).

*Centrosema pubescens* Benth, esta ampliamente distribuida y se encuentra en la mavoria de las áreas tropicales humedas del mundo. En la Figura 1 se

presenta la distribución natural de *C pubescens*. Es una de las leguminosas más versátiles para el trópico húmedo debido a su productividad, capacidad de soportar un mal manejo en condiciones de pastoreo en asociación con gramíneas, y el estar libre de plagas y enfermedades importantes (Clements *et al*, 1983). Según Skerman (1977) los requerimientos edáficos y climáticos de *C pubescens* son una fertilidad de suelo de moderada a buena, lluvias de 1000 a 1750 mm/año, temperatura de 20 °C a 30 °C, y una altitud hasta 1600 m s n m.

La clasificación taxonómica es la siguiente (Pittier, 1944)

Grupo     Dicotiledoneae  
Orden     Leguminosales  
Familia    Papilionaceae  
Tribo     Phaseoleae  
Género     *Centrosema* (L.) DC  
Especie    *pubescens* Bentham

Entre los nombres vulgares de esta especie están, entre otros: bejuco de chino, caracucha, centro, chanco, frijolito, hierba jabonera, centrosema, jequirana, patinho, butterfly pea, y centro pea (Mejía, 1984).

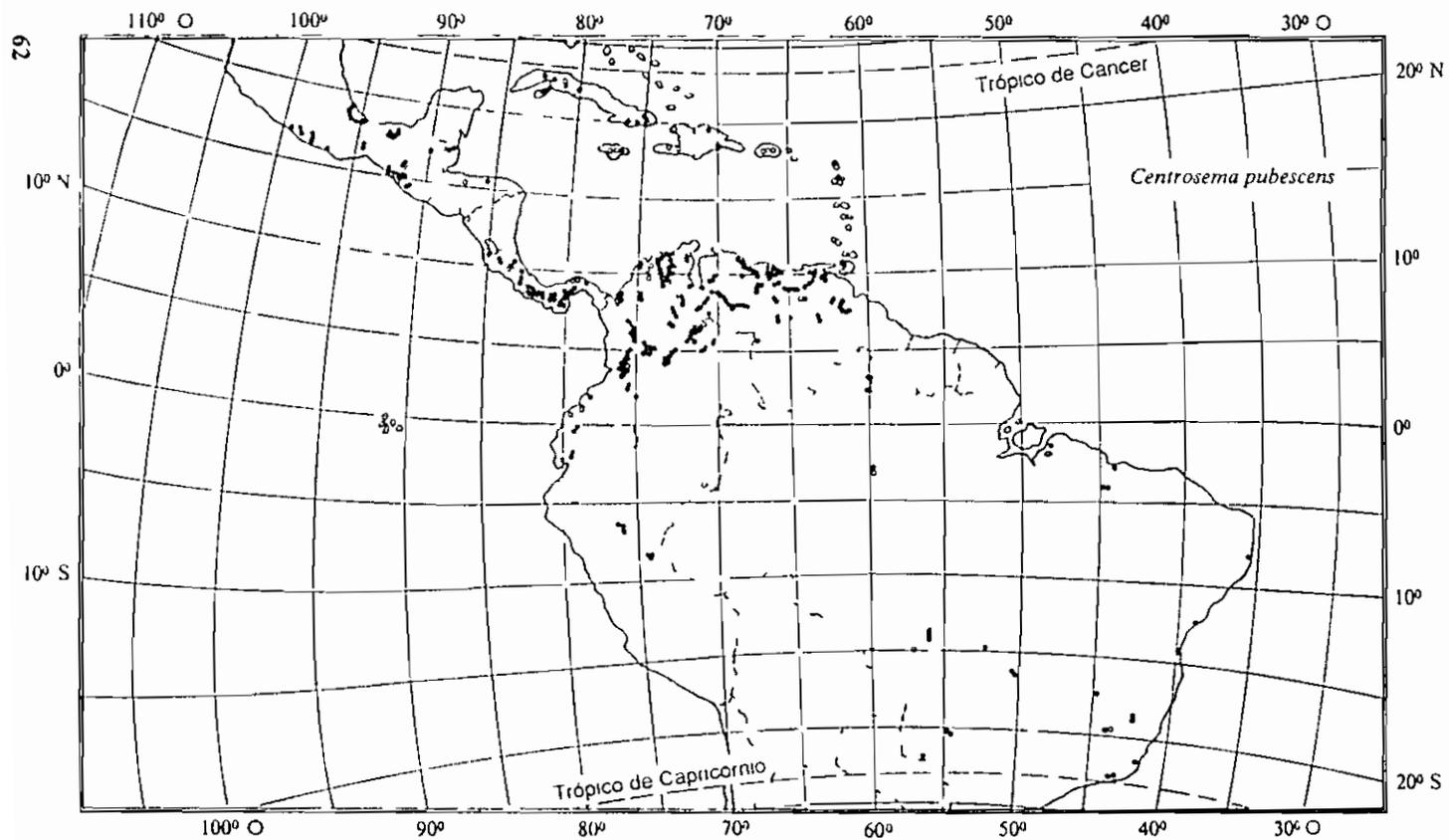


Figura 1 Distribucion natural de *Centrosema pubescens*  
(Schultze Kraft et al 1990)

- Sitio del cual hay germoplasma disponible
- Sitio de recoleccion de especimenes de herbario

## 4.2 MORFOLOGIA DE LA PLANTA

### 4.2.1 Hábito de crecimiento

*Centrosema pubescens* es una planta herbácea, vigorosa y perenne. Los tallos rastreros tienen una ligera tendencia a desarrollar raíces en los nudos dándole la apariencia de una planta estolonífera. Cuando crece en un cultivo puro, forma una cubierta densa y compacta de 40 a 45 cm de espesor a los 4 a 8 meses después de la siembra (Teitzel y Burt, 1976)

### 4.2.2 Raíz

La raíz principal de *C. pubescens* es pivotante con buena cantidad de raíces primarias y secundarias (raíces laterales). Posee un sistema radicular penetrante y profundo, dependiendo de la textura del suelo. El desarrollo de la raíz pivotante y las laterales es casi igual (Skerman, 1977, Teitzel y Burt, 1976)

### 4.2.3 Tallo

Los tallos son frondosos y trepan en forma de enredadera cuando hay disponibilidad de soporte. Son algo pubescentes y después de 18 meses tienen

la tendencia a volverse leñosos. Cuando hay buena disponibilidad de humedad en el suelo, los nudos de los tallos rastreros desarrollan raíces (Teitzel y Burt, 1976)

#### **4.2.4 Hoja**

Las hojas son trifoliadas, con folíolos de color verde a verde oscuro. Son elípticas u ovalo-elípticas, obtusas, aproximadamente 4 cm de largo por 2-2.5 cm de ancho y ligeramente pubescentes, especialmente en el envés. Las estípulas son largas y persistentes (Teitzel y Burt, 1976)

#### **4.2.5 Flor**

Las flores son papilionadas, y originan en racimos axilares. Son vistosas, grandes y cada una tiene dos bracteolas estriadas. El color varía desde blanco a malva-pálido con franjas purpuras en el centro del estandarte, o son totalmente lilas. Se encuentran 3-5 flores por racimo. El tubo del cáliz es campanulado, los dientes son desiguales, siendo los dos superiores oval-triangularados de 1.5-3 mm de largo. El estandarte, el cual es más grande que los otros pétalos, es ancho y pubescente en el envés, teniendo en la parte basal del dorso una protuberancia característica del género. Su exterior es de

color blanco, ó lila brillante ó palido, y con numerosas franjas de color violeta oscuro a ambos lados de una banda central amarillo-verdoso (Teitzel y Burt, 1976)

#### 4.2 6 Fruto

Los frutos son legumbres (vainas) lineales de 7-15 cm de largo, aplanados y anchos con margenes prominentes Pueden ser rectos o ligeramente torcidos, y son acuminados Cuando maduros son de color cafe oscuro y pueden contener hasta 20 semillas (Skerman, 1977, Teitzel v Burt, 1976)

#### 4.2 7 Semilla

Las semillas son ligeramente oblongas hasta cuadradas con esquinas redondeadas de 4-5 mm por 3-4 mm, de color marron oscuro, con manchas moteadas oscuras y un halo de color mas claro (Skerman, 1976)

Segun Serpa (1965), existen dos tipos de semilla, con diferencias en la permeabilidad de la testa y en la subsiguiente germinacion uno con un contorno alrededor del hilum, y el otro sin el Observaciones de campo hechas por Ferguson *et al* (1990) sugieren que la formación de la semilla en *C pubescens*

es adversamente afectada por la temperatura baja y los sitios seleccionados para la producción de semillas necesitan ser cálidos (20 °C-28 °C)

#### 4.3 VALOR NUTRITIVO

Varios trabajos se han realizado sobre el valor nutritivo del forraje de *C pubescens* Clements *et al* (1983), reportan 3-4% de nitrógeno, 25-40% de fibra cruda, y 35-50% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Johri *et al* (1969), realizaron análisis químico en plantas verdes de *C pubescens* reportando un contenido de 15 a 50% de proteína cruda, 24-47% de fibra cruda, 46-74% de extracto de nitrógeno libre, 71-21% total de carbohidratos, 1-61% de calcio y 0-47% de fósforo sobre base de materia seca

En el Cuadro 1 Lascano *et al* (1990), reportan el valor nutritivo de varias especies de *Centrosema* comparadas en similares condiciones

Cuadro 1 Proteína cruda, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y contenido de taninos en hojas de forraje de *Centrosema*, Lascano *et al*, 1990

Especie <sup>a/</sup>	CIAT No	Porcentaje		
		PC	DIVMS	Taninos
<i>C acutifolium</i>	5277	24.9	74.6	0.10
<i>C acutifolium</i>	5568	22.6	60.2	2.10
<i>C macrocarpum</i>	5065	26.4	72.2	0.23
<i>C pubescens</i>	5189	29.6	66.7	0.11

a/ Muestras tomadas 6 meses después de la siembra

Varios autores citados por Skerman (1977), mencionan los siguientes rangos proteína cruda 18.7 - 25.5%, extracto libre de N 31.2 - 40.9%, fibra cruda 26.5 - 33.0%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.4 - 1.7%, K<sub>2</sub>O 1.47%, CaO 0.8 - 2.5%

#### 4.4 PRODUCCION DE MATERIA SECA

Esta leguminosa alcanza las más altas producciones de MS en suelos de fertilidad moderada a alta, en las tierras bajas y húmedas del trópico (Teitzel y Burt, 1976). Con un potencial de rendimiento de 1000 kg/ha/corte (12 semanas) de MS, se constituye como una alternativa forrajera para la producción animal en el Perú.

(Silva del A., 1986) En suelos ácidos y de baja fertilidad de Yurimaguas (Ara y Schaus, 1982), y Taparoto, Peru (Silva y López, 1984), se ha comportado como buena forrajera

En la Amazonia se han evaluado varias accesiones de *C pubescens*, especialmente en Brasil, Ecuador y Peru, Serrão *et al*, 1990 en Paragominas, Brasil, encontraron entre 9 y 10 6 t/ha de MS, acumulada en cuatro cortes, con intervalos de 10 a 12 semanas para las 9 accesiones más productivas de *C pubescens* En Rio Branco, Brasil, la especie presentó rendimientos de 4240 kg/ha a 9650 kg/ha de MS en tres cortes evaluados en 1989 con intervalo de 12 semanas (Ferreira, 1990) Keller-Grein v Passoni (1989) en Pucallpa, Peru, encontraron para un total de 23 accesiones de *C pubescens* un rango desde 2810 hasta 7470 kg/ha de MS acumulada en cuatro cortes durante un año

En otros ensayos realizados en la Amazonia Peruana, Cantera *et al* (1990), encontraron un rango de 730 a 1590 kg/ha de MS promedio de tres cortes con intervalo de 12 semanas, para 24 accesiones de *C pubescens* evaluadas en Puerto Bermudez Lara Carretero (1990) encontró rendimientos desde 739 hasta 1202 kg/ha (en rebrotes de 6 semanas) para las 9 accesiones mas destacadas de *C pubescens* en Yurimaguas En Napo, Ecuador, González y Anzules (1990), reportan rendimientos entre 1221 y 2062 kg/ha de MS (promedio de cuatro

cortes)

#### 4 5 PRODUCCION DE SEMILLAS

La importancia del clima en la producción de semillas sugiere principalmente una sincronización del periodo vegetativo con la época lluviosa y reproductivo con la época seca y la necesidad de una estación seca, confiable que estimule una producción vigorosa y facilite la cosecha según lo resaltan Hopkinson y Reid, 1978

Serpa (1974), reporta que los rendimientos de semillas están altamente correlacionados con el número de vainas, además con la época de siembra y el uso de tutor que parece influir marcadamente en la producción de semillas del género *Centrosema* Yanez et al (1988), realizaron un estudio sobre el momento apropiado para cosechar semillas en *C pubescens* CIAT 438 y determinaron que los mayores rendimientos se presentaron entre 60 y 70 días después del inicio de la floración

Según investigaciones realizadas por Silva y Lopez (1985), en Tarapoto, Perú, *C pubescens* comun CIAT 413 produjo 521 kg/ha de semilla y *C pubescens* CIAT 438 produjo 340 kg/ha

Rendimientos comerciales de cosechas manuales de cultivos soportados variaron desde 200 hasta 400 kg/ha para *C pubescens* comun en Tailandia y desde 75 hasta 98 kg/ha para *C pubescens* CIAT 438 en Peru, y en cosechas comerciales con combinadas en Queensland, Australia, y en Brasil los rendimientos de *C pubescens* comun variaron entre 140 y 180 kg/ha y entre 80 y 300 kg/ha respectivamente (Ferguson *et al* , 1990) En general, los rendimientos comerciales obtenidos en cosecha mecánica representan solo de un 20% hasta 40% del potencial de productividad (Ferguson *et al* , 1990)

#### 4.6 RELACION SIMBIOTICA CON *Rhizobium*

Se han estimado cantidades de nitrogeno fijado por *C pubescens* cuando crece en asociación con gramínea entre 138 N/ha/año (Bruce, 1967) y 280 kg N/año a 0.3 m de profundidad del suelo/año (Moore, 1962) y en cultivo puro de 204 kg/ha hasta la floracion (Montofos y Gargantini, 1963) a 269 kg N/ha/año (Whitney *et al* ,1967) Segun Halliday (1979), al inocular con cepas específicas con las que se logre una simbiosis completamente efectiva, se puede alcanzar promedios de 20.7% de proteína cruda en los rebrotes de la leguminosa contra un 6% en plantas no inoculadas, un 11.3% en plantas con nitrogeno disponible en el medio radicular y un 12% en simbiosis no efectiva

Tang y Sylvester-Bradley (1986), realizaron una selección de cepas de *Rhizobium* para *C. pubescens* en jarras de Leonard con arena y dos suelos de Colombia, un Oxisol (A-Carimagua) y un Ultisol (B-Quilichao) y encontraron que las cepas más destacadas fueron CIAT 1670 y CIAT 1780 ya que las plantas inoculadas con ellas presentaron mayor contenido de nitrógeno total, 35.90 y 35.97 mg para A y 134.15 y 129.85 mg para B, con sus respectivos controles no inoculadas y sin nitrógeno, los cuales presentaron contenidos totales de N de 22.12 en A y 73.21 en B. El rendimiento de la materia seca y la nodulación en estas dos cepas también fueron superiores en los dos casos.

El peso de la parte aérea de la planta está correlacionado positivamente con el número de nódulos. Sin embargo, la ausencia de nódulos en algunos ecotipos puede ser causada por sustancias en la cobertura de la semilla que se difunden y entran en la rizosfera durante la germinación de las semillas y, según lo reporta Bowen (1961), estas sustancias pueden inhibir un amplio rango de cepas de *Rhizobium*. Trabajos realizados por Leon *et al.* (1986), mostraron que no hubo respuesta a la inoculación con *Rhizobium*, ya que tanto los tratamientos inoculados como los no inoculados presentaron nódulos en el sistema radicular de las plantas, y estos presentaban coloración de rojo a café oscuro. Según Stowers y Elkan (1980), esta coloración nos indica la presencia de la hemoglobina en los mismos, confirmando que la fijación del nitrógeno se está

llevando a cabo

## 47 ECOLOGIA DEL CULTIVO

### 471 Clima

La variedad comercial australiana de *C pubescens*, "Centro", es una leguminosa para condiciones de trópico húmedo con temperaturas altas. Los rendimientos de "Centro", con temperaturas diurnas/nocturnas de 26/15 °C, fueron solamente 16% de aquellas a 32/24 °C. Por encima de 25.6 °C y por debajo de 12.8 °C el crecimiento se restringe severamente (Bowen, 1959). *C pubescens* no tolera heladas (las cuales causan daños severos), pero en una población bien establecida puede ocurrir rebrote después de la helada si la corona y los tallos basales han sido suficientemente protegidos (Douglas, 1962, Schofield, 1945 y Barnard, 1967, citados por Teitzel y Burt, 1976).

Aunque *C pubescens* crece en áreas que reciban solo 1000 mm de precipitación anual (Wilson y Lansbury, 1958, citados por Teitzel y Burt, 1976), su comportamiento es mucho mejor en áreas de mayor precipitación (Walsh, 1958, Barnard, 1967 y Goodchild, 195, citados por Teitzel y Burt, 1976).

Segun Clements *et al* (1983), la precipitacion anual preferida por *C pubescens* es de 1500 mm aproximadamente, pero "Centro" puede persistir en áreas más secas de Africa (800-1500 mm) y puede sobrevivir 3-4 meses sin lluvias, no está adaptada a sequias más prolongadas, ni tolera encharcamientos, y crece muy poco a temperaturas menores de 15 °C. *C pubescens* es una planta del tropico, pero tambien tiene potencial para la región subtropical (Clements *et al* , 1983)

#### 4.7.2 Suelos

*C pubescens* está considerada como una especie no tolerante a suelos ácidos en especial la variedad comercial (Clements *et al* , 1983, y Hutton, 1983, ambos citados por Schultze-Kraft, 1990), sin embargo puede crecer en un amplio rango de suelos (Humphreys, 1980), pero tiende a ser mas productivo en suelos de buenas características físicas y de fertilidad moderada a alta

Varias accesiones del germoplasma de *C pubescens* fueron ensavadas para adaptacion en suelos ácidos en condiciones de invernadero y de campo durante los años de 1978-1981 (Schultze-Kraft, 1990) De este trabajo resulto la identificación de una serie de accesiones que fueron tolerantes a suelos acidos como *C pubescens* CIAT 5172 y CIAT 5189

Schultze-Kraft y Keller-Grein (1985), evaluaron en Santander de Quilichao, Colombia, 133 accesiones de 12 especies de *Centrosema* en un suelo ácido (Ultisol) con pH 4.1 y 89% de saturación de aluminio. Entre las 73 accesiones de *C. pubescens* incluidas en el experimento, los autores observaron mucha variabilidad en cuanto a tolerancia a la acidez del suelo, encontrando 9 accesiones altamente tolerantes.

Hutton (1985), encontró que la mayoría de las introducciones de *C. pubescens* presentaron mediana tolerancia a la acidez en tanto que *C. macrocarpum* y *C. schiedeanum* fueron altamente tolerantes. El grado de tolerancia a la acidez se correlacionó negativamente con la asimilación de aluminio. Se seleccionaron varias introducciones promisorias de *C. pubescens*, *C. macrocarpum*, y *C. schiedeanum* para cruzamientos destinados a aumentar la tolerancia de *C. pubescens* a la acidez.

## 4.8 TÉCNICAS DE CULTIVO

### 4.8.1 Establecimiento

*C. pubescens* es notablemente lento en establecerse (Teitzel y Burt, 1976) y requiere buenas condiciones durante los 8-9 meses iniciales. La lentitud inicial

del establecimiento se debe en parte a una proporción alta, hasta 60% de semillas duras (Verhoeven, 1958, citado por Teitzel y Burt, 1976) Según Serpa y Achicar (1970), la presencia de semillas duras en *C pubescens* está asociada a la época de la cosecha de las semillas ya que usualmente se presentan diferentes grados de madurez de la semilla, el utilizar un método de escarificación antes de la siembra es recomendada Otra medida aconsejable a fin de favorecer el establecimiento según Pedroza y Rocha (1977), es la siembra en suelos bien preparados, con surcos espaciados a 100 cm y 50 cm entre plantas y con profundidades de 2,5 a 5 cm, donde no afecte la germinación La siembra para pasturas puede hacerse por voleadora a una tasa de 6-8 kg de semilla/ha (Clements *et al* , 1983)

La inoculación de la leguminosa con cepas recomendadas de *Rhizobium* da una marcada ventaja en la velocidad de establecimiento lo que es de especial relevancia cuando es sembrada con gramíneas tropicales vigorosas Uno de los problemas que se presentan para su establecimiento en climas tropicales son las malezas y el rebrote de las plantas maderables (Mendoza *et al* , 1990)

Novelly *et al* (1985), reportan que la germinación y el establecimiento de dos leguminosas (*C pubescens* y *Galactia striata*) fueron mayores en aquellos tratamientos en los cuales el suelo cubrió la semilla y estaba compactado,

utilizando el método de siembra al voleo y sin operaciones de cuidado posterior, el establecimiento fue mínimo en ambas leguminosas

#### 4.8.2 Fertilización

*C. pubescens* crece bien en suelos fértiles, sin embargo en suelos deficientes de fósforo (<5 ppm P) no se ha conseguido un buen establecimiento de esta leguminosa forrajera (Chavez, 1974). Por esta razón, para los suelos con características de alta acidez y bajo contenido de P se ha enfatizado en la necesidad de aplicar altos niveles de P y Ca (Snyder *et al.*, 1978), siempre y cuando los contenidos en el suelo no sean lo suficientemente apropiados para su desarrollo y crecimiento (Snyder y Kretschmer, 1975, citados por Machado y Alfonso, 1981). Por otro lado la aplicación de fertilizante fosforico incrementa el rendimiento de materia seca (Tosi *et al.*, 1979, citados por Machado y Alfonso, 1981) y el contenido de este elemento en la planta (Werner y Monteiro, 1974, citados por Machado y Alfonso, 1981).

En general, el fósforo (P) es el nutriente limitante en el establecimiento (Jamieson, 1969). Las recomendaciones para una fertilización con P varían de 10-40 kg/ha de  $P_2O_5$ , dependiendo de la fertilidad y la capacidad del suelo para fijar P. La extracción de este elemento es ampliada por la presencia de

micorrizas y el consiguiente desarrollo radicular (Clements *et al* , 1983) En suelos tropicales que usualmente poseen reservas de K, solo es necesario aplicar 20 a 25 kg/ha de K<sub>2</sub> O, en la fase de establecimiento Respuestas para otros macronutrientes como azufre han sido reportados para *C pubescens* (Couto y Sanzonowics, 1983)

Paralelamente a la fertilización fosfórica en suelos ácidos, la fertilización con Ca, es estrictamente aconsejable (Machado y Alfonso, 1981) Esto se debe a que esta especie responde positivamente al encalado, incrementándose el contenido de calcio en las partes aéreas con relación al sistema radicular (Andrew y Johnson, 1976)

Werner *et al* , (1983) realizaron una investigación sobre el efecto de fósforo, potasio y molibdeno más cobre en una pradera de *Melinis minutiflora* / *C pubescens* en la cual la aplicación de Mo + Cu fue el tratamiento de mayor efecto en el rendimiento de materia seca de la leguminosa, cantidad de proteína/ha y proporción de leguminosa en la mezcla Esta mayor proporción se mantuvo con la aplicación de los dos micronutrientes en combinación con una fertilización con 100 kg/ha de K<sub>2</sub> O y 50 kg de superfosfato simple/ha

Werner y Mattos (1972), estudiaron en un experimento con macetas en

invernadero los efectos de B, Mo, Cu y Zn en la producción de materia seca, nodulación y fijación de nitrógeno de *C pubescens*. Los resultados mostraron que el Mo fue el elemento más efectivo en incrementar el porcentaje de N y la producción de N/maceta. El B aumentó significativamente el número de nódulos, pero tendió a reducir el porcentaje de N en la materia seca. El Cu tuvo una interacción significativa y positiva con el Mo al aumentar la materia seca y la producción de N.

#### **4.9 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Para el género *Centrosema* se ha identificado una serie de insectos plagas (Calderón y Varela, 1982) y de enfermedades (Lenne *et al*, 1983) que pueden ocasionar daños de importancia económica. Las plagas y enfermedades están resumidas en los Cuadros 2 y 3.

#### **4.10 UTILIZACIÓN COMO FORRAJERA**

La mayoría de los estudios realizados con *C pubescens* a fin de determinar su potencial en la producción de carne se han realizado en asociación de esta especie con gramíneas y en ellas se ha tratado de mejorar la

Cuadro 2 Principales insectos plagas del genero *Centrosema* (Calderon y Varela, 1982)

ORDEN	FAMILIA	GENERO	NOMBRE VULGAR	DAÑO
Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta</i>	Hornuga arrieta	Troza plantulas recién emergidas En plantas mas desarrolladas las defolian
Coloptera	Chrysomelidae	<i>Gynandobrotica</i>	Cucarroncitos de las hojas	Trozan el tejido foliar dejando perforaciones circulares
Homoptera	Cicadellidae	<i>Empoasca Hortensia</i>	Saltahojas Lorito verde	Succionan la savia, cuando el ataque es severo puede ocurrir la decoloracion total de la lamina foliar, deformando las hojas y afectando la calidad del forraje
Hemiptera	Tingidae Pentatomidae		Chinches	Succionan por el enves de la hoja El arca afectada se torna blanca y posteriormente necrotica
Thysanoptera	Thripidae		Trips	Maccra el tejido foliar y chupa el jugo que emana del tejido dañado Se observan machas cloroticas de forma irregular, las hojas afectadas se enerespan y deforman
Acariforme		<i>Tetranychus</i>	Arañitas rojas	Chupan la savia por el enves de las hojas e inyectan toxinas al tejido foliar , cuando el ataque es severo se vuelve necrotico el tejido

Cuadro 3 Principales enfermedades del genero *Centrosema* (Lenne et al 1983)

ENFERMEDAD	TIPO DE PATOGENO	AGENTE CAUSAL	SINTOMAS
Añublo foliar	Hongo	<i>Rizoctonia solani</i>	Afecta principalmente las hojas Manchas acuosas que al aumentar de tamaño afectan todo el folíolo Cuando el ataque es severo puede causar defoliación
Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	Hongo	<i>Cercospora centrosemae</i>	En las hojas aparecen lesiones de color marrón a negro, usualmente con una aureola amarilla de forma angular a circular Al aumentar el ataque puede llegar a causar necrosis y la defoliación de la planta
Mancha foliar y de la vaina por Antracnosis	Hongo	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> <i>C. dematium</i>	En la hoja aparecen pequeños puntos de color marrón a negro En las vainas manchas de color crema que luego se convierten en lesiones hendidas que pueden afectar las semillas
Mancha foliar por <i>Alternaria</i>	Hongo	<i>Alternaria</i> spp	Manchas de color marrón Al aumentar de tamaño las áreas afectadas se tornan de color marrón con tonalidades oscuras y claras alternas
Bacteriosis	Bacteria	<i>Pseudomonas fluorescens</i> Biotipo II	Lesiones acuosas en las hojas jóvenes que al aumentar de tamaño causan pudrición y necrosis del tejido Cuando la enfermedad se extiende por el pecíolo y el tallo causan defoliación y muerte descendente
Hoja pequeña		<i>Mycoplasma</i> sp	Se localiza en toda la planta Se presenta proliferación de hojas de tamaño pequeño en forma de roseta

disponibilidad, persistencia y calidad del forraje, y así poder obtener un máximo en el incremento de la producción animal Berrezoeta (1975), reporta que en una asociación de *Panicum maximum*/*Stylosanthes guianensis*/*C pubescens* comparada con una pradera testigo de *Hyparrhenia rufa*, lograron una capacidad de carga de 2.8 animales/ha para las asociaciones, y de 1.5 animales/ha para el testigo y ganancias de 0.500 y 0.300 kg/animal/día, y 554 y 178 kg/ha respectivamente. En explotaciones bajo condiciones de pastoreo donde *C pubescens* estuvo asociada con *Digitaria decumbens* (pangola) se constató un incremento en el contenido de la proteína cruda (PC) del 13-15%, mejorándose marcadamente la disponibilidad y la palatabilidad del forraje ofertado, así como un incremento en la carga animal del 30-40% (Machado y Alfonso, 1981).

Grof y Harding (1970), en Australia cuando asociaron *Panicum maximum* (Guinea) con *C pubescens* la ganancia anual de peso vivo fue de 450 kg/ha, en comparación con una ganancia de 585 kg/ha la cual se obtuvo con la gramínea pura pero fertilizada con 168 kg/ha/año. Así mismo Serpa *et al* (1973), en Brasil realizaron un estudio sobre la producción diaria de leche en la cual obtuvieron 6.9 kg/vaca en pastoreo con pasto pangola no fertilizado, 8.7 kg/vaca con pasto pangola fertilizado con 140 kg/ha de nitrógeno y 7.9 kg/vaca con pangola mezclado con *C pubescens*.

Al utilizar *C pubescens* en la producción de silos Tosi *et al* (1975), citados por Machado y Alfonso (1981), observaron que la solubilidad de los carbohidratos fue baja, pero con buena fermentación láctica y alta capacidad bufferante, concluyendo que puede obtenerse ensilajes de alta calidad si se añaden aditivos con alto contenido de azúcar

Además de ser usado en pasturas *C pubescens* tiene un rol importante como cultivo de cobertura en plantaciones de caucho, coco y palma de aceite en el sureste asiático (Humphreys *et al* , 1990) En Australia hay cerca de 20 000 ha de pasturas de *C pubescens*, la mayoría en la región costera del norte del estado de Queensland (Teitzel y Burt, 1976)

## 5 MATERIALES Y METODOS

### 5.1 CARACTERISTICAS AGROECOLOGICAS DEL AREA EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en el jardín de introducciones de la sección Agronomía / RIEPT-Llanos, del Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT), localizado en el Centro de Investigaciones (CI) La Libertad del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). La estación está ubicada en el municipio Villavicencio, Meta, a 4° 3' latitud norte y 73° 29' longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 336 m. La humedad relativa, promedio anual, es del 80%, la temperatura, promedio anual, de 26 ° C y una precipitación de 2800 mm, distribuidos en ocho meses de máxima precipitación (abril-noviembre), y cuatro meses de mínima precipitación (diciembre-marzo) (CIAT, 1992). Las características climáticas durante el período experimental se presentan en la Figura 2. Su ecosistema corresponde a Bosque húmedo tropical (IGAC, 1977). El suelo se

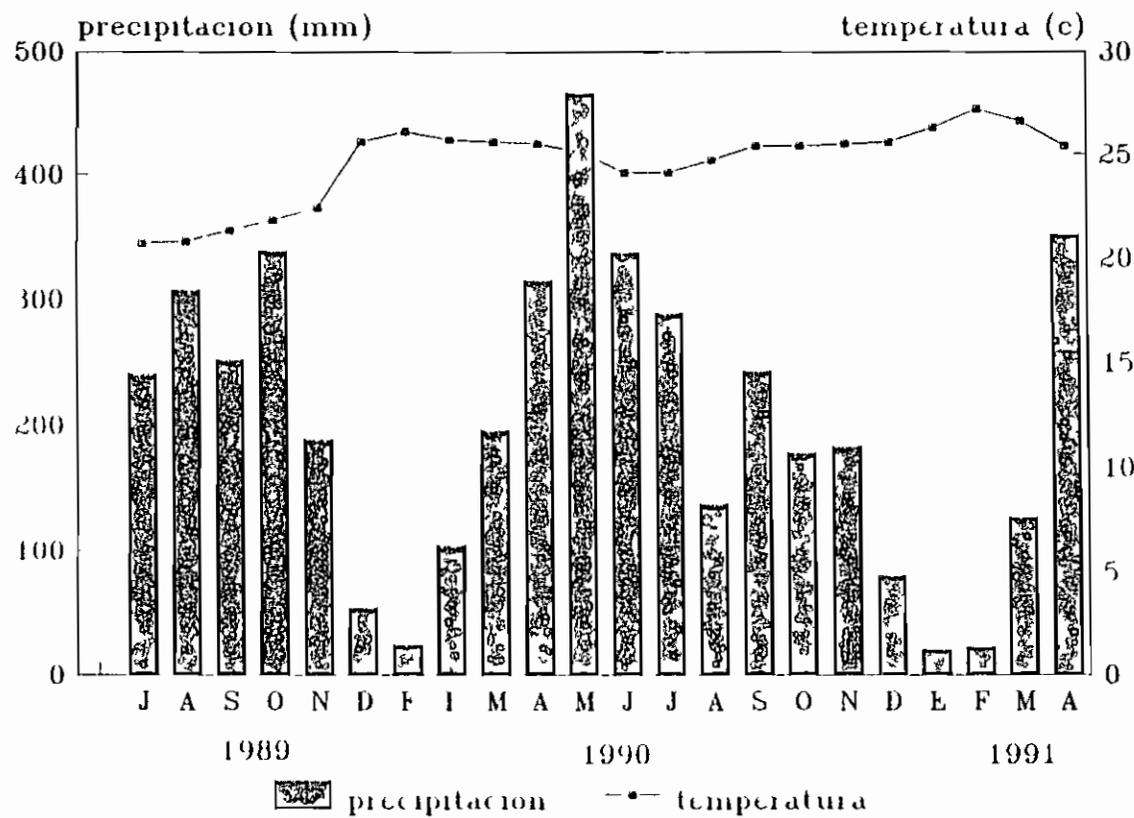


Figura 2 Características climáticas del área experimental Villavicencio, Colombia

clasifica como Oxisol con buena estructura física, alta saturación de aluminio, bajo contenido de materia orgánica y baja capacidad de intercambio catiónico que facilita la pérdida de bases (Ca, Mg, K) por lixiviación. El empobrecimiento de las bases del suelo causa acidez y aumenta el nivel de aluminio intercambiable. Las características físicas y químicas del suelo del área experimental se muestran en el Cuadro 4.

## 5.2 MATERIALES

### 5.2.1 Germoplasma

En el ensayo se evaluaron

23 accesiones de *C. pubescens* seleccionadas por su adaptación y productividad a suelos ácidos y de baja fertilidad en la estación de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia (R. Schultze-Kraft, comunicación personal)

2 accesiones testigo de *C. pubescens*

2 accesiones testigo de *C. acutifolium*

2 accesiones testigo de *C. macrocarpum*

Cuadro 4 Características físicas y químicas del suelo del área experimental

Descriptor	Unidad	Valor	
		0-20*	20-40*
Arena	%	45	
Limo	%	19	
Arcilla	%	36	
pH		5.4	5.5
M.O.	%	3.5	2.9
P (Bray II)	ppm	6.4	5.5
Cationes intercambiables			
Al	meq/100 g	1.5	1.8
Ca	meq/100 g	0.52	0.51
Mg	meq/100 g	0.12	0.10
K	meq/100 g	0.10	0.07
Saturación aluminio	%	66.46	72.58

\* Profundidad en cm

El origen de las 29 accesiones se presenta en el Cuadro 5

### **5.2.2 Insumos**

En el ensayo se utilizaron los siguientes fertilizantes, en g/parcela 135 de urea, 125 de superfosfato triple, 50 de cloruro de potasio, 150 de sulfato de magnesio, y 50 de nitrógeno. Además se utilizaron 350 cc<sup>3</sup> /ha de "Nuvacrón", para control de áfidos en las parcelas adicionales

Además se utilizaron marcos metálicos (0.50 x 0.50 m y de 0.25 x 0.25 m), bolsas de papel de diferentes tamaños, formatos de evaluación, balanza, tijeras podadoras, horno de secar muestras, molino eléctrico, frascos, postes de madera y alambre liso No 12

### **5.3 METODOS**

El área experimental total se aprovechó para realizar dos ensayos. Un 40% del área se utilizó para establecer un experimento denominado principal en el cual se realizaron evaluaciones cada 12 semanas, durante 72 semanas, el otro 40% para un experimento denominado

Cuadro 5 Origen de las accesiones de *Centrosema* spp utilizadas en el experimento (Schultze-Kraft *et al*, 1987)

CIAT No	Especie	Paísa/	Estado	Lat	Long	Alt (msnm)	Prec anual (mm)	No de Meses secos (<60 mm)
413 <sup>a/</sup>	<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>							
438 <sup>a/</sup>	<i>C pubescens</i> <sup>c/</sup>							
5006	<i>C pubescens</i>	Dom	Sto					4
5133	<i>C pubescens</i>	Col	Domingo	11N17	73O54	20	2290	5
5167	<i>C. pubescens</i>	Ven	Magdalena	10N10	66O54	190	1080	4
5169	<i>C pubescens</i>	Ven	Miranda	10N04	66O56	420	1440	5
5172	<i>C pubescens</i>	Ven	Aragua	09N51	66O54	230	1120	3
5189	<i>C pubescens</i>	Ven	Aragua	10N23	66O29	60	1300	4
5277 <sup>a/</sup>	<i>C acutifolium</i> <sup>d/</sup>	Col	Miranda	04N53	68O23	150	2130	5
5568 /	<i>C acutifolium</i>	Bra	Vichada	08S51	48O20	290	1680	5
5596	<i>C pubescens</i>	Bra	Goiás	11S44	47O52	400	1500	5
5627	<i>C pubescens</i>	Ven	Goiás	10N06	69O10	480	850	2
5631	<i>C pubescens</i>	Ven	Lara	09N24	70O29	490	1180	3
5634	<i>C pubescens</i>	Ven	Trujillo	09N22	69O59	700	2100	1
15043	<i>C pubescens</i>	Col	Portuguesa	05N48	75O36	1100	1800	3
15132	<i>C pubescens</i>	Ven	Antioquia	09N44	70O26	150	1260	3
15133	<i>C pubescens</i>	Ven	Trujillo	09N22	70O42	900	880	0
15144	<i>C pubescens</i>	Ven	Trujillo	08N43	72O32	10	2310	3
15149	<i>C pubescens</i>	Ven	Zulia	07N33	71O49	270	2560	3
15150	<i>C pubescens</i>	Ven	Táchira	07N40	71O22	260	2140	4
15154	<i>C pubescens</i>	Ven	Barinas	08N22	70O35	210	1710	5
15160	<i>C. pubescens</i>	Ven	Barinas	08N20	69O33	180	1560	0
15470	<i>C pubescens</i>	Pan	Barinas	08N31	82O47	55	3950	3
15474	<i>C pubescens</i>	Pan	Chiniqu	08N17	81O59	45	3550	0
15872	<i>C pubescens</i>	Ven	Chiniqu	10N11	66O27	520	2400	0
15875	<i>C. pubescens</i>	Ven	Miranda	10N11	66O15	60	2540	4
15880	<i>C pubescens</i>	Ven	Miranda	07N23	61O26	180	1310	
25280 /	<i>C macrocarpum</i> <sup>e/</sup>		Bolívar					
25300 /	<i>C macrocarpum</i> <sup>f/</sup>							

a/ Bra= Brasil Col= Colombia, Dom= Rep Dominicana, Pan= Panamá, Ven= Venezuela

b/ Comercial Australiano

c/ *Centrosema* híbrido (*C acutifolium* x *C pubescens*)

d/ Cultivar Vichada

e/ Compuesto Magdalena

f/ Compuesto Llanos

\*/ Testigo

**complementario** donde las 29 accesiones se evaluaron durante dos periodos de sequia (1990 y 1991), bajo dos frecuencias de corte (6 y 12 semanas) y el 20% restante se establecieron parcelas adicionales exclusivamente para realizar observaciones de fenología y producción de semilla

La Figura 3 muestra la ubicación de los dos experimentos y las parcelas adicionales dentro del área experimental

### 5.3 1 Establecimiento y manejo del experimento

La preparación del suelo experimental se realizó en junio de 1989 con una labranza convencional, la cual incluyó una arada y dos pases con rastrillo, la siembra de los experimentos (principal y complementario), y las parcelas adicionales se realizó el 29 de julio de 1989. Se utilizaron 25 g de semilla escarificada de cada una de las 29 accesiones de *Centrosema* spp. Se sembraron 4 a 5 semillas por sitio a una profundidad de 5 cm.

A mediados de agosto de 1989 se raleó dejando una planta por sitio para un total de 10 plantas/parcela en el experimento principal, 5 plantas/subparcela en el complementario y 20 plantas/parcela en las parcelas adicionales (Figura 4)

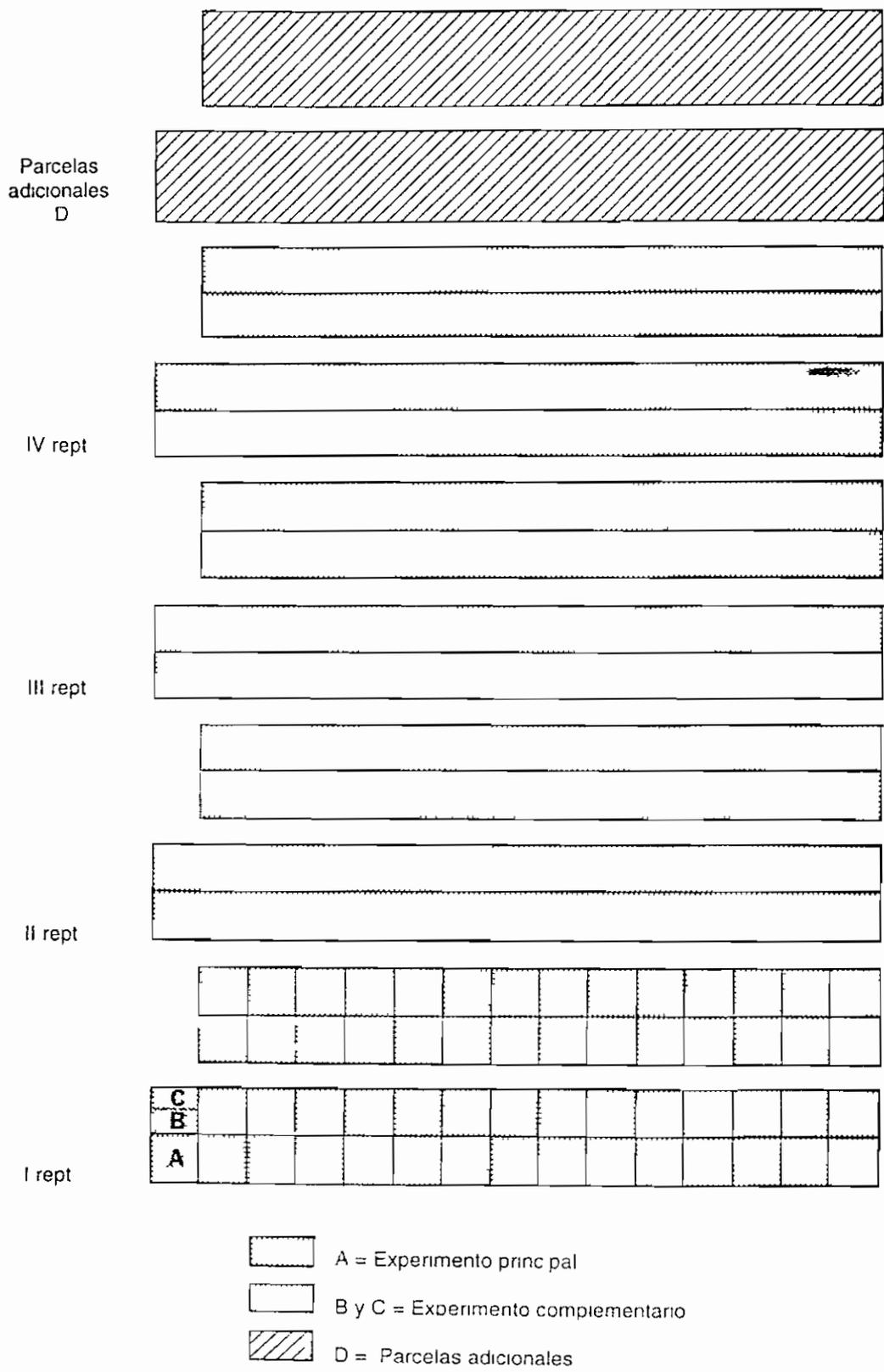


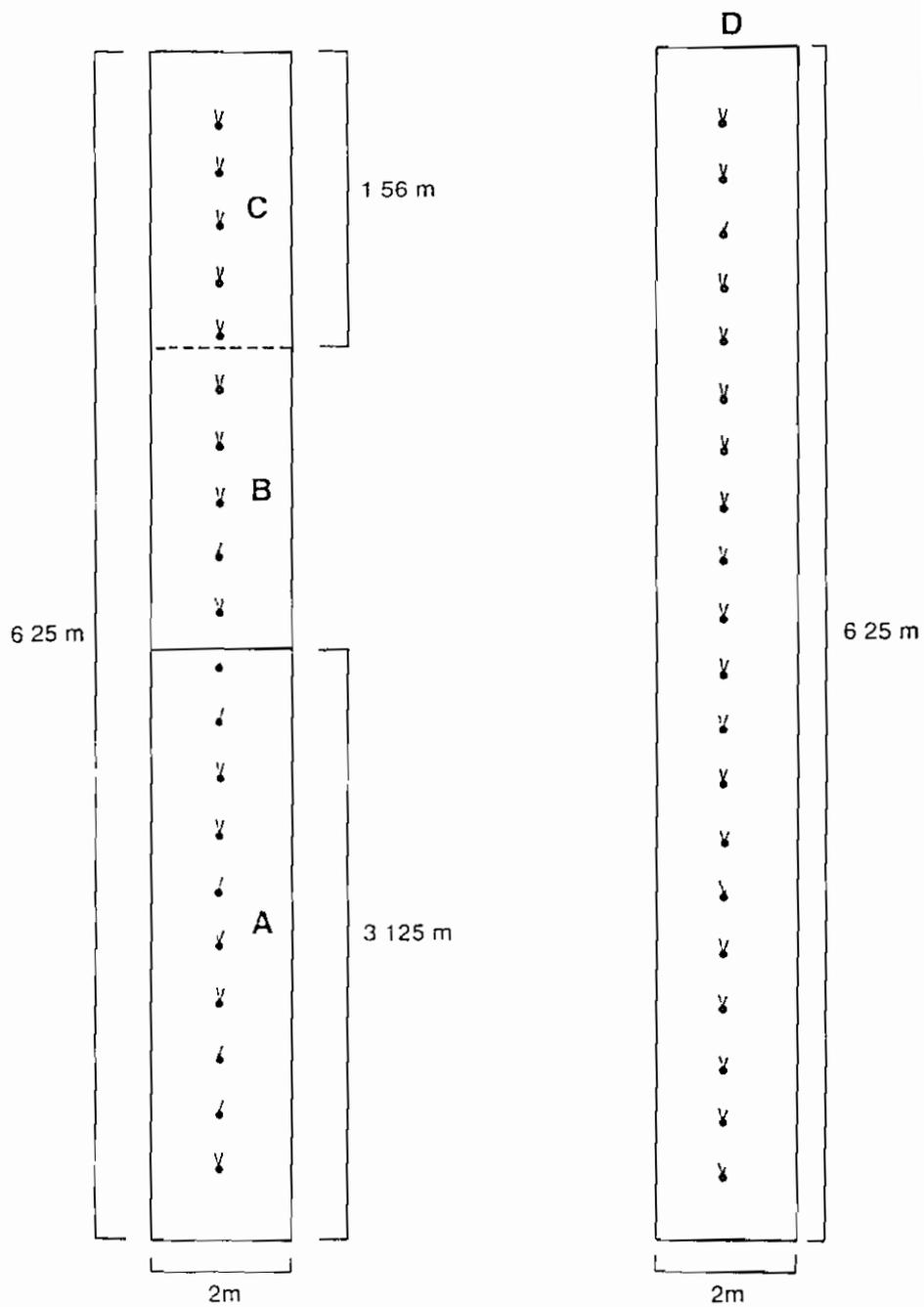
Figura 3 Ubicacion de los experimentos y parcelas adicionales dentro del area experimental

A los diez días de emergencia de las plántulas, se realizó una fertilización en banda con la siguiente dosis 20 kg/ha de P, 20 kg/ha de K, 12 kg/ha de Mg y 12 kg/ha de S. Como no se tenía información previa sobre los requerimientos específicos de *Rhizobium* para la mayoría de las accesiones sembradas, se consideró conveniente la fertilización con N, para asegurar el buen desarrollo inicial de las plántulas en caso que no se presentara nodulación efectiva con cepas nativas. Se le adicionó 50 kg/ha de N en forma de urea, el 19 de octubre de 1989.

El control de malezas se realizó dentro de la parcela en forma manual y entre estas la deshierba fue con la ayuda de una máquina corta césped y azadón.

En las parcelas adicionales se instaló un sistema de tutorado o soporte, utilizando postes de 2 m de largo alambre liso No 12 e hilos de polipropileno para favorecer la floración y la producción de semillas de las plantas. A los siete meses de establecidas las accesiones fue necesario aplicar 350 cc<sup>3</sup> /ha de Nuvacrón para contrarrestar un ataque de áfidos que podría afectar la producción de semillas.

El período experimental concluyó en abril de 1991 después de 669 días, incluyendo el período de establecimiento.



A = Experimento principal  
 B y C = Experimento complementario  
 D = Parcela adicional

Figura 4 Dimensiones de las unidades experimentales en los ensayos principal complementario y parcelas adicionales

### **5.3.2 Diseño experimental**

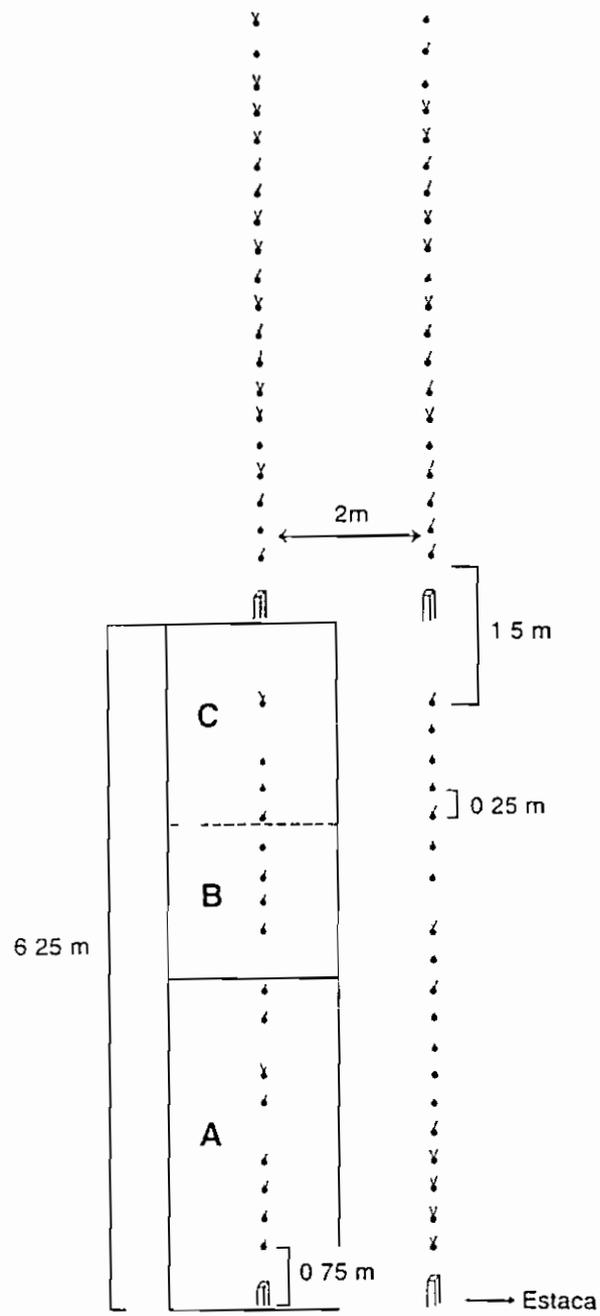
#### **5.3.2.1 Experimento principal**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y 29 tratamientos, los cuales fueron las accesiones de *Centrosema* spp (Cuadro 5)

La parcela constó de un solo surco con 10 plantas sembradas a una distancia de 0.25 m entre ellas y 2 m entre surcos (Figura 5)

#### **5.3.2.2 Experimento complementario**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones en el cual la parcela principal fue cada una de las 29 accesiones evaluadas y la subparcela fue la frecuencia de corte (6 y 12 semanas) En la Figura 4 se muestra el tamaño de las subparcelas, que constaron de un solo surco con cinco plantas sembradas a una distancia de 0,25 m entre ellas y 2 m entre surcos (Figura 5)



A = Experimento principal  
 B y C = Experimento complementario

Figura 5 Distancia de siembra y delimitacion de las unidades experimentales

### **5.3.2.3 Parcelas adicionales**

Se establecieron 29 parcelas adicionales de 6.25 m de largo por 2 m entre parcela. Cada parcela constó de un solo surco de 20 plantas a una distancia de 0.25 m entre ellas.

### **5.3.2.4 Análisis estadístico**

Para los experimentos principal y complementario se efectuó un análisis de varianza de acuerdo a los diseños estadísticos mencionados anteriormente. En los casos de las variables que presentaron diferencias significativas, se les realizó un análisis de comparación de medias según la prueba de Tukey.

### **5.3.3 Evaluaciones realizadas en los experimentos principal y complementario**

En el experimento principal se efectuó un corte de uniformización el 19 de diciembre de 1989. Posteriormente se realizaron seis cortes de evaluación tal como aparecen en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Frecuencia de cortes, con intervalos de 12 semanas, en el experimento principal

No Corte	Fecha	Epoca
A-1	marzo 6, 1990	sequia
A-2	mayo 29, 1990	lluvias
A-3	agosto 21, 1990	lluvias
A-4	noviembre 3, 1990	lluvias
A-5	febrero 5, 1991	sequia
A-6	abril 30, 1991	lluvias

Las evaluaciones realizadas en el experimento complementario se limitaron a las épocas de sequia de los años 1990 y 1991. Al inicio de cada época seca (diciembre 19 de 1990 y de 1991), se efectuó un corte uniforme. Los posteriores cortes de evaluación tuvieron la secuencia presentada en el Cuadro 7.

Cuadro 7 Frecuencia de cortes (6 y 12 semanas), durante la época de sequía de 1990 y 1991 en el experimento complementario

No	Corte identificación	Intervalo en semanas	Fecha	Descripción de época
1	estandarización		diciembre 19 1989	inicio de sequía
2	B-1	seis	enero 30 1990	mediados de sequía
3	B-2	seis	marzo 20 1990	finales de sequía
4	C 1	doce	marzo 20 1990	finales de sequía
5	estandarización		diciembre 19 1990	inicio de sequía
6	B-3	seis	enero 30 1991	mediados de sequía
7	B-4	seis	marzo 20 1991	finales de sequía
8	C-2	doce	marzo 20 1991	finales de sequía

### 5.3.3.1 Rendimiento de materia seca ( $\text{g}/\text{m}^2$ )

Para determinar esta variable se muestreó con un marco de 0.5 x 0.5 m, dos veces por parcela en el experimento principal, y una vez en las subparcelas del experimento complementario (Figura 6) Se cortaron las plantas a una altura de 5 a 10 cm, el material recolectado se empacó en bolsas de papel y fue pesado para determinar la producción de materia verde (peso fresco,  $\text{g}/0,25 \text{ m}^2$ ) Después se realizó un corte de uniformización

Después de pesar el material fresco se mezclaron las cuatro repeticiones de cada

accesion para tomar una submuestra de 200 g en bolsas de tela (de peso conocido), previamente identificadas y luego estas submuestras fueron secadas en un horno a 60-70 ° C por 48 horas (Toledo y Schultze-Kraft, 1982) Con el peso seco de la submuestra se calculó la proporción de materia seca mediante la siguiente fórmula

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{peso seco} \times 100}{\text{peso verde}}$$

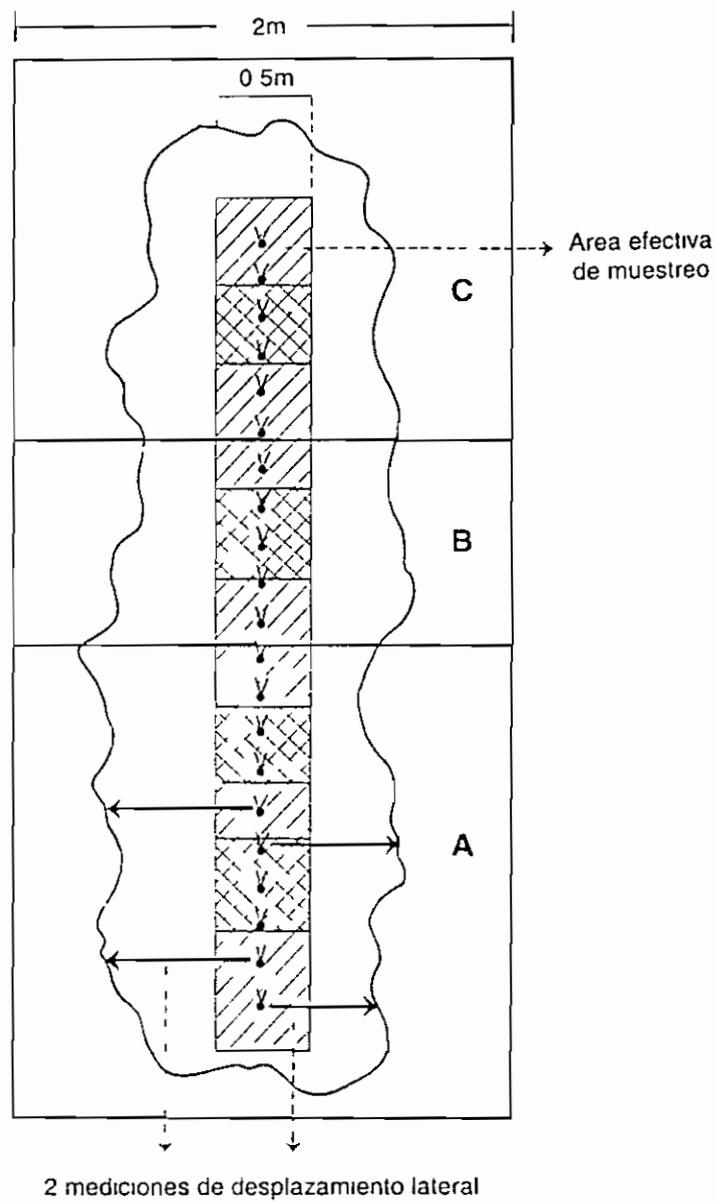
El rendimiento de la materia seca el cual se expreso en g/m<sup>2</sup>

#### **5.3.3.2 Nudos enraizados**

La capacidad de enraizar de los nudos de los tallos rastreros, se determinó despues de cada corte utilizando un marco de 0 25 x 0 25 m, en los mismos sitios de muestreo de la materia seca, contando el numero de nudos enraizados Este dato se expresó como numero de nudos enraizados/m<sup>2</sup>

#### **5.3.3.3 Desplazamiento lateral**

Se midió el crecimiento lateral de las plantas (en cm) en dos puntos a cada lado del surco Esta variable fue medida antes de cada corte (Figura 6)



A = Experimento principal  
 B y C = Experimento complementario

Figura 6 Area de muestreo en los experimentos principal y complementario

#### **5.3.3 4 Daño por plagas**

Esta evaluación se realizó antes de cada corte, calificando la severidad del daño causado por los insectos con una escala de 0 (= sin daño), a 5 (= plantas con daños severos)

#### **5.3.3 5 Severidad de las enfermedades**

Antes de cada corte se evaluó la severidad del ataque de enfermedades, utilizando una escala de 0 (= plantas no afectadas) a 5 (= plantas severamente afectadas)

#### **5.3.3 6 Valor nutritivo**

Se seleccionaron las muestras representativas de las épocas de máxima y mínima precipitación y se secaron en el horno a 60-70 °C durante 48 horas. Las muestras se molieron en un molino de martillos con criba de 1 mm de diámetro y se analizaron en los laboratorios del CIAT. Se determinó el contenido de nitrógeno por el método de Micro-Kjeldahl (Chapman y Pratt, 1961), expresando el contenido de proteína cruda (% N x 6.25), calcio por el método de absorción atómica, el fósforo total por vía colorimétrica (Harris, 1970) y la

digestibilidad *in vitro* de la materia seca por el método de Tilley y Terry (1963)

### **5.3.3.7 Tolerancia a la sequia**

Esta variable fue tomada solamente en el experimento complementario. Durante la estación seca se calificó antes de cada corte los síntomas de estrés de sequia utilizando una escala de 0 (= plantas muertas) a 5 (= plantas vigorosas con rebrote y retención de hojas)

### **5.3.4 Variables evaluadas en las parcelas adicionales**

#### **5.3.4.1 Precocidad de floración**

Se determinó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la floración. Como fecha de floración se definió el día en que por lo menos 50% de las plantas en una parcela habían iniciado la floración.

#### **5.3.4.2 Producción de semillas**

De enero a junio de 1990 se recolectó semanalmente en forma manual las vainas maduras (color café oscuro) de cada parcela y se exponían al sol para su secado.

Posteriormente se desgranaron y se colocaron en empaques plásticos para su almacenamiento. Se registró el peso total (g/parcela) acumulado durante los 6 meses para estimar el potencial de producción en cada una de las accesiones.

Cuadro 8 Rendimiento de materia seca de 29 accesiones de *Centrosema* spp durante 72 semanas, con frecuencia de cortes cada 12 semanas

Especie	Accesión CIAT No	Rendimiento de materia seca (g/m <sup>2</sup> )						
		C O R T E S						Acumulado
		1	2	3	4	5	6	
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	413	192	100	70	212	132	169	874
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	438	232	77	67	131	106	232	844
<i>C. pubescens</i>	5006	200	104	82	219	170	234	1008
<i>C. pubescens</i>	5133	228	115	85	198	140	196	961
<i>C. pubescens</i>	5167	248	88	74	192	140	228	969
<i>C. pubescens</i>	5169	272	170	131	224	168	213	1177
<i>C. pubescens</i>	5172	323	148	97	259	190	253	1272
<i>C. pubescens</i>	5189	254	149	113	264	163	175	1118
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5277	298	242	309	672	390	460	2371
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5568	327	159	115	557	346	477	1981
<i>C. pubescens</i>	5596	252	86	49	130	119	212	846
<i>C. pubescens</i>	5627	283	122	129	213	120	198	1064
<i>C. pubescens</i>	5631	208	123	83	267	146	199	1026
<i>C. pubescens</i>	5634	210	174	133	261	137	187	1101
<i>C. pubescens</i>	15043	200	101	71	229	101	157	858
<i>C. pubescens</i>	15132	195	103	94	255	114	143	903
<i>C. pubescens</i>	15133	202	91	51	157	96	170	756
<i>C. pubescens</i>	15144	241	161	138	274	175	221	1209
<i>C. pubescens</i>	15149	245	110	82	201	108	152	897
<i>C. pubescens</i>	15150	289	232	230	314	160	209	1435
<i>C. pubescens</i>	15154	240	149	128	274	132	203	1126
<i>C. pubescens</i>	15160	379	142	137	251	170	201	1279
<i>C. pubescens</i>	15470	304	153	144	270	190	244	1301
<i>C. pubescens</i>	15474	261	124	82	183	184	246	1078
<i>C. pubescens</i>	15872	260	158	147	329	182	244	1318
<i>C. pubescens</i>	15875	259	136	103	206	145	207	1055
<i>C. pubescens</i>	15880	209	102	78	224	116	194	921
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25280	338	309	277	491	358	400	2174
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25300	323	342	222	448	370	471	2175
	Promedio	258	147	121	272	170	238	1210
	DMS(P<0.05) <sup>b/</sup>	168	114	76	182	125	166	572

a/ Testigo

b/ Diferencia mínima significativa (P<0.05)

diferencias significativas entre la mayoría de las accesiones

El segundo corte se efectuó en la época lluviosa. Sobresalieron los testigos *C macrocarpum* CIAT 25300 y 25280 y *C acutifolium* CIAT 5277 como los más productivos, seguidos de las accesiones de *C pubescens* CIAT 15150, 5634, 5169 con rendimientos de 342, 309, 242, 232, 174 y 170 g/m<sup>2</sup> respectivamente. El rendimiento más bajo (77 g/m<sup>2</sup>) se registró para el testigo comercial de *C pubescens* CIAT 438.

El tercer corte durante la época lluviosa presentó un rango de rendimiento de MS entre 49 g/m<sup>2</sup> (*C pubescens* CIAT 5596) y 309 g/m<sup>2</sup> (para el testigo *C acutifolium* CIAT 5277). La accesión más destacada de *C pubescens* fue CIAT 15150, seguida por CIAT 15872 y 15470. Los materiales con menor producción fueron los testigos de *C pubescens* Centro comercial CIAT 413 y el híbrido CIAT 438 y las accesiones CIAT 15133 y 5596.

En el cuarto corte en la estación lluviosa, el rango de producción varió entre 130 a 672 g/m<sup>2</sup>, destacándose los testigos *C acutifolium* y *C macrocarpum*. Referente a las accesiones de *C pubescens* sobresalieron CIAT 15872 y 15150 con valores de 329 y 314 g/m<sup>2</sup>, en contraste con el testigo Centro comercial híbrido CIAT 438 y CIAT 5596 que presentaron la producción más baja con valores de

131 y 130 g/m<sup>2</sup> respectivamente

El quinto corte que estuvo influenciado por la época seca y la producción de materia seca disminuyó en comparación con el cuarto corte, teniendo un rango de 86 g/m<sup>2</sup> (*C pubescens* CIAT 15133) a 390 g/m<sup>2</sup> (*C acutifolium* CIAT 5277). Después de los testigos de *C acutifolium* y *C macrocarpum*, las accesiones de *C pubescens*, tuvieron rendimientos medianos y bajos, sin que hubiera diferencia significativa. La producción mediana (desde 182 g/m<sup>2</sup> para CIAT 15872 hasta 190 g/m<sup>2</sup> para CIAT 5172). Los rendimientos de los testigos de *C pubescens* CIAT 413 y 438 fueron bajos.

En el sexto corte se observó una notable recuperación de todas las accesiones en su rendimiento de materia seca, registrándose valores comparables con los obtenidos en el primer corte. Después de los testigos de *C acutifolium* y *C macrocarpum*, los ecotipos de *C pubescens* que sobresalieron fueron CIAT 5172, 15474, 15470 y 15872 con producciones de 253, 246, 244 y 244 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. En las demás accesiones no se presentaron diferencias significativas, siendo las de menor rendimiento *C pubescens* CIAT 15043, 15149 y 15132 con 157, 152 y 143 g/m<sup>2</sup> de MS respectivamente.

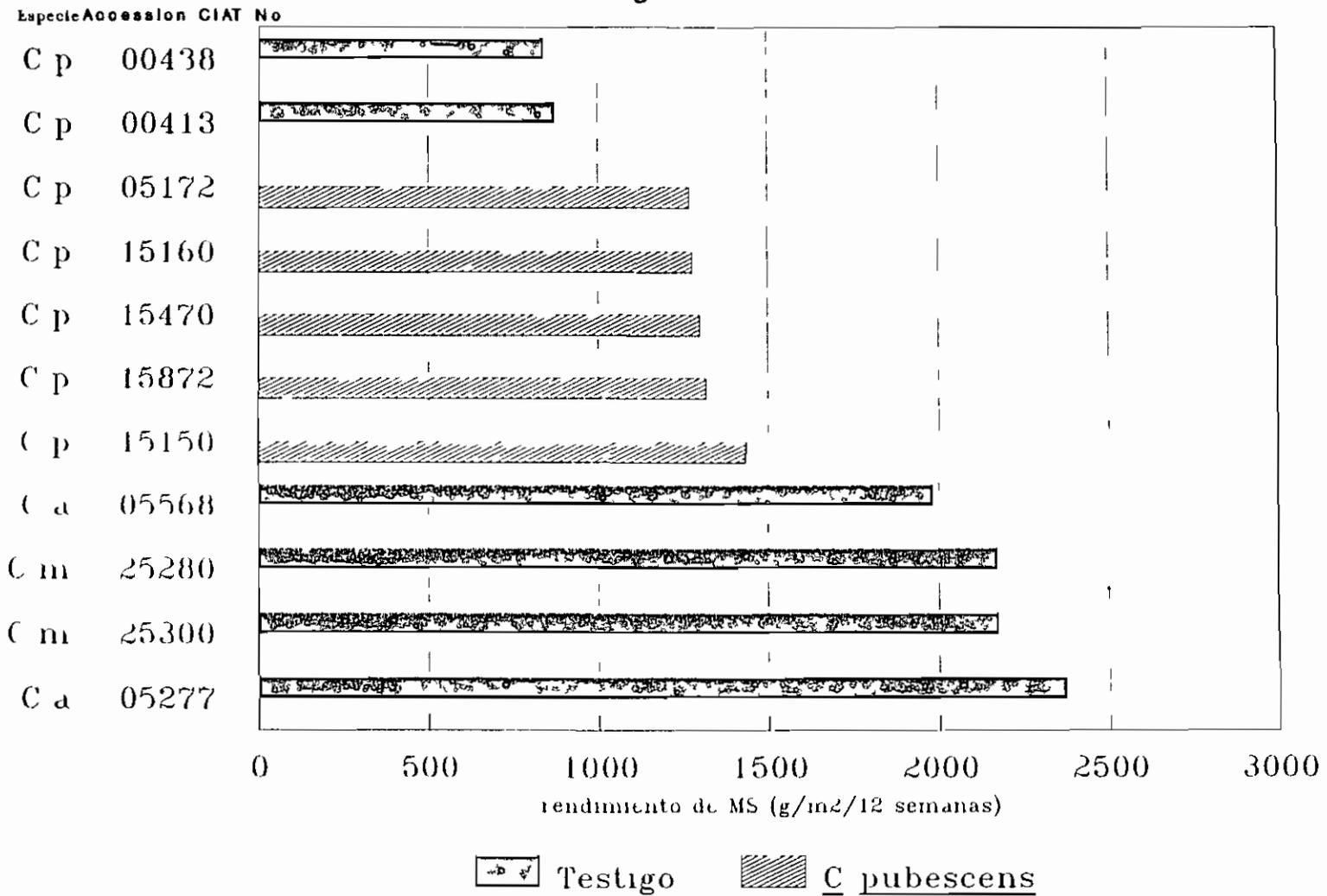
La MS acumulada presentó un rango entre 756 g/m<sup>2</sup> (*C pubescens* CIAT 15133)

a 2371 g/m<sup>2</sup> (*C acutifolium* CIAT 5277) Se destacó después de los testigos de *C acutifolium* y *C macrocarpum*, la accesión de *C pubescens* CIAT 15150 seguida por 15872 y 15470 con rendimientos de 1435, 1318 y 1300 g/m<sup>2</sup> respectivamente. El testigo *C pubescens* CIAT 438 conjuntamente con las accesiones CIAT 5596, 15043 y 15133 tuvieron los más bajos rendimientos con valores de 844, 846, 854 y 756 g/m<sup>2</sup> de materia seca respectivamente. En el Anexo 1 se muestra la MS acumulada expresada en kg/ha, así mismo las letras de significancia, igualmente se observa en la Figura 7 el comportamiento de las cinco mejores accesiones de *C pubescens* comparadas con los testigos con respecto a este parámetro.

#### 6.1.1.2 Nudos enraizados

En cuanto a la capacidad de formar raíces en los nudos de los tallos rastreros, se registró un rango de 77 (*C macrocarpum* CIAT 25300) a 207 puntos enraizados por m<sup>2</sup> (para *C pubescens* CIAT 5169) en el promedio de los seis cortes (Cuadro 9 y Anexo 2). A partir de la quinta evaluación, la cual coincidió con la época de mínima precipitación, la capacidad de enraizamiento de las accesiones bajó notablemente, llegando hasta un 64% en comparación al corte anterior. Esta disminución se debió, posiblemente, a la influencia de la estación seca, particularmente en el segundo año y al efecto del corte.

figura 7 Rendimiento de MS acumulada de las cinco mejores, accesiones de *Centrosema pubescens* comparadas con los testigos



Tanto en la evaluación uno, como en la cinco, ambas en época de sequía, no se presentaron diferencias significativas entre accesiones. En las otras evaluaciones que coincidieron con la época de lluvias, sí se presentaron diferencias significativas entre las accesiones.

*C. pubescens* presentó, con algunas excepciones, un hábito de crecimiento mucho más estolonífero que los testigos de *C. acutifolium* y *C. macrocarpum*, característica que favorece su autopropagación y persistencia en la pradera. Los testigos de *C. macrocarpum* CIAT 25300, 25280 y las accesiones de *C. pubescens* CIAT 15133, 15132, mostraron los valores más bajos (77, 92, 99 y 111 nudos enraizados/m<sup>2</sup>, respectivamente). Los mejores ecotipos de *C. pubescens* fueron CIAT 5169, 15150 y 5006 con 207, 206 y 206 número nudos enraizados/m<sup>2</sup> (promedio de seis evaluaciones) respectivamente. Les siguieron CIAT 15149 y 15474 con 203 y 200 número de nudos enraizados/m<sup>2</sup>. De estos ecotipos, CIAT 15150 ha sobresalido en la producción de MS y presentó un buen comportamiento a través de todo el ensayo.

En general los testigos antes mencionados tuvieron baja capacidad de enraizamiento comparados, con las accesiones de *C. pubescens*.

Cuadro 9 Capacidad de enraizamiento en los nudos enraizados de los tallos rastreros en 29 accesiones de *Centrosema* spp (nudos enraizados/m)

Especie	Accesión CIAT No	EVALUACIONES						Promedio
		1	2	3	4	5	6	
C pubescens <sup>a/</sup>	413	194	228	102	88	60	54	121
C pubescens <sup>/</sup>	438	178	198	146	122	66	66	129
C pubescens	5006	352	352	186	148	94	104	206
C pubescens	5133	212	310	192	106	52	54	154
C pubescens	5167	290	244	206	180	96	92	185
C pubescens	5169	330	316	188	188	98	124	207
C pubescens	5172	220	278	156	152	102	86	166
C pubescens	5189	286	346	146	90	80	68	169
C acutifolium <sup>/</sup>	5277	274	232	118	92	64	66	141
C acutifolium <sup>a/</sup>	5568	318	304	132	112	76	74	169
C pubescens	5596	186	366	176	104	68	56	159
C pubescens	5627	194	222	166	130	74	96	147
C pubescens	5631	284	202	144	130	66	76	150
C pubescens	5634	272	284	190	94	72	54	161
C pubescens	15043	204	292	144	140	64	98	174
C pubescens	15132	168	158	136	102	50	54	111
C pubescens	15133	126	224	84	68	36	56	99
C pubescens	15144	278	230	160	120	62	72	154
C pubescens	15149	326	438	202	104	74	72	203
C pubescens	15150	292	392	220	154	102	78	206
C pubescens	15154	226	314	126	110	58	68	150
C pubescens	15160	284	220	162	128	64	54	152
C pubescens	15470	314	338	204	146	100	86	198
C pubescens	15474	330	334	182	170	84	102	250
C pubescens	15872	284	358	178	134	76	72	184
C pubescens	15875	306	358	132	104	60	46	168
C pubescens	15880	370	322	180	130	78	78	193
C macrocarpum <sup>a/</sup>	25280	148	154	86	64	52	46	92
C macrocarpum <sup>a/</sup>	25300	126	100	76	64	48	48	77
	Promedio	265	269	156	198	72	72	161
	DMS(P<0.05) <sup>b/</sup>	ns <sup>/</sup>	286	139	115	ns <sup>c/</sup>	60	107

a/ Testigo  
b/ Diferencia mínima significativa (P<0.05)  
c/ No significativo

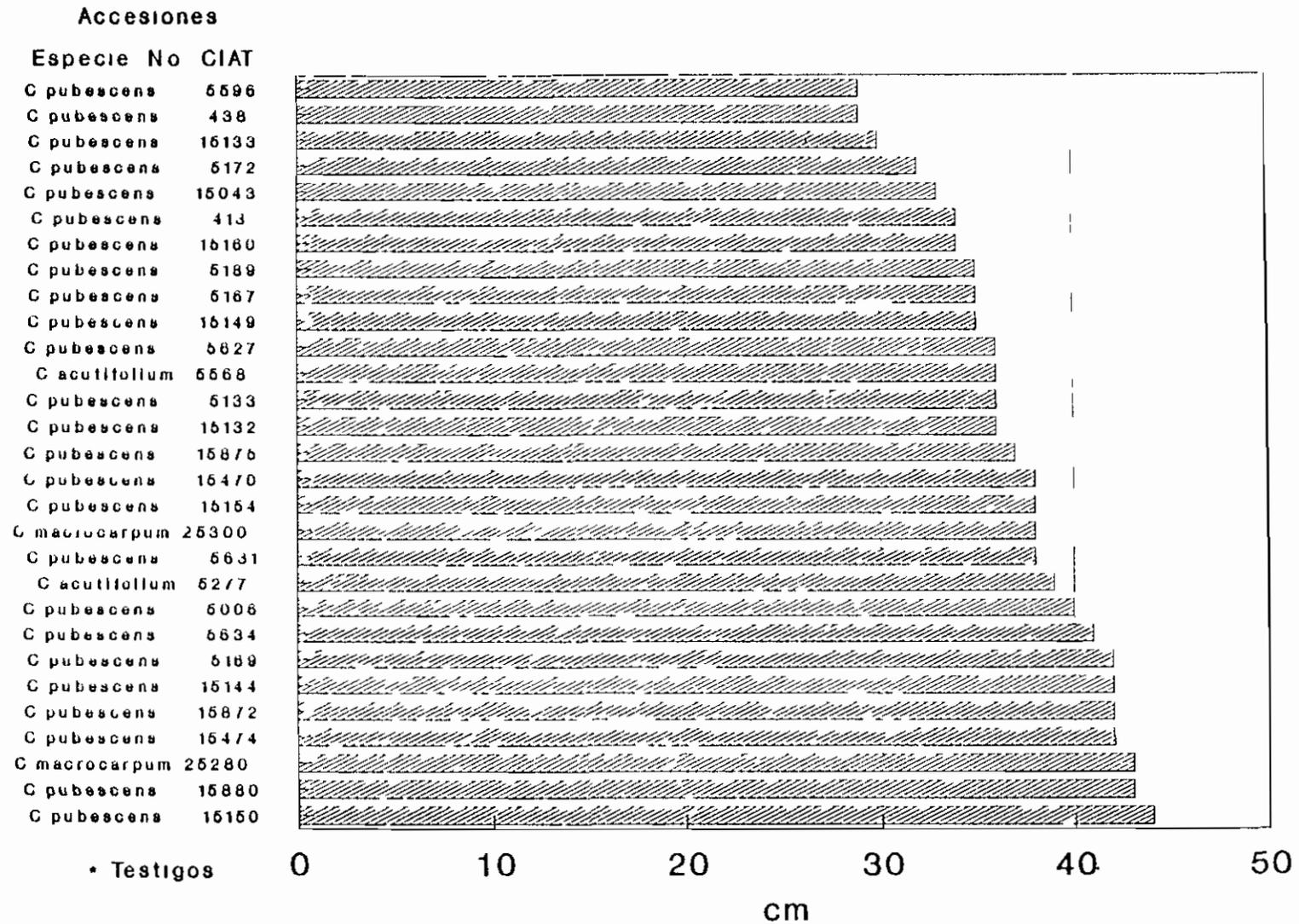
### 6.1.1.3 Desplazamiento lateral

El desplazamiento lateral de los tallos, midiendo el crecimiento horizontal desde el centro de la parcela hacia los lados, es una característica importante para las plantas forrajeras, ya que nos indica su potencial de extenderse y colonizar más rápidamente en la pradera.

Como se observa en la Figura 8, la mayoría de los ecotipos presentan crecimiento rastrero. Además se aprecia que los mayores desplazamientos laterales promedio de seis evaluaciones fue entre 40 y 44 cm, se presentaron en las accesiones de *C. pubescens* CIAT 15150 y 15880 seguidos por CIAT 15474, 15872, 15144, 5169 y 5634. Igualmente el testigo *C. macrocarpum* CIAT 25280 formó parte de este grupo, mientras que el testigo *C. pubescens* CIAT 438 presentó uno de los desplazamientos más bajos. Los otros testigos de *C. acutifolium* CIAT 5277 y 5568 y *C. pubescens* CIAT 413 demostraron un desplazamiento lateral intermedio (Anexo 2).

En el Anexo 3, se observa que a través del tiempo el desplazamiento lateral según promedio de los cortes fue disminuyendo paulatinamente. El mayor promedio se obtuvo en el corte uno, el menor en el quinto corte que coincidió con la sequía.

Figura 8 Desplazamiento lateral en (cm), promedio de seis evaluaciones con intervalos de corte cada doce semanas en 29 accesiones de *Centrosema* spp



#### 6 1 1 4 Daños por plagas y enfermedades

En el Cuadro 10 se reportan los porcentajes de las máximas calificaciones (3 y 4) de daños por plagas y enfermedades encontradas durante las seis evaluaciones

Con relación a plagas, se observaron niveles de daño de leves a moderados causados por comedores de follaje (Crisomelidos) en todas las accesiones, acentuándose la incidencia en la época seca (diciembre a marzo), especialmente en las accesiones de *C pubescens* CIAT 5167, 5596, 15133, 15154 y 15872. En cuanto a chupadores, la mayor incidencia se encontró durante la época lluviosa siendo las accesiones más afectadas *C pubescens* CIAT 5169, 15133, 15150, 15474 y 15875, y *C acutifolium* CIAT 5568

La principal enfermedad que afectó a las accesiones fue la mancha foliar por *Cercospora* spp., acentuándose más en la época de sequía. Las accesiones con mayor incidencia fueron los *C pubescens* CIAT 15474, 5167, 5627, 413 (testigo), 438 (testigo), 5006, 5172 y 5596. Síntomas de añublo foliar por *Rhizoctonia solani* solo se observó en *C acutifolium* CIAT 5568 y en *C pubescens* CIAT 5596

Cuadro 10 Porcentaje de las máximas calificaciones presentadas de daño de plagas y enfermedades durante seis evaluaciones con intervalos de corte de 12 semanas, en 29 accesiones de *Centrosema* spp

Especie	Accesión CIAT No	Porcentaje de las máximas calificaciones <sup>a/</sup>							
		Comedores		Chupadores		Cercospora		Rhizoctonia	
		3	4	3	4	3	4	3	4
<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>	413	29.6	0.0	12.5	4.2	29.6	20.9	0.0	0.0
<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>	438	29.6	8.3	20.8	0.0	25.0	25.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5006	16.6	4.2	16.6	0.0	20.8	20.8	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5133	12.5	4.2	20.8	4.2	16.6	16.6	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5167	41.7	8.3	16.6	0.0	37.5	16.6	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5169	8.3	4.2	25.0	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5172	20.8	0.0	16.6	8.3	29.6	12.5	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5189	29.6	0.0	4.2	0.0	25.0	4.2	0.0	0.0
<i>C acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5277	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>C acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5568	12.5	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3
<i>C pubescens</i>	5596	37.5	1.2	4.2	0.0	29.6	12.5	4.2	0.0
<i>C pubescens</i>	5627	20.8	8.3	0.0	4.2	33.3	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5631	25.0	0.0	4.2	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5634	25.0	0.0	12.5	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15043	12.5	12.5	4.2	0.0	12.5	25.8	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15132	20.8	4.2	12.5	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15133	33.3	8.3	29.2	0.0	20.8	15.5	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15144	16.6	4.2	8.3	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15149	25.0	0.0	8.3	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15150	16.6	16.6	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15154	33.3	0.0	8.3	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15160	25.0	4.2	8.3	0.0	16.6	8.3	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15470	12.5	8.3	0.0	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15474	8.3	8.3	29.3	0.0	41.7	4.2	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15872	33.3	8.3	12.5	0.0	8.3	4.2	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15875	25.0	4.2	25.0	0.0	25.0	4.2	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15880	20.8	8.3	8.3	4.2	29.6	4.2	0.0	0.0
<i>C macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25280	16.6	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>C macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25300	8.3	0.0	0.0	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0

a/ Durante seis evaluaciones  
b/ Testigo

## 6115 Valor nutritivo

En el Cuadro 11 se presenta la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), el contenido de proteína cruda (PC), fósforo (P) y calcio (Ca) en la parte aérea de la planta (hojas y tallos) de un rebrote de 12 semanas en época de máxima precipitación

La DIVMS varió en un rango de 35.5% a 45.9% en las accesiones de *C pubescens* CIAT 5631 y *C macrocarpum* 25280. Los valores más altos de DIVMS fueron obtenidos por las accesiones 413 (testigo), 5167, 15132, 15133 las cuales no se destacaron en otros parámetros

El porcentaje de proteína cruda presentó unos valores que fluctuaron entre 16.1% (*C macrocarpum* CIAT 25280) y 23.1% (*C pubescens* CIAT 15880), seguido por las accesiones de *C pubescens* CIAT 15154, 15149, 5631, 15160 y 15470. Los valores más bajos los obtuvieron los testigos de *C macrocarpum* CIAT 25280 y 25300

Los valores del fósforo variaron entre 0.24% a 0.37%, para el testigo *C macrocarpum* CIAT 25280 y *C pubescens* CIAT 5167, 5527 y 15880 (estos últimos con un 0.37% de P). Los testigos de *C acutifolium* presentaron

Cuadro 11 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) contenido de proteína cruda (PC), fósforo (P) y calcio (Ca) en un rebrote de 12 semanas (hojas y tallos), en máxima precipitación de 29 accesiones de *Centrosema* spp

Especie	Accesión CIA F	DIVMS %	PC % (Nx6 25) <sup>a/</sup>	P %	Ca %
C pubescens <sup>b/</sup>	413	45.4	19.3	0.31	0.74
C. pubescens <sup>b/</sup>	438	41.4	19.3	0.33	0.58
C pubescens	5006	41.4	19.8	0.33	0.78
C pubescens	5133	41.2	19.8	0.33	0.77
C. pubescens	5167	44.8	20.3	0.37	0.71
C pubescens	5169	39.1	22.1	0.36	0.96
C pubescens	5172	40.1	19.3	0.34	0.69
C pubescens	5189	40.5	21.0	0.31	0.85
C acutifolium <sup>b/</sup>	5277	41.5	22.3	0.33	0.74
CC acutifolium <sup>b/</sup>	5568	37.3	19.1	0.27	1.05
C pubescens	5596	43.2	19.6	0.32	0.88
C pubescens	5627	43.3	21.9	0.37	0.77
C. pubescens	5631	35.5	22.4	0.31	0.84
C pubescens	5634	39.0	21.4	0.32	0.74
C pubescens	15043	40.8	19.9	0.31	0.81
C pubescens	15132	43.8	20.1	0.30	0.83
C pubescens	15133	44.8	21.4	0.35	0.82
C pubescens	15144	41.4	21.4	0.27	0.82
C pubescens	15149	42.4	22.8	0.30	0.90
C pubescens	15150	42.6	20.3	0.29	0.98
C. pubescens	15154	42.7	22.9	0.32	0.74
C pubescens	15160	47.4	22.4	0.36	0.93
C pubescens	15470	40.5	22.4	0.31	0.77
C pubescens	15474	39.0	18.6	0.30	0.75
C pubescens	15872	41.8	21.4	0.31	0.73
C pubescens	15875	39.3	21.4	0.31	0.74
C pubescens	15880	38.0	23.1	0.37	0.71
C macrocarpum <sup>b/</sup>	25280	45.9	16.1	0.29	1.46
C. macrocarpum <sup>b/</sup>	25300	43.2	17.5	0.24	0.86

a/ Proteína cruda calculada (Nx6 25)  
b/ Testigo

un rango de medio a bajo, los valores más altos siempre fueron registrados para las accesiones de *C pubescens*

El contenido de calcio varió entre 0.58% y 1.46%. El testigo de *C macrocarpum* CIAT 25280 fue la accesión más destacada, le siguieron las accesiones de *C acutifolium* CIAT 5568 y *C pubescens* CIAT 15150, 5169, 15160 y 15149, mientras el testigo de *C pubescens* CIAT 438 (0.58%) obtuvo el valor más bajo

En general el comportamiento agronómico de las mejores accesiones de *C pubescens* en las principales variables se presentan en el Cuadro 12

## **6.1.2 EXPERIMENTO COMPLEMENTARIO**

### **6.1.2.1 Rendimiento de materia seca**

En el Cuadro 13 y 14, se presenta el comportamiento de las accesiones evaluadas con respecto al rendimiento de MS bajo dos frecuencias de cortes (6 y 12 semanas), durante la época de sequía en dos años de evaluación (1990 y 1991)

En el primer año de evaluación (1990), en el primer corte a las 6 semanas, se presentaron diferencias significativas entre las accesiones, sobresalieron después

Cuadro 12 Comportamiento agronómico de cinco accesiones de *Centrosema pubescens* en el Piedemonte llanero colombiano

Especie	Accesión CIAT No	Prod MS acumulada (g/m <sup>2</sup> ) <sup>b/</sup>	Nudos enraizados/m <sup>2</sup> <sup>c/</sup>	Desplazamiento lateral (cm) <sup>c/</sup>	Producción semilla (g/parcela) <sup>d/</sup>
<i>C. pubescens</i>	15150	1435	206	44	91
<i>C. pubescens</i>	15872	1318	184	42	57
<i>C. pubescens</i>	15470	1301	198	38	139
<i>C. pubescens</i>	15160	1279	152	34	34
<i>C. pubescens</i>	5172	1272	166	32	127
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	413	874	121	34	67
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	438	844	129	29	48
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5277	2371	141	39	3
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5568	1981	169	36	16
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25280	2174	92	43	15
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25300	2175	77	38	11

- a/ Testigo  
b/ Acumulado seis cortes  
c/ Promedio seis evaluaciones  
d/ Cosecha de seis meses (Enero-Junio 1990)

de los testigos de *C macrocarpum* CIAT 25300 y 25280 y *C acutifolium* CIAT 5568, las accesiones de *C pubescens* CIAT 5169, 15474, 15880, 5627, y 15470 (sin presentarse diferencias significativas) El promedio del rendimiento en el corte dos fue de 174 g/m<sup>2</sup>, teniendo un rango de 103 a 248 g/m<sup>2</sup>, para *C pubescens* CIAT 15154 y *C acutifolium* CIAT 5277, entre el resto de accesiones no se presentaron diferencias estadísticas

En el rebrote a 12 semanas, el mayor rendimiento se presentó en *C macrocarpum* CIAT 25300 y fue igualmente alcanzado por *C pubescens* CIAT 15160 Las demás accesiones tuvieron rendimientos medianos y bajos sin que hubieran diferencia significativa entre las otras 27 accesiones La producción más baja desde 185 g/m<sup>2</sup> para *C pubescens* CIAT 15043 a 217 g/m<sup>2</sup> para *C pubescens* CIAT 15133

En el año dos (1991) los rendimientos de la MS disminuyeron drásticamente, debido a una época de sequía más acentuada y a la frecuencia de cortes a que fueron sometidas durante la estación lluviosa En el corte tres (rebrote de 6 semanas, Cuadro 14) se destacó *C acutifolium* CIAT 5568 y 5277, entre las demás accesiones no se presentaron diferencias significativas En el corte cuatro (rebrote 6 semanas), se presentó un rango entre 16 g/m<sup>2</sup> (*C pubescens* CIAT 5634) a 65 g/m<sup>2</sup> (*C acutifolium* CIAT 5277), seguidos por los testigos de *C*

Cuadro 13 Rendimiento de materia seca (g/m<sup>2</sup>), de 29 accesiones de *Centrosema* spp durante la sequía del primer año (1990) bajo dos frecuencias de corte (6 y 12 semanas)

Especie	Accesión CIAI No	Rendimiento de materia seca g/m <sup>2</sup> en 1990		
		6 s e m a n a s		12 semanas
		corte 1	corte 2	corte 1
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	413	48 cd <sup>c/</sup>	132	279 ab <sup>c/</sup>
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	438	47 cd	179	282 ab
<i>C. pubescens</i>	5006	78 abcd	155	289 ab
<i>C. pubescens</i>	5133	44 cd	159	341 ab
<i>C. pubescens</i>	5167	61 bcd	184	311 ab
<i>C. pubescens</i>	5169	123 abcd	223	322 ab
<i>C. pubescens</i>	5172	48 cd	168	331 ab
<i>C. pubescens</i>	5189	74 bcd	162	254 ab
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5277	109 abcd	248	319 ab
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5568	160 ab	244	387 ab
<i>C. pubescens</i>	5596	75 abcd	137	263 ab
<i>C. pubescens</i>	5627	86 abcd	188	247 ab
<i>C. pubescens</i>	5631	52 cd	127	254 ab
<i>C. pubescens</i>	5634	83 abcd	197	289 ab
<i>C. pubescens</i>	15043	41 cd	239	185 b
<i>C. pubescens</i>	15132	21 d	105	184 b
<i>C. pubescens</i>	15133	34 d	116	217 b
<i>C. pubescens</i>	15144	64 bcd	188	292 ab
<i>C. pubescens</i>	15149	67 bcd	140	290 ab
<i>C. pubescens</i>	15150	67 bcd	143	374 ab
<i>C. pubescens</i>	15054	184 abcd	103	285 ab
<i>C. pubescens</i>	15160	82 abcd	161	392 a
<i>C. pubescens</i>	15470	83 abcd	176	358 ab
<i>C. pubescens</i>	15474	91 abcd	165	320 ab
<i>C. pubescens</i>	15872	59 bcd	156	259 ab
<i>C. pubescens</i>	15875	75 abcd	160	242 ab
<i>C. pubescens</i>	15880	90 abcd	134	254 ab
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25280	175 abc	237	329 ab
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25300	139 a	243	410 a
	Promedio	81	175	295
	DMS (P < 0.05)	105	ns <sup>b/</sup>	204

a/ Testigo  
b/ No significativo  
c/ Cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según prueba de Tukey (P < 0.01)

Cuadro 14 Rendimiento de materia seca (g/m<sup>2</sup>), de 29 accesiones de *Centrosema* spp durante la sequía el segundo año (1991) bajo dos frecuencias de corte (6 y 12 semanas)

Especie	Accesión CIAT No	Rendimiento de materia seca (g/m <sup>2</sup> ) en 1991		
		6 s e m a n a s		12 semanas
		corte 3	corte 4	corte 2
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	413	40 bc <sup>b/</sup>	27 cd <sup>b/</sup>	47 b <sup>b/</sup>
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	438	31 bc	32 abcd	52 b
<i>C. pubescens</i>	5006	35 bc	33 abcd	66 b
<i>C. pubescens</i>	5133	41 bc	32 abcd	65 b
<i>C. pubescens</i>	5167	32 bc	28 bcd	59 b
<i>C. pubescens</i>	5169	36 bc	22 cd	49 b
<i>C. pubescens</i>	5172	31 bc	25 cd	59 b
<i>C. pubescens</i>	5189	37 bc	27 bcd	57 b
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5277	79 ab	46 abcd	67 b
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5568	121 a	65 a	154 a
<i>C. pubescens</i>	5596	40 bc	34 abcd	61 b
<i>C. pubescens</i>	5627	48 bc	45 abcd	51 b
<i>C. pubescens</i>	5631	28 bc	21 cd	62 b
<i>C. pubescens</i>	5634	36 bc	16 d	33 b
<i>C. pubescens</i>	15043	25 c	23 cd	24 b
<i>C. pubescens</i>	15132	26 bc	19 d	49 b
<i>C. pubescens</i>	15133	30 bc	21 cd	31 b
<i>C. pubescens</i>	15144	31 bc	21 cd	43 b
<i>C. pubescens</i>	15149	33 bc	21 cd	25 b
<i>C. pubescens</i>	15150	37 bc	32 abcd	70 b
<i>C. pubescens</i>	15054	42 bc	24 cd	53 b
<i>C. pubescens</i>	15160	31 bc	25 cd	52 b
<i>C. pubescens</i>	15470	40 bc	34 abcd	73 b
<i>C. pubescens</i>	15474	37 bc	46 abcd	69 b
<i>C. pubescens</i>	15872	32 bc	29 abcd	65 b
<i>C. pubescens</i>	15875	40 bc	22 cd	54 b
<i>C. pubescens</i>	15880	36 bc	25 cd	37 b
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25280	67 bc	64 ab	65 b
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25300	66 bc	57 abc	80 ab
	Promedio	42	32	58
	DMS (P<0.05) <sup>c/</sup>	53	37	75

- a/ Testigo  
b/ Cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí según prueba de Tukey (P<0.01)  
c/ Diferencia mínima significativa

*macrocarpum* y *C pubescens* CIAT 15474, 15470 y 5627 con 46, 34 y 25 g/m<sup>2</sup> respectivamente

En el rebrote de 12 semanas la accesión *C acutifolium* CIAT 5568 obtuvo el mayor rendimiento (154 g/m<sup>2</sup>), seguido por *C macrocarpum* CIAT 25300 con 80 g/m<sup>2</sup> y *C pubescens* CIAT 15470 con 73 g/m<sup>2</sup>. *C pubescens* CIAT 15160 que en el año anterior obtuvo un buen rendimiento, disminuyó en un 80.5% en este año. Las demás accesiones, incluyendo los demás testigos, no presentaron diferencias significativas.

#### 6.1.2.2 Nudos enraizados

En el Cuadro 15 se puede apreciar el comportamiento de las accesiones con respecto a la capacidad de enraizamiento en los tallos rastreros en periodos de mínima precipitación.

Durante la sequía, en el primer año, la capacidad de enraizamiento de los tallos rastreros presentó diferencias significativas entre las accesiones. En el rebrote de 6 semanas los testigos *C macrocarpum* CIAT 25280 y 25300 presentaron los valores más bajos (54 y 80 número de nudos enraizados/m<sup>2</sup> respectivamente), lo que demuestra su baja capacidad de enraizar comparado con las accesiones de

Cuadro 15 Capacidad de enraizamiento en los nudos de los tallos rastreros de 29 accesiones de *Centrosema* spp bajo dos frecuencias de corte durante la época de sequía en dos años de evaluación

Especie	Accesión CIAT No	Número nudos enraizados/m <sup>2</sup>			
		1990		1991	
		6 semanas <sup>a/</sup>	12 semanas	6 semanas <sup>a/</sup>	12 semanas
<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>	413	152 abcd <sup>c/</sup>	204 ab c/	40 cd <sup>c/</sup>	44 ab <sup>c/</sup>
<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>	438	118 bcd	176 ab	68 abcd	60 ab
<i>C pubescens</i>	5006	294 abc	556 a	94 a	112 ab
<i>C pubescens</i>	5133	152 abcd	444 ab	68 abcd	64 ab
<i>C pubescens</i>	5167	172 abcd	296 ab	76 abcd	92 ab
<i>C pubescens</i>	5169	178 abcd	352 ab	76 abcd	64 ab
<i>C pubescens</i>	5172	170 abcd	224 ab	82 abcd	64 ab
<i>C pubescens</i>	5189	332 ab	312 ab	62 abcd	88 ab
<i>C acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5277	170 abcd	180 ab	76 abcd	60 ab
<i>C acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5568	240 abcd	220 ab	74 abcd	92 ab
<i>C pubescens</i>	5596	136 abcd	204 ab	76 abcd	72 ab
<i>C pubescens</i>	5627	192 abcd	288 ab	64 abcd	81 ab
<i>C pubescens</i>	5631	178 abcd	320 ab	56 abcd	68 ab
<i>C pubescens</i>	5634	238 abcd	264 ab	44 bcd	48 ab
<i>C pubescens</i>	15043	188 abcd	184 ab	64 abcd	44 ab
<i>C pubescens</i>	15132	152 abcd	184 ab	56 abcd	44 ab
<i>C pubescens</i>	15133	162 abcd	220 ab	46 abcd	48 ab
<i>C pubescens</i>	15144	166 abcd	288 ab	50 abcd	80 ab
<i>C pubescens</i>	15149	350 a	404 ab	58 abcd	44 ab
<i>C pubescens</i>	15150	204 abcd	304 ab	48 abcd	80 ab
<i>C pubescens</i>	15154	230 abcd	320 ab	76 abcd	76 ab
<i>C pubescens</i>	15160	202 abcd	352 ab	54 abcd	36 b
<i>C pubescens</i>	15470	180 abcd	432 ab	66 abcd	104 ab
<i>C pubescens</i>	15474	238 abcd	376 ab	92 ab	124 a
<i>C pubescens</i>	15872	194 abcd	256 ab	52 abcd	68 ab
<i>C pubescens</i>	15875	202 abcd	272 ab	46 abcd	80 ab
<i>C pubescens</i>	15880	203 abcd	296 ab	98 abc	96 ab
<i>C macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25280	54 cd	96 b	36 d	32 b
<i>C macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25300	80 d	92 b	52 abcd	44 ab
	Promedio	191	280	63	69
	DMS(P<0.05)	215	442	49	87

a/ Promedio de dos evaluaciones  
b/ testigo  
c/ Cantidades seguidas por lestras iguales no difieren significativamente entre si, según la prueba de Tukey (P<0.05)

*C pubescens* que son mucho más estoloníferas. Las mejores accesiones fueron *C pubescens* CIAT 15149, 5189 y 5006 con 350, 332 y 294 nudos enraizados/m<sup>2</sup> respectivamente.

En el rebrote de 12 semanas todas las accesiones con excepción de CIAT 5189, 5568 y 15043 presentaron un mayor número de nudos enraizados que en el rebrote de 6 semanas. *C pubescens* CIAT 5006 volvió a sobresalir con 556 nudos enraizados/m<sup>2</sup>, también se destacaron las accesiones CIAT 5133, 15470 y 15149 con 444, 432 y 404 nudos enraizados/m<sup>2</sup> respectivamente. Los testigos de *C macrocarpum* fueron los de menor capacidad de enraizamiento.

En el segundo año de evaluación, la sequía fue más acentuada que la anterior y la capacidad de enraizamiento disminuyó drásticamente. En el rebrote a 6 semanas se destacaron *C pubescens* CIAT 5006 que en el año anterior también tuvo un buen comportamiento con respecto a este parámetro y CIAT 15474 al igual que CIAT 15880 con 92 y 88 nudos enraizados/m<sup>2</sup> respectivamente. Entre el resto de accesiones no se presentaron diferencias significativas y los valores más bajos los obtuvieron *C macrocarpum* CIAT 25280 y *C pubescens* CIAT 413.

En rebrote de 12 semanas las accesiones de *C pubescens* CIAT 15474, 5006 y 15470 tuvieron los mejores enraizamientos con 124, 112 y 104 nudos

enraizados/m<sup>2</sup> Entre el resto de las accesiones no se presentaron diferencias significativas

### 6 1.2.3 Desplazamiento lateral (cm)

En el Cuadro 16 se muestran los valores obtenidos por las accesiones en cuanto al crecimiento lateral Durante el primer año de evaluación el crecimiento lateral de las plantas mostraron en el rebrote de 6 semanas un rango de 33 a 47 cm para las accesiones de *C pubescens* CIAT 5172 y 5634 respectivamente, sin registrar diferencias significativas

En el rebrote de 12 semanas tampoco se presentaron diferencias significativas entre accesiones Se dió un rango de 37 a 57 cm para las accesiones de *C pubescens* CIAT 438 (testigo) y 15880

En el segundo año de evaluación en el rebrote de 6 semanas el crecimiento lateral disminuyó notablemente en comparación al año anterior, no encontrándose diferencias significativas entre las accesiones El rango fue de 21 a 38 cm para las accesiones de *C pubescens* CIAT 15133 y 15474

A las 12 semanas el crecimiento lateral también disminuyó en comparación al

Cuadro 16 Desplazamiento lateral en (cm) de 29 accesiones de *Centrosema* spp durante la época de mínima precipitación en dos años de evaluaciones

Especie	Accesión CIAI No	1 9 9 0		1 9 9 1	
		6 semanas <sup>a/</sup>	12 semanas	6 semanas <sup>a/</sup>	12 semanas
C pubescens <sup>b/</sup>	413	37	41	24	26
C pubescens <sup>b/</sup>	438	34	37	22	27
C pubescens	5006	42	48	35	37
C pubescens	5133	43	45	32	35
C pubescens	5167	40	45	26	30
C pubescens	5169	44	53	28	30
C pubescens	5172	33	45	28	26
C pubescens	5189	40	45	31	32
C acutifolium <sup>b/</sup>	5277	35	50	26	31
C acutifolium <sup>b/</sup>	5568	38	42	28	30
C pubescens	5596	34	41	22	25
C pubescens	5627	43	47	32	31
C pubescens	5631	42	52	25	31
C pubescens	5634	47	52	36	33
C pubescens	15043	40	43	27	28
C pubescens	15132	39	45	30	30
C pubescens	15133	36	42	21	27
C pubescens	15144	44	48	31	34
C pubescens	15149	44	47	30	33
C pubescens	15150	42	52	36	34
C pubescens	15154	42	43	28	30
C pubescens	15160	38	49	25	26
C pubescens	15470	40	45	33	32
C pubescens	15474	44	53	38	36
C pubescens	15872	46	53	36	37
C pubescens	15875	42	48	26	28
C pubescens	15880	46	57	33	44
C macrocarpum <sup>b/</sup>	25280	44	49	29	20
C macrocarpum <sup>b/</sup>	25300	42	54	26	30
	Promedio	41	47	29	30
	DMS(P<0.05)	ns <sup>c/</sup>	ns <sup>c/</sup>	ns <sup>c/</sup>	ns <sup>c/</sup>

a/ Promedio de dos evaluaciones  
b/ Testigo  
c/ No significativo

año anterior El rango fue de 44 a 20 cm para *C macrocarpum* CIAT 25280 y *C pubescens* CIAT 15880, no se presentaron diferencias significativas entre las accesiones

#### **6.1.2.4 Daño por plagas y enfermedades**

Los daños causados por insectos y enfermedades se presentan en el Cuadro 17 La incidencia de los chupadores fue mayor en comparación con a la de los comedores de hojas, sin embargo el daño en general no fue un factor limitante para las accesiones Las accesiones más afectadas por chupadores fueron *C pubescens* CIAT 15144, 5133, 5627, 5634, 15872 y el testigo 413 y las más afectadas por comedores de follaje (Crisomélidos) fueron las accesiones *C pubescens* CIAT 438 (testigo), 5189, 15133 y *C acutifolium* CIAT 5277

En relación con la incidencia de enfermedades se observó mancha foliar por *Cercospora* spp El daño encontrado en cuatro evaluaciones en general fue leve *C pubescens* CIAT 413 y 15132 fueron las accesiones más afectadas por este patógeno En cuanto a *Rhizoctonia* solo afectó en forma leve la accesión *C acutifolium* CIAT 5568

Cuadro 17 Porcentaje de las máximas calificaciones presentadas de daño y enfermedades durante la época de mínima precipitación en 29 accesiones de *Centrosema* spp

Especie	Accesión CIAT No	Porcentaje de las máximas calificaciones <sup>a/</sup>					
		Comedores		Chupadores		Cercospora	
		3	4	3	4	3	4
<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>	413	37.5	0.0	12.5	6.3	31.3	0.0
<i>C pubescens</i> <sup>b/</sup>	438	56.3	0.0	25.0	6.3	18.8	0.0
<i>C pubescens</i>	5006	43.8	6.3	0.0	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	5133	56.3	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
<i>C pubescens</i>	5167	50.0	0.0	18.8	6.3	18.8	0.0
<i>C pubescens</i>	5169	37.5	12.5	12.5	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	5172	50.0	18.8	18.8	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	5189	50.0	0.0	25.0	0.0	12.5	0.0
<i>C acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5277	12.5	0.0	25.0	6.3	6.3	0.0
<i>C acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5568	43.8	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	5596	31.3	0.0	18.8	12.5	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	5627	56.3	0.0	0.0	6.3	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	5631	25.0	0.0	18.8	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	5634	56.3	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	15043	37.5	0.0	18.8	0.0	12.5	0.0
<i>C pubescens</i>	15132	25.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15133	50.0	0.0	25.0	0.0	6.3	6.3
<i>C pubescens</i>	15144	62.5	0.0	12.5	6.3	12.5	0.0
<i>C pubescens</i>	15149	37.5	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15150	25.0	25.0	18.8	12.5	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	15154	50.0	6.3	18.8	6.3	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	15160	43.8	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0
<i>C pubescens</i>	15470	31.3	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0
<i>C pubescens</i>	15474	43.8	0.0	6.3	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	15872	56.3	0.0	18.8	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	15875	43.8	6.3	0.0	0.0	6.3	0.0
<i>C pubescens</i>	15880	31.3	6.3	6.3	6.3	0.0	0.0
<i>C macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25280	18.8	6.3	12.5	0.0	0.0	0.0
<i>C macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25300	43.8	6.3	12.5	0.0	0.0	0.0

<sup>a/</sup> Durante cuatro evaluaciones con intervalos de 6 semanas  
<sup>b/</sup> Testigo

### 6.1.2.5 Valor nutritivo

En el Cuadro 18 se presenta el contenido de proteína cruda (PC), fósforo (P), y calcio (Ca), para la parte aérea de la planta (hojas y tallos), en un rebrote de 6 semanas en la época de mínima precipitación. La proteína cruda mostró un rango de 18.9% a 27.1%. Se destacaron las accesiones *C. pubescens* CIAT 15872, 15043 y 15144 con 27.1, 26.6 y 25.9% respectivamente. Los valores más bajos se registraron para los testigos *C. acutifolium* CIAT 5568 con un 18.9% y *C. macrocarpum* CIAT 25280 con un 21.9%.

El contenido de fósforo varió entre 0.14% (*C. acutifolium* CIAT 5568) a 0.31% (*C. pubescens* CIAT 15160), seguida por *C. macrocarpum* CIAT 25280 y *C. pubescens* CIAT 15043 con 0.28% cada una. El porcentaje de calcio fluctuó entre 0.63% y 1.52% destacándose las accesiones *C. pubescens* CIAT 15474, 15160 y 5169, seguidos por los testigos de *C. macrocarpum* CIAT 25300 y 25280 con 1.18 y 1.10% respectivamente.

### 6.1.2.6 Tolerancia a la sequía

La tolerancia a sequía se presenta en la Figura 9. El 66% de la colección (19 accesiones con calificación 4)

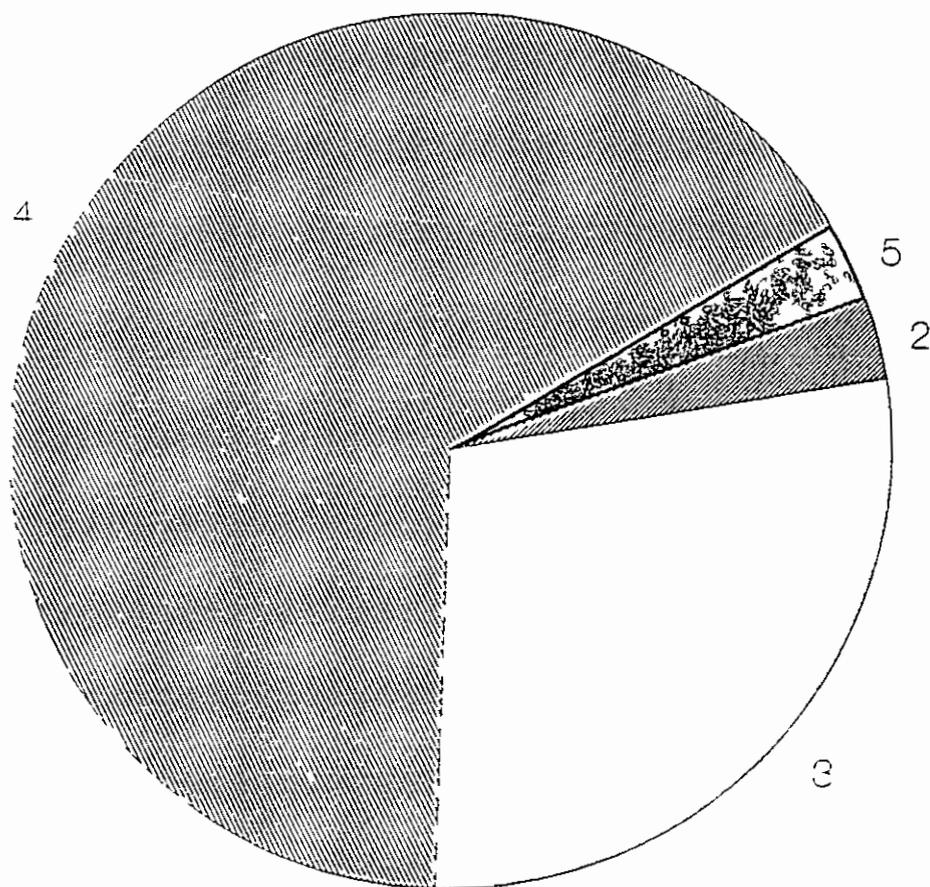
Cuadro 18 Contenido de proteína cruda (PC), fósforo (P) y calcio (Ca) en un rebrote de 6 semanas (hojas y tallos), en mínima precipitación de 29 accesiones de *Centrosema* spp

Especie	Accesión CIAT	% I C (Nx6 25) <sup>a/</sup>	% P	% Ca
<i>C. pubescens</i> <sup>b/</sup>	413	22.1	0.21	0.94
<i>C. pubescens</i> <sup>b/</sup>	438	25.0	0.26	0.94
<i>C. pubescens</i>	5006	24.2	0.25	1.10
<i>C. pubescens</i>	5133	22.8	0.27	1.29
<i>C. pubescens</i>	5167	24.9	0.26	1.01
<i>C. pubescens</i>	5169	25.6	0.24	1.47
<i>C. pubescens</i>	5172	24.3	0.22	0.95
<i>C. pubescens</i>	5189	22.8	0.24	0.99
<i>C. acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5277	23.6	0.22	0.81
<i>C. acutifolium</i> <sup>b/</sup>	5568	18.9	0.14	1.03
<i>C. pubescens</i>	5596	24.5	0.22	0.81
<i>C. pubescens</i>	5627	25.4	0.24	0.82
<i>C. pubescens</i>	5631	25.2	0.23	0.76
<i>C. pubescens</i>	5634	23.6	0.23	0.71
<i>C. pubescens</i>	15043	26.6	0.28	1.01
<i>C. pubescens</i>	15132	23.4	0.22	0.68
<i>C. pubescens</i>	15133	23.4	0.25	1.01
<i>C. pubescens</i>	15144	25.9	0.27	0.88
<i>C. pubescens</i>	15149	25.4	0.24	0.91
<i>C. pubescens</i>	15150	25.3	0.21	0.92
<i>C. pubescens</i>	15154	24.9	0.26	0.80
<i>C. pubescens</i>	15160	25.4	0.31	1.49
<i>C. pubescens</i>	15470	23.1	0.22	1.11
<i>C. pubescens</i>	15474	24.5	0.30	1.52
<i>C. pubescens</i>	15872	27.1	0.23	0.63
<i>C. pubescens</i>	15875	24.5	0.24	0.94
<i>C. pubescens</i>	15880	25.4	0.26	1.04
<i>C. macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25280	21.9	0.28	1.10
<i>C. macrocarpum</i> <sup>b/</sup>	25300	24.5	0.22	1.18

a/ Proteína cruda calculada (Nx6 25)

b/ Testigo

Figura 9 Tolerancia a sequia de 29 accesiones  
de *Centrosema spp*



- 3 % de la colección con calificación 5
- ▨ 66 % de la colección con calificación 4
- 28 % de la colección con calificación 3
- ▨ 3 % de la colección con calificación 2

fueron tolerantes a la sequía y el 28% (7 accesiones con calificación 3) fueron medianamente tolerantes. La accesión de mayor tolerancia fue el testigo *C acutifolium* CIAT 5277. Los números de las accesiones en los respectivos grupos de tolerancia se presentan en el Anexo 4.

### **6.1.3 OBSERVACIONES ADICIONALES**

#### **6.1.3.1 Precocidad de floración**

En el Cuadro 19 se presenta para las plantas de la parcela adicional la precocidad de floración. Las accesiones empezaron a florecer entre los 154 y 176 días después de la siembra. La floración más temprana tuvieron *C pubescens* CIAT 413 (testigo), 5006 y 5596, y *C acutifolium* CIAT 5277 con mayor y continua producción de flores que las accesiones más tardías como *C pubescens* CIAT 5634, 15880, 15144, 15474, 15132 y los testigos de *C macrocarpum* CIAT 25280 y 25300 tuvieron menor cantidad de flores y de semillas.

#### **6.1.3.2 Producción de semillas**

En el Cuadro 19 se presenta el potencial de producción de semillas. Sobresalió la accesión *C pubescens* CIAT 15043 con 252.5 g/parcela que en los otros

Cuadro 19 Días a floración y producción de semillas en 29 accesiones de *Centrosema* spp

Especie	Accesión CIAT No	Días a floración	Prod semillas g/parcela <sup>a/</sup>
C pubescens <sup>a/</sup>	413	154	67 0
C pubescens /	438	163	48 0
C pubescens	5006	154	33 5
C pubescens	5133	163	112 5
C pubescens	5167	163	168 0
C pubescens	5169	163	140.5
C pubescens	5172	163	127 0
C pubescens	5189	163	78 0
C acutifolium <sup>a/</sup>	5277	154	3 0
C acutifolium <sup>a/</sup>	5568	163	16 5
C pubescens	5596	154	247 0
C pubescens	5627	163	34 0
C pubescens	5631	169	20 0
C pubescens	5634	176	14 0
C pubescens	15043	163	252 5
C pubescens	15132	176	96 0
C pubescens	15133	169	33 0
C pubescens	15144	176	59 0
C pubescens	15149	163	43 0
C pubescens	15150	163	90 5
C pubescens	15154	169	69 5
C pubescens	15160	169	33 5
C pubescens	15470	163	138 5
C pubescens	15474	176	78 5
C pubescens	15872	169	56 5
C pubescens	15875	169	112 0
C pubescens	15880	169	36 0
C macrocarpum <sup>a/</sup>	25280	169	14 5
C macrocarpum <sup>a/</sup>	25300	169	11 0

a/ Testigo

b/ Producción en seis meses

otros parámetros no se destacó, seguido por CIAT 5596 con 247 g/parcela. Las accesiones testigo de *C pubescens* CIAT 413 Y 438 tuvieron producciones por debajo del promedio. La producción más baja la obtuvieron los testigos de *C acutifolium* y *C macrocarpum*, aunque presentaron buena producción de vainas en su mayoría fueron vanas. Esto posiblemente se debió al hecho de que el llenado del grano estuvo influenciado por los días secos y un ataque de chupadores que se presentó.

## 6.2 DISCUSION

### 6.2.1 Experimento principal

*C pubescens* presentó un buen desarrollo a través de todo el periodo experimental, a pesar de las condiciones climatológicas imperante de sequedad, especialmente en el segundo año.

Aunque los rendimientos de MS, variaron considerablemente a través del tiempo, los valores mostraron en cada uno de los seis cortes un orden similar al de la MS acumulada. Al comparar los promedios de producción de MS se observa un rendimiento relativamente alto en el corte uno, aunque coincidió con la época seca. Esto se debió posiblemente a la influencia de lluvias a finales de la época

de máxima precipitación y al hecho de que el material no había sido sometido a cortes excepto uno de uniformización. En los cortes dos y tres se presentó una disminución considerable en los rendimientos de MS en comparación con el corte uno a pesar de que estos coincidieron con la época lluviosa. Sin embargo en el corte cuatro se registró nuevamente un aumento en los rendimientos superando la producción promedio del primer corte. Después de una disminución de la producción en el corte cinco la cual refleja la influencia de la época seca, los rendimientos incrementaron otra vez en el corte seis que coincidió con la época lluviosa.

Según el rendimiento de materia seca acumulado después de los testigos de *C. acutifolium* y *C. macrocarpum* las accesiones que se destacaron de *C. pubescens* fueron CIAT 15150, 15872, 15470, 15160 y 5172, siendo estos superiores a los testigos comerciales CIAT 413 y 438. Varias de estas accesiones sobresalieron en otros ensayos multilocacionales de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) según lo reportan González y Anzules, 1989, Cantera *et al.*, (1990) y Keller-Grein y Passoni (1990). Cabe destacar que la accesión *C. pubescens* CIAT 438 (testigo) en Piedemonte obtuvo 844 g/m<sup>2</sup> acumulado siendo la menos productiva mientras De Lucena *et al.*, (1987) en condiciones del trópico húmedo reportan 1130 kg/ha MS en máxima precipitación y 640 kg/ha en sequía, y Cantera *et al.*, (1990) reportan que ésta accesión está siendo utilizada

en forma exitosa como pastura pura en un ensayo regional de pastoreo en Yurimaguas, Peru

La capacidad de enraizamiento disminuyó con la edad del cultivo debido posiblemente a la estandarización con machete con la cual pudo haberse cortado los tallos, y las frecuencias de cortes a que fueron sometidas las accesiones. Se observó un mejor enraizamiento en la época lluviosa que en la época seca. En este parámetro se observa la superioridad de las accesiones de *C. pubescens* tales como CIAT 5169, 15150, 5006 y 15149 con respecto a los testigos, los cuales en general, mostraron baja capacidad de enraizamiento, especialmente de *C. macrocarpum*, esta característica de *C. pubescens* es importante para la persistencia de la especie bajo pastoreo.

El comportamiento de la accesión de *C. pubescens* CIAT 15150 presentó un comportamiento sobresaliente en otros parámetros evaluados, igualmente en otros ensayos de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) y bajo condiciones del trópico húmedo fueron las más sobresalientes según lo reportan Keller-Grein y Passoni, 1990, Ferrufino, 1990 y Cantera *et al*, 1990. Por el contrario las accesiones de *C. pubescens* CIAT 15132, 5631 y 5006 que en las condiciones del Piedemonte llanero no se han destacado, en ensayos de la RIEPT tuvieron un sobresaliente comportamiento según lo enuncian los

autores anteriores

El desplazamiento lateral es una característica que debe tenerse en cuenta ya que nos indica el potencial de extenderse y por ende colonizar la pradera y competir con las malezas, especialmente durante el establecimiento

Además es un buen atributo para considerar en proyectos de fitomejoramiento El crecimiento de las accesiones hacia los lados fue en general constante y la mayoría de los ecotipos de *C pubescens* mostraron ser rastreras comparándolas con el testigo de *C macrocarpum* CIAT 25300 cuyo crecimiento fue semierecto

Segun los promedios de los cortes se observó una leve disminución en el corte 5 (sequia) y no se presentaron diferencias significativas entre las accesiones Las más destacadas fueron *C pubescens* CIAT 15150, 15880, 15474 y 15872 y *C macrocarpum* CIAT 25280, en otros ensayos en Suramerica en condiciones del trópico humedo las accesiones CIAT 15149, 413, 5189, 15043, 5631, 5133 y 15154 tuvieron un buen desplazamiento (Ferrufino, 1990, Cantera *et al* , 1990), mientras en el presente ensayo no se destacaron en este parámetro Es importante resaltar que el desplazamiento más bajo registrado para el testigo de *C pubescens* CIAT 438 coincide con los resultados obtenidos en Puerto Bermudez, Peru en un ensayo multilocacional de *C pubescens* segun lo reportan Cantera *et al* (1990)

En relación con el daño causado por enfermedades, se observó principalmente mancha foliar por *Cercospora* spp y aunque esta enfermedad es la que más afecta a esta especie, no fue limitante en ninguna de las accesiones, en otros ensayos de la RIEPT, ésta fue la principal enfermedad que afectó a *C pubescens* (Keller-Grein y Passoni, 1990, González y Anzules, 1990) Las accesiones más afectadas fueron CIAT 15474, 5167 y 5627 *Rhizoctonia solani* afectó a *C acutifolium* CIAT 5568 En cuanto a plagas, se observaron daños causados por comedores (Crisomelidos) en forma leve a moderado acentuándose en la época seca y chupadores de follaje en especial en la época lluviosa, ninguna de estas dos plagas fueron limitantes

Los resultados del análisis de valor nutritivo indican que la DIVMS de las accesiones (entre 35.5% y 45.4%) es mediana a baja, si se compara con otras especies como *C acutifolium* CIAT 5277 con 74.6% de DIVMS (en hojas inmaduras), según Lascano *et al* (1990) Este resultado está dentro del rango mencionado por Clements (1983), de 35% - 50% En cuanto a la proteína cruda (PC), varios autores como Lascano *et al* (1990) y Skerman (1977), citan valores entre 18% - 29.6% de PC y los valores determinados en el presente estudio se encuentran en dicho rango (19.3% - 23.1%)

En cuanto a los contenidos de Ca y P autores como Lascano *et al* (1990) y

Skerman (1977), reportan rangos de 0.8 a 2.5% para Ca y de 0.4% a 1.7% para P. En el presente trabajo en *C. pubescens* se presentó un rango de 0.58% a 0.98% para Ca, registrando el valor más alto para *C. macrocarpum* CIAT 25280 con 1.46%. Schultze-Kraft y Keller-Grein (1985), encontraron también altos valores de Ca para *C. macrocarpum* CIAT 5276 (1.40%) y *C. pubescens* CIAT 5189 (1.38%) mientras *C. pubescens* CIAT 413 (testigo comercial) presentó 0.86%. Las accesiones de *C. pubescens* tuvieron mayor contenido de P que los testigos de *C. macrocarpum* y *C. acutifolium* con excepción de CIAT 5277, mostrando un rango de 0.29% a 0.37% el cual concuerda bien con datos encontrados por Schultze-Kraft y Keller-Grein (1985) y (Keller-Grein, comunicación personal).

### 6.2.2 Experimento complementario

La sequía causa un déficit hídrico, que afecta el comportamiento de las plantas a nivel celular, fisiológico y morfológico, disminuyendo la tasa de crecimiento y retardando el desarrollo de la planta según Baruch y Fisher (1988). Además al disminuir la producción y calidad del forraje se puede producir pérdidas de peso de los animales durante la estación seca del orden del 30-60% (Paladines, 1975).

Comparando los dos años de sequía, el rendimiento de MS disminuyó de un año

a otro. Con respecto a los rebrotes en el primer año (1990), los rendimientos fueron más altos que en el segundo año (1991), donde disminuyeron en el promedio de todas las accesiones en un 62% respecto al año anterior. Los datos del corte uno en el primer año fueron muy bajos comparados con los del corte dos. El bajo rendimiento de la MS estuvo posiblemente influenciado por un exceso en el secado de las muestras en el horno. En el segundo año (1991) los rendimientos del corte uno, disminuyeron respecto al año anterior, el corte dos estuvo fuertemente influenciado por la sequía y por la frecuencia de corte (6 y 12 semanas) a que fueron sometidas las accesiones durante la estación lluviosa y los rendimientos bajaron. Las accesiones de *C pubescens* que sobresalieron en los rebrotes de 6 semanas fueron de CIAT 15154, 5627, 15150, 15160 y 15470.

El rebrote de 12 semanas en el primer año estuvo influenciado por lluvias por ende mejores rendimientos que en el segundo año, *C pubescens* CIAT 15160 obtuvo el mayor resultado seguido por CIAT 15150 y 15470 que estadísticamente no presentaron diferencias significativas. El rebrote del segundo año, estuvo influenciado por los meses más secos de enero y febrero y los rendimientos bajaron pero, las accesiones antes nombradas se mantuvieron con los mejores resultados y además sobresalieron accesiones como *C pubescens* CIAT 15474, 5006 y 15872.

Con relación a la capacidad de enraizar a partir de los tallos rastreros, cualidad que permite la autopropagación de la especie bajo pastoreo, se observó una disminución notable de un año a otro, debido posiblemente a la edad del cultivo y a la frecuencia de cortes a que fueron sometidas las accesiones en el transcurso del año. Las accesiones más estoloníferas fueron *C pubescens* CIAT 5006, 15474 y 15470, seguidos por otras como CIAT 15880, 5189 y 15150, los mejores resultados se obtuvieron en los cortes de 12 semanas que en los 6 semanas.

En cuanto al desplazamiento lateral en ninguno de los cortes se presentó diferencias significativas entre accesiones, parece que esto refleja la influencia de la sequía, la cual causa déficit de agua que afecta el desarrollo y crecimiento de la planta por que reduce la tasa fotosintética (Baruch y Fisher, 1988), también la frecuencia de corte a que fueron sometidas las accesiones puede haber afectado el crecimiento lateral. Sin embargo dentro de ellas cabe destacar accesiones como *C pubescens* CIAT 15872, 15880, 15474, 15150 y 5006.

La incidencia de plagas no limitó en ningún momento el crecimiento y desarrollo de las plantas. La accesión *C pubescens* CIAT 5634 fue la más afectada por los chupadores principal plaga de sequía. En cuanto a enfermedades la mancha foliar por *Cercospora* afectó accesiones de *C pubescens* CIAT 413 (testigo) y

15132, pero la incidencia no fue grave. En general las accesiones se comportaron bien respecto a este parámetro.

Teniendo en cuenta los contenidos de PC (18-25%) citados por Skerman (1977), las accesiones de *C. pubescens* están dentro de este rango e incluso lo superan (22.1 - 27.1%). Los valores de P (0.21 - 0.31%) y Ca (0.63 - 1.52%) están para varias accesiones superiores a los reportados por Schultze-Kraft y Keller-Grein (1985) para *C. pubescens* CIAT 413 (P 0.24% y Ca 0.86%).

El presente trabajo demuestra que el 62% (con calificación 4) de las accesiones de *C. pubescens* son tolerantes a la sequía, igualmente Pizarro y Vera (1990) reportan que en esta especie es posible mantener un porcentaje alto de hojas verdes durante la segunda mitad del periodo seco y según Vera *et al.*, (1981) aparentemente el contenido de hojas depende principalmente de la edad de la planta y su tolerancia a la sequía.

### 6.2.3 Producción de semillas

*C. pubescens* CIAT 15043 obtuvo la mayor producción de semillas pero tuvo un comportamiento regular en los otros parámetros estudiados, otras accesiones con

buena producción fueron CIAT 5596 y 5169 mientras los testigos tuvieron rendimientos relativamente bajos *C acutifolium* CIAT 5277 a pesar de presentó una producción abundante de vainas en su mayoría fueron vainas posiblemente debido al efecto de un periodo seco y un ataque por chupadores

Torre (1975), señala que la época de siembra y el uso de tutores parecen influir marcadamente en la producción de semillas de *Centrosema*, siendo la mejor época de siembra el último mes de la estación lluviosa, además el uso de tutor favorece la fructificación, la cosecha, y disminuye las pérdidas de vainas por incidencia de enfermedades

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con esta investigación ha sido posible identificar germoplasma de *C pubescens* para suelos ácidos de baja fertilidad del Piedemonte llanero, superando los testigos comerciales de *C pubescens* no adaptados a estas condiciones

La adaptación y productividad de *C pubescens* CIAT 15150, 15872, 15470, 15160 y 15474, permiten considerarlas como promisorias para las condiciones del Piedemonte de los llanos de Colombia, no obstante sería conveniente continuar ensayos regionales y avanzar hacia la inclusión de las accesiones más destacadas en pruebas de pastoreo

Los testigos de *C acutifolium* y *C macrocarpum* se destacaron por su rendimiento de materia seca y tolerancia a la sequía, pero su comportamiento en otros parámetros como capacidad de enraizamiento, desplazamiento lateral y producción de semillas no fue bueno

*C pubescens* fue tolerante a la sequía. Su capacidad de retener un porcentaje

alto de hojas y mostrarse vigorosa durante la época de sequía (62% de la colección con calificación 4), no obstante sus rendimientos de MS no igualaron a los testigos y durante la sequía fueron medianos a bajos, pero es una cualidad importante de esta especie en las condiciones climatológicas del Piedemonte llanero donde predomina una marcada estación de sequía

No se evidenciaron problemas entomológicos ni patológicos de importancia, pero es necesario no desatender la sanidad vegetal en el cultivo especialmente en áreas destinadas a semilleros

*C pubescens* CIAT 15043 es de especial interés para planes de mejoramiento genético ya que fue la accesión más productora de semillas y de mayor contenido de proteína cruda en sequía

Se deben continuar estudios sobre el comportamiento de *C pubescens* como componente de pasturas establecidas para sistemas de doble propósito, ceba y también como alternativa de recuperación de pasturas degradadas de *B decumbens* utilizando franjas de esta leguminosa forrajera

## 8 RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se buscó encontrar accesiones de *C pubescens* promisorias para la región del Piedemonte llanero. La investigación consistió en una evaluación preliminar de 25 accesiones de *C pubescens* en el Centro de Investigaciones (CI), del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), "La libertad" donde el CIAT realiza trabajos con otras entidades en Villavicencio, Colombia. El sitio experimental está localizado a 4° 3' latitud norte y 73° 29' de longitud oeste, a una altitud de 336 m n s m con temperatura promedio anual de 26 °C, y humedad relativa promedio anual del 80%, con precipitación promedio anual de 2800 mm en dos épocas marcadas de máxima y mínima precipitación y un suelo franco-arcilloso, ácido de baja fertilidad.

El estudio incluyó dos experimentos. El **principal** donde se realizaron seis evaluaciones con frecuencias de cortes cada 12 semanas y el **experimento complementario** donde las mediciones se efectuaron en la época de sequía bajo dos frecuencias de cortes (6 y 12 semanas), durante dos años. Además se

establecieron unas parcelas adicionales para realizar observaciones fenológicas y estimar producción de semillas. Las variables medidas en estos ensayos fueron rendimiento de materia seca, capacidad de enraizamiento en los nudos de los tallos rastreros, desplazamiento lateral, incidencia de plagas y enfermedades, valor nutritivo y tolerancia a la sequía.

En el experimento principal los mayores valores para rendimiento acumulado de MS después de los testigos de *C. acutifolium* y *C. macrocarpum* correspondieron a las accesiones de *C. pubescens* CIAT 15150, 15872, 15470, 15160 y 5172. En cuanto a la capacidad de enraizamiento se destacaron CIAT 5169, 15150, 5006, 15149 y 15474. Sobresalieron en el desplazamiento lateral las accesiones CIAT 15150, 15880, 15474, 15872 y 15144. Los mayores valores para digestibilidad *in vitro* de la materia seca fueron alcanzados por CIAT 413 (testigo), 15133, 5167 y 5627. Por su contenido de proteína cruda (PC), CIAT 15880, 15154, 15149, 15160 y 15470.

En el experimento complementario en cuanto al rendimiento de materia seca promedio corte de 6 semanas sobresalieron después de los testigos de *C. acutifolium* y *C. macrocarpum* las accesiones de *C. pubescens* CIAT 5169, 5627, 15154 y 15474, y en el promedio de cortes de 12 semanas CIAT 15150, 15160, 15470 y 5133. Tuvieron buena capacidad de enraizamiento las accesiones CIAT

5006, 15470, 5133 y 15474. En cuanto al crecimiento lateral no se presentaron diferencias significativas entre accesiones. Cabe destacar las accesiones CIAT 15872, 15043, 15144 y 5169 que obtuvieron el contenido más alto de proteína cruda en el análisis de calidad.

En general *C. pubescens* se caracterizó por su buen establecimiento y adaptación a las condiciones climáticas, edáficas y bióticas de la zona y buen vigor aun durante la época de sequía, periodo en el cual los forrajes tradicionales pierden productividad y calidad, sin embargo esta especie conservó su verdor y no presentó una defoliación considerable. La accesión que obtuvo la mayor producción de semillas fue *C. pubescens* CIAT 15043, seguida por 5596 y 5167.

Los resultados de esta investigación permitieron seleccionar accesiones promisorias de *C. pubescens* como CIAT 15150, 15872, 15470, 15160 y 15474 para suelos ácidos de baja fertilidad. Los testigos de *C. acutifolium* (CIAT 5277 y 5568) y *C. macrocarpum* (CIAT 25280 y 25300) fueron superiores en rendimiento de materia seca, sin embargo se tiene referencia de que estos materiales pierden persistencia en pruebas bajo pastoreo. Aunque los materiales seleccionados de *C. pubescens* no se han evaluado bajo pastoreo, supera a los testigos de *C. acutifolium* y *C. macrocarpum* y a los cv comerciales de *C. pubescens* en capacidad de enraizamiento, el desplazamiento lateral, mayor producción de

semillas y además, en buen comportamiento en época seca. Este germoplasma es una fuente valiosa que puede permitir formar asociaciones estables y persistentes con gramíneas compatibles y obtener pasturas más productivas que redunden en el beneficio socio-económico de esta región.

## 9 SUMMARY

This work aimed to find *C pubescens* accessions that would be promising for the Andes piedmont west of the Eastern Plains of Colombia. Research consisted of a preliminary evaluation of 25 accessions lines of *C pubescens* at the "La Libertad" Research Center of the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), in Villavicencio, Colombia. CIAT conducts research projects with other institutions at this Center. "La Libertad" is located at 4° 3' N and 73° 29' W, at 336 m a s l, the average annual temperature is 26 C, the average annual relative humidity is 80%, and the average annual rainfall is 2800 mm distributed in two well defined seasons of maximum and minimum rainfall. The soil is acid and of low fertility, with a loam clayey texture.

The research included two experiments: the **main experiment**, where six evaluations were done, with cuttings every 12 weeks, and the **complementary experiment**, where measurements were done during the dry season, with two cuttings (6 and 12 weeks). Both experiments were carried out simultaneously over

two years. Additional plots were also established to observe the phenology of the plants and to estimate their seed production. The variables measured in the experiments were dry-matter yield, potential for rooting at the nodes of trailing stems, lateral growth of plants, pest and disease incidence, nutritive value, and drought tolerance.

In the **main experiment**, the two controls, *C. acutifolium* and *C. macrocarpum* had the highest value for dry-matter yield, followed by the *C. pubescens* accessions CIAT 15150, 15872, 15470, 15160 and 5172. Those accessions with the highest potential for rooting were CIAT 5169, 15150, 5006, 15149 and 15474. For lateral growth, the highest values were recorded for CIAT 15150, 15880, 15474, 15872 and 15144. The best values for dry-matter *in vitro* digestibility were for CIAT 413 (control), 15133, 5167, and 5627. Protein content (PC) was highest for CIAT 15880, 15154, 15149, 15160 and 15470.

In the **complementary experiment**, the average dry-matter yield at the 6-week cutting was highest for the controls *C. acutifolium* and *C. macrocarpum*, followed by *C. pubescens* accessions CIAT 5169, 5627, 15154 and 15474. At the 12-week cutting, those yields were best for CIAT 15150, 15160, 15470 and 5133. Good rooting potential was found in accessions CIAT 5006, 15470, 5133 and 15474. For lateral growth, no significant differences were found among accessions. Accessions

CIAT 15872, 15043, 15144 and 5169 gave the highest CP content in the quality analysis performed

In general, *C pubescens* showed good establishment and adaptability to the climatic, edaphic and biotic characteristics of this region. It also showed vigorous growth, maintaining its green color and suffering no significant defoliation even during the dry season when traditional forage species usually lose productivity. The highest seed production was recorded for accession CIAT 15043, followed by CIAT 5596 and CIAT 5169.

The results of this research study made it possible to select some promising accessions of *C pubescens* such as CIAT 15150, 15872, 15470, 15160 v 15474 for acid with low-fertility soils. When these materials were compared with *C acutifolium* (CIAT 5277 and 5568) and *C macrocarpum* (CIAT 25280 and 25300), they were superior in terms of dry matter production, however, these materials are believed to lose persistence in grazing trials. Although the *C pubescens* materials selected have not been evaluated under grazing, they outperform the *C acutifolium* and *C macrocarpum* checks and the commercial cultivars of *C pubescens* in rooting capacity, lateral displacement of prostrate stems, seed production, and performance in the dry season. This germplasm is a

valuable source of legume components for stable and persistent associations with compatible grasses. These associations will give rise to more productive pastures, which, in turn, will enhance cattle production and thus the economic development of the region.

## 10 BIBLIOGRAFIA

- ANDREW, C S y JOHNSON, A D 1976 Effect of calcium, pH and nitrogen on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes II Chemical composition (calcium, nitrogen, potassium, magnesium, sodium and phosphorus) Australian Journal of Agricultural Research 27(5) 625-636
- ARA, M A y SCHAUS R 1982 Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas En PIZARRO E A (ed) II Reunion de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 433-424
- BARUCH, Z y FISHER, M J 1988 Factores Climaticos y de Competencia que Afectan el Desarrollo en el Establecimiento de una Pastura EN LASCANO, C E y SPAIN, J M (Eds) Establecimiento y Renovación de Pasturas VI Reunion del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) Veracruz, México p 103-109
- BERREZOETA, A L GH 1975 Evaluación de gramíneas sola o asociada con leguminosa sometidas a pastoreo Tesis en opción al título de Ing Agrónomo Universidad de Santo Domingo, Santo Domingo
- BOTERO, R 1989 Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia Programa de Pastos Tropicales, Series Boletines Tecnicos, No 2 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 60

- BOWEN, G D 1959 Field studies on nodulation and growth of *Centrosema pubescens* Benth Queensland Journal of Agricultural Science 16(4) 253-265
- 1961 The toxicity of legume seed diffusates towards rhizobes and other bacteria Plant and Soil 16 155
- BRUCE, R C 1967 Tropical legumes lift soil nitrogen Queensland Agricultural Journal 93 562
- CALDERON, M y VARELA, F A 1982 Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños Guía de estudio Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia 50 p
- CANTERA, G A AQUINO, H M y KELLER GREIN, G 1990 Evaluación agronomica de selecciones de *Centrosema* en Puerto Bermudez Peru En KELLER-GREIN, G, Primera Reunión de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia, Lima, Peru, 1990 Trabajos presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia Documento de trabajo No 75 V 1, p 471-474
- CHAPPMAN, H D y PRATT, P F 1961 Methods of analysis for soils, plants and water University of California Division of Agricultural Sciences p 56-65
- CHAVEZ, S J E 1974 Evaluacion de la asociación Guinea-Centrosema sometido a pastoreo en época de seca y humeda en Pichilingue Tesis en opcion al titulo de Ing Agronomo Universidad de Quito, Ecuador p
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1984 Introducción Programa de Pastos Tropicales Informe anual 1983 Cali Colombia

- Centro Internacional de Agricultura Tropical 1992  
Climate Base de datos climatológicos, Unidad de estudios agroecológicos,  
CIAT Cali, Colombia
- CLEMENTS, R J, WILLIAMS, R J, GROF, B y HACKER, J  
B 1983 *Centrosema* En BURT, R L, ROTAR, P P, WALKER, J L  
y SILVEY, M W (eds) The role of *Centrosema*, *Desmodium* and  
*Stylosanthes* in improving tropical pastures Westview Tropical Agriculture  
series no 6 Westview Press, Boulder, CO USA p 69-96
- COCHRANE, T T, SANCHEZ, LG, AZEVEDO, LG de, PORRAS,  
J A y GARVER, C L 1985 Land in tropical América Vol 1 Centro  
Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia 146 p
- COUTO, W y SANZONOWICS, C 1983 Soil nutrient  
constraints for legume-based pastures in the Brazilian Cerrados En  
SMITH, J A y HAYS, V W (eds) Proceedings of the XIV International  
Grassland Congress held at Lexingtons Kentucky Westview Press, Boulder,  
CO, USA p 320-322
- DE LUCENA, N , GONCLAVES, C A v DA CRUZ, J R 1987  
Avaliação agrônômica de leguminosas forrageiras em Ariquemes, Rondônia,  
Brasil EN KELLER-GREIN, G Primera Reunión de la Red Internacional  
de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia Lima, Peru, 1990  
Trabajos Presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)  
Cali, Colombia Documento de trabajo No 75, V 1, p 113-115
- FERGUSON, J E HOPKINSON, J M HUMPHREYS, L R y  
ANDRADE DE, R P 1990 Seed production of *Centrosema* species En  
SCHULTZE-KRAFT, R v CLEMENTS, R J (eds) *Centrosema* Biology,  
Agronomy and Utilization Centro Internacional de Agricultura Tropical  
(CIAT) Cali, Colombia p 221-243
- FERREIRA VALENTIM, J 1990 Avaliação da adaptação de  
acesos de *Centrosema* sp, em Rio Branco, Acre, Brasil En KELLER-  
GREIN, G Primera Reunión de la Red Internacional de Evaluación de

Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia Lima, Peru, 1990 Trabajos presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia Documento de trabajo No 75, V 1, p 181-186

GONZALEZ, R y ANZULES, A 1990 Ensayo multilocacional de selecciones de *Centrosema* en suelo aluvial En KELLER-GREIN, G Primera Reunión de la Red Internacional de evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia, Lima, Peru, 1990 Trabajos presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia Documento de trabajo No 75 V 1, p 419-422

GROF, B y HARDING, W A T 1970 Dry matter yields and animal production of Guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of north Queensland Trop Grassl 4(1) 85-95

HALLIDAY J 1979 Field responses by tropical forage to inoculation with *Rhizobium* En SANCHEZ, P A v TERGAS L E (eds) Seminar on Pasture Production in Acid Soils of the Tropics Cali, Colombia, 1978 Proceedings Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) p 123-137

HARRIS L E 1970 Metodos para el analisis quimico v la evaluación biológica de alimento para animales Traducido por J J SALAZAR Center for Tropical Agriculture Livestock University of Florida, Gainesville, USA 200 p

HOPKINSON, J M y REID R 1978 La importancia del clima en la producción de semilla de leguminosas torrajeras tropicales EN TERGAS, L E v SANCHEZ, P A (Eds) Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 413-424

HUMPHREYS, L R 1980 A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics 4 ed Australia, Wright Stephenson 8 Co 96 p

\_\_\_\_\_, IVORY, D A, WONG CHOI CHEE y TOPARK-

- NGARM, A 1990 Regional experience with *Centrosema* Tropical Asia and Pacific En SCHULTZE-KRAFT, R y CLEMENTS, R J (eds) *Centrosema* Biology, Agronomy and Utilization Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 543 - 558
- HUTTON, E M 1985 *Centrosema* breeding for acid tropical soils, with emphasis on efficient Ca absorption Tropical Agriculture (Trinidad) 62(4) 273-280
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) 1988 Regional 8 (PRODELLANOS) II Caracterización Tecnológica área agropecuarias Villavicencio, Colombia
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) 1977 Zonas de vida y formaciones vegetales de Colombia Bogotá D E Volumen XIII No 11 p 10
- JAMIESON, G I 1969 Effect of superphosphate application rate on pasture establishment in Queensland wet tropical coast Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 26(4) 529-536
- JOHRI, P N, AHMAD, N y JHA G D 1969 Chemical composition digestibility and nutritive value of butterfly pea (*Centrosema pubescens* Benth) at the pod stage Indian Journal of Agricultural Sciences p 33-75
- KELLER-GREIN, G y PASSONI, F 1990 Evaluación agronomica de selecciones de *Centrosema pubescens* en Pucallpa, Peru En KELLER-GREIN, G Primera Reunion de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia, Lima, Peru, 1990 Trabajos presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia Documento de trabajo No 75 V 1, p 233-238
- LARA CARRETERO, D 1990 Evaluacion agronomica multilocacional de selecciones de *Centrosema* spp En KELLER-GREIN, G Primera

Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales  
RIEPT-Amazonia, Lima, Peru, 1990 Trabajos presentados Centro  
Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia Documento  
de trabajo No 75 V 1, p 475-479

LASCANO, C E, TEITZEL, J K y ENG PEI KONG 1990  
Nutritive value of *Centrosema* and animal production En SCHUKTZE-  
KRAFT, R y CLEMENTS, R J (eds) *Centrosema* Biology, Agronomy  
and Utilization Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali,  
Colombia p 293-319

LENNE, J, VARGAS, A y TORRES, C 1983 Descripción de  
las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales  
Guía de estudio Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)  
Cali, Colombia p 33-38

LEON, E, ACUNA, O y RAMIREZ, C 1986 Respuesta de la  
leguminosa forrajera *Centrosema pubescens* Benth a la inoculación con  
*Rhizobium* sp Ceiba 27(1) 117-127

MACHADO, R y ALFONSO, A 1981 *Centrosema* Pastos y  
Forrajes 4(3) 249-278

MEJIA, M 1984 Nombres científicos y vulgares de  
especies forrajeras tropicales Centro Internacional de Agricultura Tropical  
(CIAT) Cali, Colombia p 8

MENDOZA, P E, THOMAS, D, SPAIN, J M y LASCANO, C E  
1990 Establishment and management of *Centrosema* pastures En  
SCHULTZE-KRAFT, R y CLEMENTS, R J (eds) *Centrosema* Biology,  
Agronomy and Utilization Centro Internacional de Agricultura Tropical  
(CIAT) Cali, Colombia p 271-292

MONTOFOS, J A y GARGANTINI, N 1963 Fixation of atmospheric N by  
bacteria which live in symbiosis with roots of *Centrosema pubescens*

Bragantia 22 731

MOORE, A W 1962 The influence of a legume on soil fertility under a grazed tropical pasture Empire Journal of Experimental Agriculture 30 239

NOVELLY, P E, MARTINS, C E y BOTREL, M DE A. 1985 Efeito de metodos de plantio na germinação e estabelecimento de duas leguminosas forrageiras tropicais Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia 14(1) 88-98

PALADINES, O y LEAL, J A 1979 Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia EN TERGAS L E y SANCHEZ, P A (Eds) Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos Trabajos presentados durante un seminario celebrado en el CIAT, Cali, Colombia Programa de producción de ganado de carne, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 331-346

PEDROZA, A S y ROCHA, G L 1977 Efeitos de profundidade de sementeira adubação e compactação, na emergencia e estabelecimento de *Centrosema* (*Centrosema pubescens* Benth) Boletim de Industria Animal 34(2) 263-299

PITTIER, H 1944 *Centrosema* EN Ministerio de Agricultura y Cría Servicio Botanico Leguminosas de Venezuela, I Papilionaceas Boletim Tecnico No 5 Editorial Elite, Caracas, Venezuela 171 p

PIZARRO, E A (ed) 1985 Reunion de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales (RIEPT), Resultados 1982-1985 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia V 1 v 2 1228 p

\_\_\_\_\_ y VERA, R R 1990 Efecto de diferir la época de utilización en la producción y calidad de *Centrosema pubescens* Pasturas Tropicales 12(1) 39-43

SANCHEZ, L F y GONZALEZ, F 1989 Una aproximación sobre el presente y futuro de la Orinoquia Colombiana Siall Vol 6 (2) 39-49

SCHULTZE-KRAFT, R y KELLER-GREIN, G 1985 Testing new *Centrosema* germplasm for acid soils Tropical Grasslands 19(4) 171-180

-----, ARENAS, J A, FRANCO, M A, BELALCAZAR, J y ORTIZ, J 1987 Catálogo de germoplasma de especies forrajeras tropicales Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia Tomo I y II 1436 p

----- 1990 *Centrosema* species for acid soils En SCHULTZE-KRAFT R y CLEMENTS, R J (eds) *Centrosema* Biology, Agronomy and Utilization Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 99-117

-----, WILLIAMS R J y CORADIN, L 1990 Biogeography of *Centrosema* En SCHULTZE-KRAFT R y CLEMENTS, R J (eds) *Centrosema* Biology, Agronomy and Utilization Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia p 29-76

SERPA, A 1965 Improvement of *Centrosema pubescens* 1 Obtaining varieties with permeable seeds Proceedings of the IX th International Grassland Congress p 6

----- y ACHICAR, J 1970 Influencia do periodo de maturação de sementes duras em *Centrosema pubescens* Pesquisa Agropecuaria Brasileira 5 125-128

-----, RIBEIRO, H, MATTA, H, DE LUCAS, E DELDAGO, MATTOS, S DA CUNHA y ARONOVICH S 1973 Influencia da adubação nitrogenada e de leguminosas sobre produção de leite no periodo seco, em pastagem de capim-pangola Revista Sociedad Brasileira

- 1974 Variabilidade de alguns fatores que afetam a produção de sementes em *Centrosema pubescens* Pesquisa Agropecuaria Brasileira Service Zootecnia 9(3) 39-44
- \_\_\_\_\_ 1977 Influence of stage of maturation on the production of hard seeds in *Centrosema pubescens* Pesquisa Agropecuaria Brasileira Zootecnia 5 125

SERRAO, E A S, SIMAO NETO, M y DIAS FILHO, M M 1990 Ensaio multilocacional de *Centrosema* spp Paragominas, Pará, Brasil En KELLER-GREIN, G Primera Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia, Lima, Peru, 1990 Trabajos presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia Documento de trabajo No 75 V 1 p 107-111

SILVA, G v LOPEZ, W 1984 Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Tarapoto En II Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 443 468

\_\_\_\_\_ 1985 Epoca de floración y producción de semilla en *Centrosema* spp Pasturas Tropicales Boletín 7(2) 19-20

SILVA del A, G 1986 Fenología y producción de semillas de *Centrosema* spp en Tarapoto, Peru Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIAP) Avances en Investigación en Pastos y Forrajes No 1 p 8

SKERMAN, P J 1977 Tropical Forage Legumes Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma, Italia p 244-258

SNYDER, G H, KRETSCHMER JUNIOR, A E y SARTAIN, J B

1978 Field response of four tropical legumes to lime and superphosphate  
Agronomy Journal 70 269-273

STOWERS, D M y ELKAN, H G 1980 Criteria for  
selecting effective and efficient strains of *Rhizobium* for use in tropical  
agriculture North Carolina Agricultural Research Service Teach Bull 264  
73 p

TANG, M y SYLVESTER-BRADLEY, R 1986 Selección de cepas  
de *Rhizobium* para *Centrosema pubescens* en Jarras de Leonard (arena) y  
dos suelos de Colombia Pastos y Forrajes 9(2) 111-118

TEITZEL, J K y BURT, R L 1976 *Centrosema pubescens* in  
Australia Tropical Grasslands 10 (1) 5-14

TILLEY, J M y TERRY, A 1963 A two-stage technique for  
the *in vitro* digestion of forage crops Journal of the British Grasslands  
Society 18(2) 104-111

TOLEDO, J M v SCHULTZE KRAFT, R 1982 Metodología para  
la evaluación agronómica de pastos tropicales EN TOLEDO, J M (ed)  
Manual para la evaluación agronomica Red Internacional de Evaluación  
de Pastos Tropicales (RIEPT) Centro Internacional de Agricultura Tropical  
(CIAT), Cali, Colombia p 91-110

TORRE, R 1975 La situación de la producción de semillas  
forrajeras v los problemas técnicos en la costa En Seminario sobre  
producción de semillas forrajeras Ecuador 1975 Informes Costa Rica  
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) 1975 p E-18

VERA, R R, PIZARRO, E A, MARTINS, M y VIANA, I A  
1981 Yield and quality of tropical legumes during the dry season *Galactia  
striata* (Jacq) Urb EN SMITH, J A y HAYS, V W (Eds) International  
Grassland Congress 14 th Lexington Kentucky, 1981 Proceedings  
Westviem Boulder, Colorado p 786-78

WERNER, J C y MATTOS, H B de 1972 Estudos de nutrição da Centrosema, *Centrosema pubescens* Benth Boletim de Industria Animal 29(2) 375-391

\_\_\_\_\_, MONTEIRO, F A y MEIRELLES, N M 1983 Efeito das adubações com fósforo, potássio e molibdênio mais cobre na consorciação de capim gordura com Centrosema Zootecnia Brasil 21(2) 109-134

WHITNEY, A S, KANEHIRO, Y y SHERMAN, G D 1967 Nitrogen relationships of three tropical forage legumes in pure stands and in grass mixtures Agronomy Journal 59(1) 47-50

YANEZ, S, RAGAGO, R y De LA PAZ, A 1988 Determinación del momento apropiado para cosechar semillas de *Centrosema pubescens* CIAT 438 En PIZARRO, E A (ed) Primera Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT- Centro América y el Caribe Veracruz, Mexico, 1988 Trabajos presentados Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia p 487-489

Anexo 1 Rendimiento de materia seca acumulado en kg/ha de 29 accesiones de *Centrosema* spp con frecuencias de cortes de 12 semanas

Especie	Accesión CIAT No	Acumulado kg/ha <sup>a/</sup>	b/
C pubescens <sup>c/</sup>	413	8740	cd
C pubescens <sup>c/</sup>	438	8440	d
C pubescens	5006	10080	cd
C pubescens	5133	9610	cd
C pubescens	5167	9690	cd
C pubescens	5169	11770	cd
C pubescens	5172	12720	cd
C pubescens	5189	11180	cd
C acutifolium <sup>c/</sup>	5277	23710	a
C acutifolium <sup>c/</sup>	5568	19810	ab
C pubescens	5596	9460	d
C pubescens	5627	10640	cd
C pubescens	5631	10260	cd
C pubescens	5634	11010	cd
C pubescens	15043	8580	d
C pubescens	15132	9030	cd
C pubescens	15133	7560	d
C pubescens	15144	12090	cd
C pubescens	15149	8970	cd
C pubescens	15150	14350	bc
C pubescens	15154	11260	cd
C pubescens	15160	12790	cd
C pubescens	15470	13010	cd
C pubescens	15474	10780	cd
C pubescens	15872	13180	cd
C pubescens	15875	10550	cd
C pubescens	15880	9210	cd
C macrocarpum <sup>c/</sup>	25280	21740	a
C macrocarpum <sup>c/</sup>	25300	21750	a
	Promedio	12100	
	DMS(P<0.05)	5710	

a/ Acumulado de seis cortes

b/ Cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí según la prueba de Tukey (P<0.01)

c/ Testigo

Especie	Accesión CIAT No	Nudos enraizados <sup>a/</sup>		Desplazamiento lateral <sup>a/</sup>	
<i>C. pubescens</i> <sup>c/</sup>	413	121	abcd <sup>b/</sup>	34	abcd <sup>b/</sup>
<i>C. pubescens</i> <sup>c/</sup>	438	129	abcd	29	d
<i>C. pubescens</i>	5006	206	a	40	abc
<i>C. pubescens</i>	5133	154	abcd	36	abcd
<i>C. pubescens</i>	5167	185	abc	35	abcd
<i>C. pubescens</i>	5169	207	a	42	abc
<i>C. pubescens</i>	5172	166	abcd	32	cd
<i>C. pubescens</i>	5189	169	abcd	35	abcd
<i>C. acutifolium</i> <sup>c/</sup>	5277	141	abcd	39	abcd
<i>C. acutifolium</i> <sup>c/</sup>	5568	169	abcd	36	abcd
<i>C. pubescens</i>	5596	159	abcd	29	d
<i>C. pubescens</i>	5627	147	abcd	36	abcd
<i>C. pubescens</i>	5631	150	abcd	38	abcd
<i>C. pubescens</i>	5634	161	abcd	41	abc
<i>C. pubescens</i>	15043	157	abcd	33	cd
<i>C. pubescens</i>	15132	111	bcd	36	abcd
<i>C. pubescens</i>	15133	99	bcd	30	d
<i>C. pubescens</i>	15144	154	abcd	42	abc
<i>C. pubescens</i>	15149	203	ab	35	abcd
<i>C. pubescens</i>	15150	206	a	44	a
<i>C. pubescens</i>	15154	150	abcd	38	abcd
<i>C. pubescens</i>	15160	152	abcd	34	abcd
<i>C. pubescens</i>	15470	198	abc	38	abcd
<i>C. pubescens</i>	15474	200	ab	42	abc
<i>C. pubescens</i>	15872	184	abc	42	abc
<i>C. pubescens</i>	15875	168	abcd	37	abcd
<i>C. pubescens</i>	15880	193	abcd	43	ab
<i>C. macrocarpum</i> <sup>c/</sup>	25280	92	cd	43	ab
<i>C. macrocarpum</i> <sup>c/</sup>	25300	77	d	38	abcd
	Promedio	161		37	
	DMS(P<0.05)	107		10	

a/ Promedio de seis valuaciones

b/ Cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Tukey (P&lt;0.01)

c/ Testigo

Anexo 3 Desplazamiento lateral (cm) de 29 accesiones de *Centrosema* spp con frecuencia de cortes cada 12 semanas

Especie	Accesión CIAT No	Desplazamiento lateral en cm						
		EVALUACIONES						
		1	2	3	4	5	6	Promedio
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	413	52	33	30	33	29	26	34
<i>C. pubescens</i> <sup>a/</sup>	438	42	31	24	28	23	25	29
<i>C. pubescens</i>	5006	56	40	36	41	35	32	40
<i>C. pubescens</i>	5133	53	38	33	36	29	28	36
<i>C. pubescens</i>	5167	50	38	32	32	28	31	35
<i>C. pubescens</i>	5169	64	44	40	40	31	31	42
<i>C. pubescens</i>	5172	45	32	30	33	25	27	32
<i>C. pubescens</i>	5189	49	36	34	36	27	28	35
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5277	53	45	37	40	27	30	39
<i>C. acutifolium</i> <sup>a/</sup>	5568	52	33	31	37	31	32	36
<i>C. pubescens</i>	5596	44	29	27	28	20	24	29
<i>C. pubescens</i>	5627	51	38	37	33	27	29	36
<i>C. pubescens</i>	5631	57	37	35	38	31	30	38
<i>C. pubescens</i>	5634	52	43	42	38	34	36	41
<i>C. pubescens</i>	15043	49	34	29	33	26	27	33
<i>C. pubescens</i>	15132	56	36	34	35	28	28	36
<i>C. pubescens</i>	15133	41	31	28	26	26	25	30
<i>C. pubescens</i>	15144	57	41	40	44	34	35	42
<i>C. pubescens</i>	15149	53	37	35	33	28	26	35
<i>C. pubescens</i>	15150	59	43	43	41	39	40	44
<i>C. pubescens</i>	15154	52	41	38	37	32	29	38
<i>C. pubescens</i>	15160	50	36	34	35	27	24	34
<i>C. pubescens</i>	15470	53	39	34	38	32	31	38
<i>C. pubescens</i>	15474	65	37	37	39	36	39	43
<i>C. pubescens</i>	15872	54	45	42	42	36	33	42
<i>C. pubescens</i>	15875	56	39	36	37	28	27	37
<i>C. pubescens</i>	15880	58	43	42	42	37	37	43
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25280	66	47	37	41	31	35	43
<i>C. macrocarpum</i> <sup>a/</sup>	25300	61	59	36	34	29	31	38
	Promedio	55	38	35	36	30	30	37
	DMS(P < 0.05)	15	13	13	13	14	14	10

a/ Testigo

Anexo 4 Accesiones de *Centrosema* spp en grupos de tolerancia a sequía

Tolerancia a sequía (escala 1 5)*	No de accesiones	Accesiones CIAT No
5	2	<i>C acutifolium</i> 5277
4	18	<i>C pubescens</i> 5006 5133, 5172, 5189 5596, 5627, 5634 15144, 15150, 15154 15160, 15470, 15474 15872, 15875, 15880 <i>C macrocarpum</i> 25280 y 25300 <i>C acutifolium</i> 5568
3	8	<i>C pubescens</i> 413 438 5167, 5169, 5631, 15043 15132 y 15149
2	1	<i>C pubescens</i> 15133
1	0	

\* 1= plantas muertas      2= plantas vigorosas con rebrotes