

SELECCIÓN DE CULTIVARES DE *Centrosema* SPP. CON PASTOREO SIMULADO

G. Martín y Belkis Suárez

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Durante 2 años se estudió el comportamiento de 20 cultivares de *Centrosema* spp., con el empleo de pastoreo simulado en las condiciones edafoclimáticas de Indio Hatuey; el diseño empleado fue bloque al azar con tres réplicas y parcelas de 7,20 m², sin riego ni fertilización. Se utilizaron tiempos de descanso de 35-40 días en la época lluviosa y de 55-60 en la poca lluviosa, con presiones de pastoreo de 6,25 y 8,3 kg MS/100 kg de peso vivo en cada época respectivamente. Los caracteres evaluados fueron disponibilidad (Di), consumo (C), eficiencia del consumo (E), composición botánica (CB) y los principales indicadores de la composición química; se emplearon métodos de análisis multivariado y univariado en la interpretación de los resultados. En la colección estudiada fue posible seleccionar un grupo de cultivares de buen comportamiento en las épocas lluviosa y poca lluviosa y en el año. Se destacaron el CIAT-5151 (4), CIAT-475 (13) e IH-129 (20), por presentar valores de Di y C mayores a 12 y 6,5 t de MS/ha en el año y superiores a 4 t de MS/ha en la época poca lluviosa, así como porcentajes de la composición botánica superiores al 40%; además el primero y el tercero mostraron poca afectación por virus.

Palabras claves: Selección, *Centrosema*, pastoreo simulado

The behaviour of 20 cultivars from *Centrosema* spp. was studied under simulated grazing conditions at Indio Hatuey using a randomized block design with three replications and plots of 7,20 m². Irrigation and fertilizer were not used. 35-40 resting days were used during the wet season and 55-60 resting days during the dry season and a grazing pressure of 6,25 and 8,3 DM kg/100 live weight kg during each season respectively. Herbage availability (HA), intake (I), intake efficiency (IE), botanical composition (BC) and the principal indicators of chemical composition were evaluated. Multivariate and univariate analysis methods were used for inter-prating results. A group of cultivars with suitable behaviour during the wet season, dry season and during the year was selected. CIAT-5151 (4). CIAT-475 (13) and IH-129 (20) were outstanding cultivars with HA and I values higher than 12 and 6,5 DM t/ha during the year and higher than 4 DM t/ha during the dry season; besides, the botanical composition percentages were higher than 40%, CIAT-5151 and IH-129 possessed higher disease resistance.

Selection, Centrosema, simulated grazing

El estudio de los pastos y forrajes es de gran necesidad para el desarrollo agropecuario del país, ya que estos constituyen la principal base alimentaria del ganado vacuno en Cuba. Las leguminosas, por su alto valor nutritivo, deben formar parte de la dieta necesaria, ya que ellas originan una mejor digestibilidad del alimento consumido y, por consiguiente, una mayor producción animal. En sistemas sin riego se pueden alcanzar entre 9 y 10 kg de leche/vaca/día utilizando leguminosas en banco de proteína (Milera, 1992).

En nuestro país los primeros trabajos encaminados hacia la búsqueda de variedades de pastos y forrajes se iniciaron en la Estación de Agronomía de Santiago de las Vegas. El surgimiento de instituciones como la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", el Instituto de Ciencia Animal y el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, ha permitido que hoy existan 52 variedades comerciales, de las cuales 19 son leguminosas (Anon, 1987).

Para la obtención de estas variedades, el método más usado en la primera fase de selección ha sido el manejo con cortes en pequeñas parcelas de gran número de cultivares. En los últimos años, existe una tendencia mundial de utilizar dos sistemas de manejo en función del destino que tendrá la variedad: si es para forraje, se selecciona bajo sistema de corte, y si es de pastoreo se emplea el pastoreo simulado rotativo (Hernández, Machado y Gómez, 1986; Suárez, Barreras y Velásquez, 1988; Pérez y Ortiz, 1988), aunque no se descarta el hecho de que en determinados programas de mejoramiento se emplee solo el sistema de corte, sobre todo en las primeras fases de selección. En el programa de mejoramiento de *Centrosema* spp.

(leguminosa destinada a bancos de proteína y asociaciones) que se desarrolla en la EEPF "Indio Hatuey", se utilizó el pastoreo simulado para la evaluación de una colección a partir de la fase II de selección, con vistas a obtener cultivares promisorios que puedan constituir posibles progenitores para un programa de mejoramiento, encaminado a la obtención de híbridos con posibilidades de explotarse bajo pastoreo, lo cual constituyó el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelo y clima. El experimento se realizó sobre un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979). El comportamiento de las variables climáticas se refleja en la tabla 1.

Diseño. Se utilizó un diseño de bloque al azar con tres réplicas, parcelas y de 7,20 m², separadas por calles de 1,50 m. Se evaluaron 20 cultivares.

1. *Centrosema pubescens* CIAT-5142
2. *Centrosema pubescens* CIAT-5144
3. *Centrosema pubescens* CIAT-5146
4. *Centrosema pubescens* CIAT-5151
5. *Centrosema pubescens* CIAT-5155
6. *Centrosema pubescens* CIAT-5158
7. *Centrosema pubescens* CIAT-5169
8. *Centrosema pubescens* CIAT-5188
9. *Centrosema pubescens* CIAT-5269
10. *Centrosema pubescens* CIAT-404
11. *Centrosema pubescens* CIAT-423
12. *Centrosema híbrido* CIAT-442
13. *Centrosema pubescens* CIAT-475
14. *Centrosema pubescens* CIAT-476
15. *Centrosema pubescens* CIAT-5281
16. *Centrosema pubescens* CIAT-5002
17. *Centrosema acutifolium* CIAT-5278
18. *Centrosema acutifolium* CIAT-5112
19. *Centrosema pubescens* CIAT-5053
20. *Centrosema pubescens* CIAT-129

Tabla 1. Comportamiento de las principales variables climáticas.

	Epoca	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)
			Máxima	Mínima	
1er. año	Lluviosa	120	32,2	20,6	84
	Poco lluviosa	52,2	29,6	15,8	80
2do. año	Lluviosa	187,3	32,8	20,7	83
	Poco lluviosa	63,1	28,2	16,5	83

Procedimiento y mediciones. La dosis de siembra fue ajustada a 3 kg de SPG/ha para todos los cultivares. No se utilizó riego ni fertilización. Se empleó el pastoreo simulado, con períodos de descanso de 35-40 días en lluvia y de 55-60 días en el período poco lluvioso. La presión de pastoreo utilizada fue de 8,3 y 6,25 kg de MS/100 kg de peso vivo para las épocas lluviosa y poco lluviosa respectivamente. Se utilizaron animales secos con 480 kg de peso promedio.

En el primer año, en cada rotación se estimó la disponibilidad (Di) y el residuo del pasto por parcelas, con el método alternativo del disco (Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández, 1990). A partir de estos datos se calculó el consumo (C) y la eficiencia (E) como una expresión porcentual de la relación entre el consumo y la disponibilidad para cada época y anual; además, se determinaron los tenores de FB, PB, P, Ca y K en cada pastoreo y la composición botánica al inicio y final de este año.

En el segundo año se utilizaron los mismos períodos de descanso y presiones de pastoreo, pero la Di se estimó para toda el área experimental, con vistas a definir el número de animales por rotación. En este período solo se midió la composición botánica a mediados y final de año. Para su evaluación se empleó un marco de 1 m² subdividido en decímetros cuadrados; se

consideró como valor 1 cuando el área estaba cubierta por centrosema u otras especies o despoblada. Cuando estaban dos de los tres en cualquier proporción, se les dio valor 0,5 a los presentes y si estaban los tres, valor 0,3 a cada uno.

Análisis matemático. Para el procesamiento de los datos resultantes de las evaluaciones realizadas, se emplearon los análisis de componentes principales y clasificación automática, así como el análisis de varianza para la Di y el C en cada época y anual, que forman parte del paquete STAT-ITCF versión 4.

RESULTADOS

La variabilidad extraída por las tres primeras componentes y las variables que la explican aparecen en la tabla 2. Como se aprecia, las primeras cuatro componentes extrajeron el 91% de la variabilidad total. La primera se explica por las variables relacionadas con la disponibilidad y el consumo, además de la composición botánica al inicio del período evaluativo; la segunda y tercera componentes se explican por la eficiencia en cada época y anual, así como por la composición botánica al final del primer año, y la cuarta por la proteína bruta en seca.

Tabla 2. Variabilidad extraída (%) y variables que la explican.

Componentes	Variabilidad extraída	Variabilidad acumulada	Variables explicativas
I	43,2	43,2	Dis, DiLL, DiA, CS, CLL, CA, CB1
II	22,0	65,2	ES, EA, CB2
III	14,6	79,8	ELL
IV	11,1	90,9	PBs

Dis Disponibilidad época poco lluviosa
DiLL Disponibilidad en lluvia
DiA Disponibilidad anual
CS Consumo época poco lluviosa
CLL Consumo en lluvia
CA Consumo anual

CB1 Composición botánica inicio 1er. año
CB2 Composición botánica final del 1er año
ES Eficiencia época poco lluviosa
ELL Eficiencia en lluvia
EA Eficiencia anual
PBs Proteína bruta época poco lluviosa

En el plano formado por las componentes I y II (fig. 1), existieron solo 10 cultivares bien representados, con valores de coseno cuadrado (r^2) superiores a 0,50. Hacia la parte izquierda del plano estuvieron ubicados los genotipos 6, 8, 13 y 20 de mejor comportamiento en las variables que explican la variabilidad de estas componentes; mientras que en la parte derecha se ubicaron los genotipos 5, 9, 12, 14, 17 y 19, de peor comportamiento en dichas variables.

En el análisis de clasificación automática, las variables de mayor variabilidad en la primera componente (tabla 2) fueron las que formaron las clases obtenidas (fig. 2). La 1 y la 5 agruparon los cultivares de resultados más desfavorables; la número 2 agrupó los genotipos de comportamiento medio estable en la mayoría de estas variables; la 4 a los genotipos 6 y 13, que se destacaron principalmente en el periodo lluvioso; y la 6 al cv. IH-129 (20), que

resultó el mejor entre los estudiados. Se resalta además que la clase 3, representada por el genotipo CIAT-5151 (4), alcanzó una disponibilidad en el período poco lluvioso superada solo por el IH-129 (20).

En el análisis de varianza realizado, se comprobó que hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los cultivares en cada época y en el año, tanto para la disponibilidad como para el consumo (tabla 3). En el período poco lluvioso se destacó el comportamiento de los cvs. 4, 7, 8, 13, 15 y 20, con $Di > 4$ t de MS/ha, entre los que resaltaron el 8 y el 20 con niveles de $C > 2$ t de MS/ha. En el período lluvioso los cvs. 2, 4, 6, 8, 11, 13, 16 y 20 alcanzaron valores de Di y $C > 6,5$ y 3 t de MS/ha respectivamente. Después de un año de evaluación, 9 cultivares alcanzaron niveles de $Di > 10$ t de MS/ha (2, 4, 6, 8, 11, 13, 15, 16 y 20), de los cuales 5 tuvieron $C > 5$ t de MS/ha (4, 6, 8, 13 y 20).

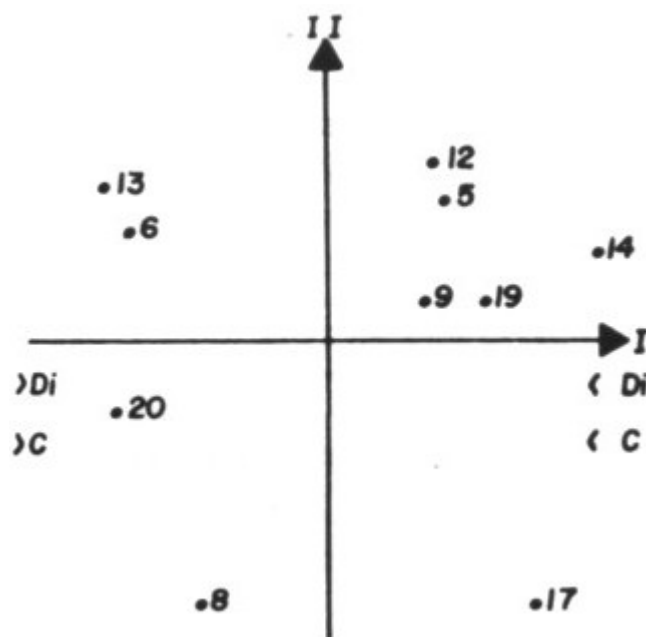


Fig. 1. Representación de los cultivares.

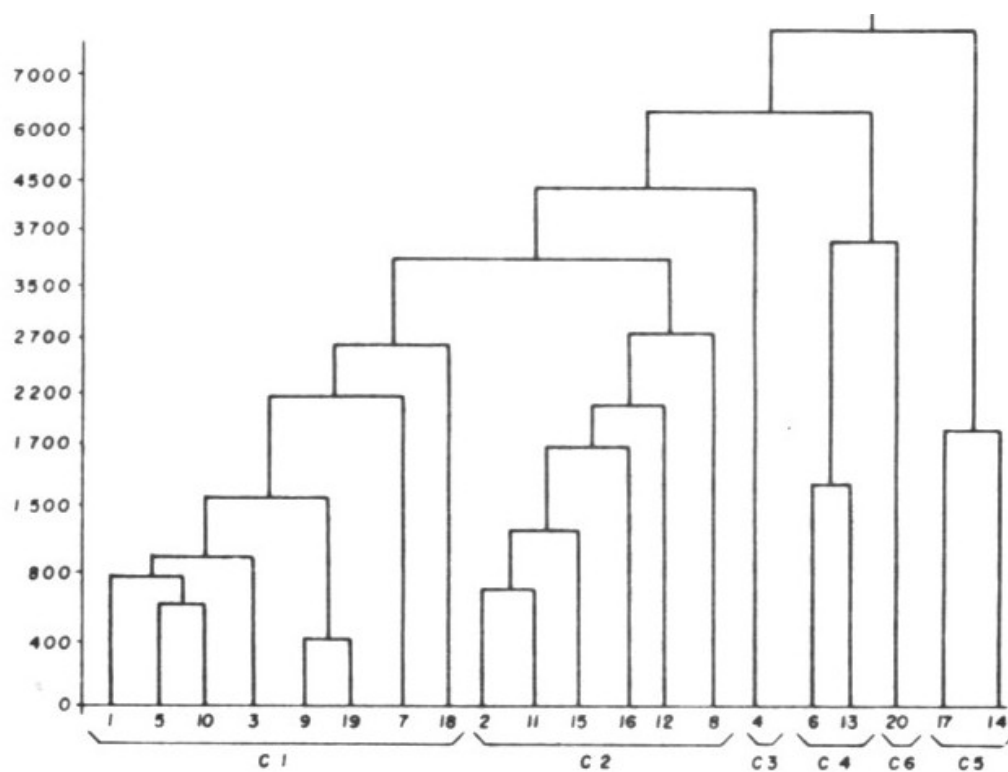


Fig. 2. Agrupamiento de los cultivares de acuerdo con las variables de mayor variabilidad.

Tabla 3. Valores medios por época y anual para la disponibilidad y el consumo.

Tratamientos	Epoca poco lluviosa		Epoca lluviosa		Anual	
	Di (t/ha)	C (t/ha)	Di (t/ha)	C (t/ha)	Di (t/ha)	C (t/ha)
1	3,5 ^{defg}	1,13 ^{cd}	5,4 ^{abc}	2,13 ^{cd}	8,9 ^{abcd}	3,23 ^{bcd}
2	3,1 ^{efgh}	0,90 ^{cd}	7,0 ^{abc}	3,63 ^{abcd}	10,1 ^{abcd}	4,57 ^{abcd}
3	3,2 ^{efg}	0,53 ^{cd}	5,1 ^{abc}	2,37 ^{bcd}	8,4 ^{abcd}	2,90 ^{bcd}
4	4,6 ^b	1,53 ^{bc}	7,7 ^{ab}	5,73 ^{ab}	12,4 ^{ab}	7,23 ^a
5	3,8 ^{cdef}	0,53 ^{cd}	5,3 ^{abc}	2,33 ^{bcd}	7,1 ^{abcd}	2,87 ^{bcd}
6	3,5 ^{defg}	0,57 ^{cd}	8,3 ^a	5,10 ^{abc}	11,9 ^{abc}	5,67 ^{abc}
7	4,5 ^{bc}	0,90 ^{cd}	5,4 ^{abc}	1,73 ^{cd}	9,9 ^{abcd}	2,63 ^{bcd}
8	4,2 ^{bcd}	2,13 ^{ab}	6,7 ^{abc}	3,67 ^{abcd}	10,9 ^{abc}	5,80 ^{abc}
9	3,1 ^{efgh}	0,53 ^{cd}	4,9 ^{abc}	1,93 ^{cd}	7,8 ^{bcd}	2,47 ^{cd}
10	3,7 ^{cdef}	0,67 ^{cd}	4,9 ^{abc}	2,53 ^{bcd}	8,1 ^{abcd}	3,17 ^{bcd}
11	3,5 ^{defg}	0,93 ^{cd}	6,9 ^{abc}	3,33 ^{abcd}	10,5 ^{abc}	4,30 ^{abcd}
12	2,8 ^{fgh}	0,05 ^d	6,4 ^{abc}	3,53 ^{abcd}	8,5 ^{abcd}	3,63 ^{abcd}
13	4,2 ^{bcd}	0,43 ^d	8,2 ^a	6,13 ^a	12,5 ^{ab}	6,57 ^{ab}
14	1,2 ⁱ	0,05 ^d	3,5 ^{bc}	1,07 ^d	5,1 ^d	1,17 ^d
15	4,3 ^{bcde}	1,07 ^{cd}	6,2 ^{abc}	2,87 ^{bcd}	10,2 ^{abcd}	3,93 ^{abcd}
16	3,1 ^{efgh}	0,29 ^d	7,7 ^{ab}	4,03 ^{abcd}	10,8 ^{abc}	4,33 ^{abcd}
17	2,3 ^h	0,57 ^{cd}	3,0 ^c	1,67 ^{cd}	5,3 ^d	2,23 ^{cd}
18	2,8 ^{fgh}	0,67 ^{cd}	4,2 ^{abc}	2,73 ^{bcd}	6,9 ^{cd}	3,40 ^{bcd}
19	2,7 ^{gh}	0,35 ^d	5,1 ^{abc}	2,27 ^{cd}	7,8 ^{bcd}	2,63 ^{bcd}
20	5,6 ^a	2,7 ^a	7,9 ^{ab}	4,50 ^{abcd}	13,5 ^a	7,23 ^a
ES ±	0,05*	0,05*	0,20*	0,15*	0,23*	0,17*

a,b,c,d,e,f,g,h Valores con superíndices desiguales difieren a $P < 0,05$ (Newman-Keuls, 1952)* $P < 0,05$

En la tabla 4 se muestra el comportamiento de los cultivares estudiados en los indicadores bromatológicos más importantes para los períodos poco lluvioso y lluvioso. Solamente el IH-129 (20) alcanzó valores en los contenidos de PB, P y Ca que superaron la media general.

El por ciento de centrosema en las cuatro evaluaciones de la composición botánica, realizadas a 6 variedades que

se destacaron durante el período experimental, se refleja en la figura 3. Como puede apreciarse, al inicio tenían elevados porcentajes de la leguminosa, los cuales disminuyeron después de varias rotaciones con los animales. No obstante, al finalizar el segundo año el área cubierta por centrosema fue superior al 40% en la mayoría de las variedades.

Tabla 4. Composición química estacional (%).

Tratamientos	FB		PB		P		Ca		K	
	S	L1	S	L1	S	L1	S	L1	S	L1
1	34,5	37,0	18,7	16,7	0,14	0,21	1,68	1,86	1,48	1,36
2	34,4	36,4	18,1	16,7	0,13	0,21	1,70	1,63	1,57	1,22
3	37,4	33,0	16,7	18,3	0,12	0,20	1,71	1,74	1,41	1,41
4	35,1	35,2	16,6	17,1	0,14	0,20	1,72	1,76	1,31	1,37
5	34,8	37,2	16,7	16,5	0,15	0,17	1,58	2,11	1,43	1,36
6	34,2	33,3	16,7	17,9	0,13	0,25	1,88	2,06	1,46	1,33
7	32,7	33,7	17,5	17,5	0,16	0,13	1,79	1,70	1,36	1,38
8	33,9	34,4	16,7	18,5	0,16	0,25	1,51	1,96	1,31	1,27
9	31,5	33,0	18,1	16,6	0,10	0,16	1,96	1,59	1,34	1,50
10	34,4	35,5	17,5	17,0	0,18	0,29	1,69	1,89	1,17	1,09
11	34,8	35,1	18,0	16,3	0,10	0,12	1,72	1,61	1,35	1,43
12	34,2	35,6	17,1	16,1	0,13	0,19	1,75	2,16	1,48	1,13
13	34,1	38,0	17,7	16,5	0,16	0,22	1,57	1,95	1,39	1,54
14	30,7	34,5	17,1	15,6	0,14	0,15	1,62	1,84	1,35	1,37
15	34,6	35,4	17,7	17,4	0,14	0,15	1,63	1,78	1,18	1,38
16	37,8	37,5	17,4	14,6	0,15	0,19	1,64	1,93	1,47	1,12
17	30,6	35,6	17,3	15,7	0,13	0,16	1,84	1,55	1,12	1,46
18	33,6	38,9	18,4	16,0	0,13	0,14	1,72	2,00	1,14	1,35
19	34,2	36,4	18,2	15,4	0,13	0,20	1,78	1,70	1,61	1,52
20	33,4	35,1	18,9	17,7	0,16	0,22	1,78	2,02	1,09	1,15
\bar{x}	34,1	35,5	17,6	16,7	0,14	0,18	1,71	1,84	1,35	1,34

S Época poco lluviosa

L1 Época lluviosa

En observaciones realizadas durante el desarrollo del experimento, se pudo comprobar que la mayoría de las variedades estudiadas presentaron una afectación considerable por virus, con excepción de los cvs. CIAT-5151, CIAT-423 e IH-129 que mostraron los mayores niveles de resistencia.

DISCUSIÓN

Las componentes I y II extrajeron un 65% de la variabilidad existente, y la III y la IV aproximadamente un 26% (tabla 2). Por tanto, fue necesario analizar hasta la cuarta componente que poseía un valor propio superior a 1, el cual debe tomarse en cuenta por ser un índice de variabilidad considerable (Philippeau, 1986).

La variabilidad de esta componente se explica principalmente por la proteína bruta en la época poco lluviosa; esta variable es necesario considerarla en el

análisis, ya que algunos cultivares como el IH-129 superaron la media general en un 2% (tabla 4).

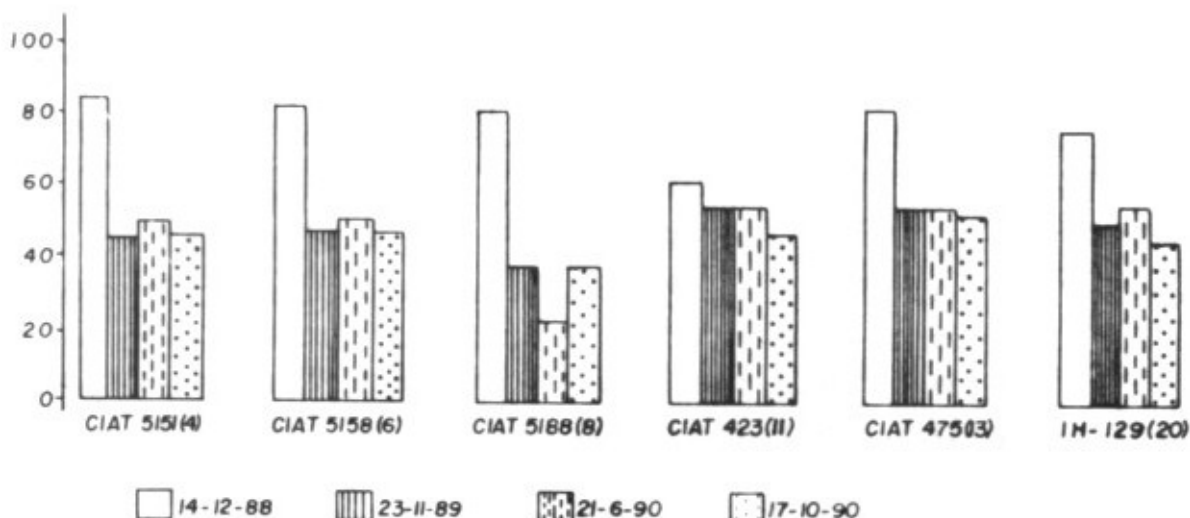


Fig. 3. Porcentaje estacional del centrosema.

Se pudo comprobar (fig. 1) que en el plano formado por las componentes 1 y 2, los cultivares se distribuyeron según el comportamiento de las variables que las explican. El IH-129 (20) y el CIAT-476 (14) están en posiciones opuestas; ellos tuvieron resultados muy diferentes de la Di y el C en cada época y en el año. La aplicación de este análisis permitió conocer el comportamiento de los caracteres evaluados en la colección para definir los de mayor aporte a la variación total y considerarlos en la selección de los cultivares más promisorios.

Las seis clases obtenidas con el análisis de clasificación automática permitieron realizar una agrupación de los genotipos estudiados, con lo que fue posible determinar los cultivares de mejores resultados en cada época y en el año. Este método brindó gran utilidad en la caracterización de variedades y ha sido utilizado en otros cultivos como el tomate (Hernández, 1986) y la papa

(Arzuaga, 1987), con vistas a clasificar variedades en función del rendimiento y la resistencia a enfermedades.

El análisis de varianza para la Di y el C en ambas épocas y anual, demostró la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los cultivares; no obstante, se formaron más de tres grupos homogéneos en cada carácter, lo cual indicó que algunos tuvieron una posición intermedia entre los más y los menos sobresalientes.

En este ensayo hubo cultivares como CIAT-5151 (4), CIAT-475 (13) e IH-129 (20) con disponibilidades anuales superiores a las 12 t de MS/ha que superaron las obtenidas por Pérez y Ortiz (1988) con *Centrosema macrocarpum* CIAT-5065, *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 y otras leguminosas bajo condiciones similares. Esto puede ser explicado por los altos valores de disponibilidad que tuvieron en el período poco lluvioso y por ser plantas de gran volubilidad que se asociaron bien en la

población, logrando su permanencia en la parcela. Los tres terminaron los 2 años de evaluación con más de un 40% en la composición botánica (fig. 3); ello permite disponer de cultivares de este género que ofrecen perspectivas para explotarse en asociaciones y bancos de proteína, por lo que deben continuarse estudios en este sentido en fases superiores de evaluación.

La poca afectación por virus que se observó en algunas variedades constituyó un aspecto de gran interés, máxime si tenemos en cuenta que se han identificado diferentes razas de virus capaces de afectar a *Centrosema* spp. (CIAT, 1989). Las observaciones permitieron identificar variedades como CIAT-5151 (4) e IH-129 (20), de buen comportamiento en el experimento y que resultaron poco dañadas por virus. Ello proporcionó genotipos que pueden constituir progenitores para la producción de híbridos de buen comportamiento ante el pastoreo y con resistencia a estos patógenos.

Los resultados de este experimento permitieron seleccionar un grupo de cultivares de buen comportamiento en las épocas lluviosa y poco lluviosa, así como en el año; se destacaron los cvs. CIAT-5151 (4), CIAT-475 (13) e IH-129 (20), con valores de Di y C mayores a 12 y 6,5 t de MS/ha en el año y superiores a 4 t de MS/ha en el período poco lluvioso, así como porcentajes en la composición botánica superiores al 40% después de 2 años de explotación, además de mostrar el primero y el tercero poca afectación por virus. Todos deben pasar a fases superiores de evaluación, dando prioridad a los tres anteriormente mencionados por las potencialidades

mostradas en el experimento, y debe analizarse la posibilidad de incluirlos en un programa de mejoramiento destinado a la obtención de híbridos para pastoreo.

REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana
- ANON. 1987. Lista oficial de variedades comerciales No. 2. CIDA, La Habana. 31 p.
- ARZUAGA, J. 1987. **Cultivos tropicales**. 9:59
- CIAT. 1989. Virología. Informe anual. Pastos tropicales, p. 231
- HERNÁNDEZ, MARGARITA. 1986. **Cultivos Tropicales**. 8:9
- HERNÁNDEZ, R.; MACHADO, R. & GÓMEZ, A. 1986. **Pastos y Forrajes**. 9:236
- MARTÍNEZ, J.; MILERA, MILAGROS; REMY, V.; YEPES, I. & HERNÁNDEZ, J. 1990. **Pastos y Forrajes**. 13:1
- MILERA, MILAGROS. 1992. Utilización de bancos de proteína para la producción de leche. En: Pastoreo orgánico y utilización de forrajes en la alimentación de rumiantes en el trópico. Universidad de Colima. Colima, México, p. 172
- PÉREZ, R. & ORTIZ, G. 1988. Evaluación de 6 cvs. de leguminosas con animales en pequeñas parcelas, 1era. Reunión de la RIEPT-CAC, Veracruz, México. (Pizarro, E.A., ed.). p. 290
- PHILIPPEAU, G. 1986. Coimment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. ITCF, París. p. 35
- SUAREZ, J.D.; BARRERAS, C. & VELAZQUEZ, E. 1988. Evaluación de leguminosas en cultivo puro bajo pastoreo rotacional. 1era. Reunión de la RIEPT-CAC, Veracruz, México. (Pizarro, E.A., ed.). p. 296

Recibido el 4 de noviembre de 1992