

## **Evaluación agronómica y selección de accesiones de *Teramnus* spp.**

### **Agronomic evaluation and selection of *Teramnus* spp. accessions**

Yuseika Olivera

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*  
*Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba*  
*E-mail: yuseika.olivera@indio.atenas.inf.cu*

#### **Resumen**

Se estudió durante un año una colección de *Teramnus* spp. con el objetivo de evaluar y seleccionar las accesiones más sobresalientes de este germoplasma. Se trabajó en parcelas de 3 x 1 m, con separación en las calles de 2 m, cuyas plantas estaban establecidas de un estudio previo. Para obtener la variabilidad y la relación entre las variables, se realizó un análisis de componentes principales (ACP); mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y estimadas, se graficó mediante el resultado del ACP. Se constató la existencia de un 76,85% de variabilidad total, sobre la base de la altura de la planta, la hojiosidad, la cobertura, el vigor y el rendimiento, y se identificó la formación de siete grupos. Se concluye que hubo un comportamiento aceptable de las accesiones y sobresalieron las del grupo II, principalmente *T. labialis* CIAT-926, CIAT-21197 y CIAT-9128, por lo que sería recomendable insertarlas en el flujo varietal y compararlas con las accesiones comerciales.

Palabras clave: Evaluación, *Teramnus* spp.

#### **Abstract**

A *Teramnus* spp. collection was studied for a year with the objective of evaluating and selecting the most outstanding accessions of this germplasm. The work was done in 3 x 1 m plots, with space between rows of 2 m, which plants had been established since a previous study. In order to obtain the variability and the relationship among variables, a principal component analysis (PCA) was performed; while for grouping the treatments with similar characteristics, regarding the measured and estimated variables, a graphic was made through the result of the PCA. The existence of 76,85% of total variability was observed, based on plant height, leafiness, cover, vigor and yield, and the formation of seven groups was identified. It is concluded that there was an acceptable performance of the accessions and those in group II stood out, mainly *T. labialis* CIAT-926, CIAT-21197 and CIAT-9128, for which it would be advisable to insert them in the varietal flow and compare them to commercial accessions.

Key words: Evaluation, *Teramnus* spp.

#### **Introducción**

Entre las especies de plantas forrajeras más utilizadas se encuentran las leguminosas, que se destacan no solo por su capacidad para mejorar la producción animal, sino también por el gran potencial que tienen para contribuir a la sostenibilidad de los sistemas integrados de producción agropecuaria. Poseen además la capacidad de fijar el dinitrógeno atmosférico mediante la

#### **Introduction**

Among the most used forage plant species are legumes, which stand out not only for their capacity to improve animal production, but also for the great potential they have to contribute to the sustainability of integrated livestock production systems. They have also the capacity of fixing atmospheric dinitrogen by symbiotic fixation through the microorganisms called rhizobia (Oliveira and Manhaes, 2003).

fijación simbiótica a través de los microorganismos llamados *rhizobium* (Oliveira y Manhaes, 2003).

Dentro de la familia *Leguminosae* el género *Teramnus* posee varias especies, entre las que se destacan *Teramnus labialis* y *Teramnus uncinatus* (Machado y Olivera, 2008). La primera es de gran importancia para el sector ganadero, por lo cual ha sido una de las más estudiadas en el país por sus diferentes usos: banco de proteína (Milera, 1996) y como cobertura y abono verde (Fontes *et al.*, 2009). Esta leguminosa puede nodular de forma natural, pero muestra especificidad para determinadas cepas de *Rhizobium* (López *et al.*, 2002), y se ha encontrado respuesta positiva de la producción de semilla de *T. labialis* cuando se emplea la fertilización orgánica (Gómez *et al.*, 2007).

Por todo lo anterior se decidió continuar la evaluación agronómica y seleccionar las mejores accesiones de una colección que fue estudiada durante la etapa de establecimiento (Olivera y Olivares, 2009).

### Materiales y Métodos

**Suelo y clima.** El experimento se desarrolló en un suelo Ferralítico Rojo lixiviado del subtipo nodular ferruginoso (Hernández *et al.*, 2003), que se caracteriza por poseer un pH moderadamente ácido (5,65), medianamente abastecido de nitrógeno y materia orgánica (3%), niveles bajos de fósforo asimilable (3,38 mg/100 g), el calcio como elemento predominante entre los cationes cambiables (15,90 cmol/kg) y una capacidad de intercambio catiónico de moderada a baja.

En la tabla 1 se muestran los valores de algunos indicadores edafoclimáticos durante el período experimental. Como se aprecia, el volumen de precipitaciones fue aumentando a través de los meses del período lluvioso, hasta que empezó a decrecer en noviembre; se presentó una etapa de sequía fuerte, ya que los valores no sobrepasaron la media de los últimos cinco años, y los meses más críticos fueron noviembre y enero. La temperatura del aire y la del suelo alcanzaron valores medios estacionales y fueron representativos para las condiciones de Cuba.

Within the *Leguminosae* family, the *Teramnus* genus has several species, among which *Teramnus labialis* and *Teramnus uncinatus* stand out (Machado and Olivera, 2008). The former is very important for the livestock production sector, for which it has been one of the most studied in the country due to its different usages: protein bank (Milera, 1996) and as cover and green manure (Fontes *et al.*, 2009). This legume can nodulate naturally, but it shows specificity for certain *Rhizobium* strains (López *et al.*, 2002) and positive response in *T. labialis* seed production has been obtained when using organic fertilization (Gómez *et al.*, 2007).

Because of all the above explained reasons, the decision was made to continue the agronomic evaluation and select the best accessions of a collection that had been studied during the establishment stage (Olivera and Olivares, 2009).

### Materials and Methods

**Soil and climate.** The trial was conducted on a lixiviated Ferralitic Red soil of the nodular ferruginous subtype (Hernández *et al.*, 2003), which has a moderately acid pH (5,65), moderate contents of nitrogen and organic matter (3%), low levels of assimilable phosphorus (3,38 mg/100 g), calcium as prevailing element among exchangeable cations (15,90 cmol/kg) and a moderate to low cation exchange capacity.

Table 1 shows the values of some edaphoclimatic indicators during the experimental period. As it is observed, the rainfall volume increased progressively through the months of the rainy season, until it began decreasing in November; then, there was a strong drought, because the values did not exceed the mean of the last five years, and the most critical months were November and January. The air and soil temperature reached seasonal average values and were representative for Cuban conditions.

### Experimental procedure:

The plots measured 3 x 1 m with a separation between rows of 2 m; the plants had been previously established (Olivera and Olivares, 2009).

Tabla 1. Comportamiento de las variables edafoclimáticas durante el establecimiento en campo.  
Table 1. Performance of the edaphoclimatic variables during establishment in the field.

Mes	Acumulado de las precipitaciones (mm)	Promedio de los últimos cinco años	Temperatura de la superficie del suelo (°C)	Temperatura del aire (°C)		
				Máxima	Mínima	Media
Mayo	84,2	169,72	29,4	31,1	-	24,5
Junio	278,7	251,98	28,2	31,9	21,7	25,4
Julio	117,8	192,62	30,1	33,5	21,5	26,5
Agosto	235,6	211,78	28,9	33,0	21,5	26,3
Septiembre	328,5	115,34	27,5	32,0	20,7	25,2
Octubre	219,3	144,14	27,6	31,1	21,4	25,3
Noviembre	6,3	15,42	24,1	28,7	14,8	21,0
Diciembre	16,7	29,16	25,3	29,2	14,6	21,3
Enero	6,5	12,88	24,5	28,1	13,0	20,2
Febrero	68,5	32,46	26,1	30,4	15,4	22,3
Marzo	43,6	51,08	27,3	30,3	15,8	22,6
Abril	63,0	65,48	28,9	31,0	15,8	22,9

### Procedimiento experimental

Las parcelas medían 3 x 1 m con una separación en las calles de 2 m; las plantas se establecieron con anterioridad (Olivera y Olivares, 2009).

Las especies evaluadas fueron:

- *T. labialis*: CIAT-18186, CIAT-8412, CIAT-21199, CIAT-4998, CIAT-490, CIAT-722, CIAT-926, CIAT-9128, CIAT-18185, CIAT-9368, CIAT-21201, CIAT-20072, CIAT-24009, CIAT-4996, CIAT-17858, CIAT-4994, CIAT-17378, CIAT-21197, CIAT-18678, CIAT-928, CIAT-7822, CIAT-7821, CIAT-4989, CIAT-966 y CIAT-18768.
- *T. uncinatus*: CIAT-508 y CIAT-18176.

**Mediciones.** Las mediciones y estimaciones durante el período experimental se realizaron mediante la metodología aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos propuesta por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Machado *et al.*, 1997). Se midió la altura de la planta, en cuatro puntos por parcela. Para ello se utilizó una regla graduada en centímetros, cuya posición fue perpendicular y siempre en contacto con la superficie del suelo.

The evaluated species were:

- *T. labialis*: CIAT-18186, CIAT-8412, CIAT-21199, CIAT-4998, CIAT-490, CIAT-722, CIAT-926, CIAT-9128, CIAT-18185, CIAT-9368, CIAT-21201, CIAT-20072, CIAT-24009, CIAT-4996, CIAT-17858, CIAT-4994, CIAT-17378, CIAT-21197, CIAT-18678, CIAT-928, CIAT-7822, CIAT-7821, CIAT-4989, CIAT-966 and CIAT-18768.
- *T. uncinatus*: CIAT-508 and CIAT-18176.

**Measurements.** The measurements and estimations during the experimental period were made through the methodology approved by the National Sub-Commission of Pasture Varieties, proposed by the Experimental Station of Pastures and Forages “Indio Hatuey” (Machado *et al.*, 1997). Plant height was measured, in four spots per plot. For that purpose, a ruler graduated in centimeters was used, which position was perpendicular and always in contact with the soil surface.

In addition, the following indicators were estimated by means of scales: leafiness (1= very bad, 2= low, 3= regular, 4= good and 5= excellent); vigor (1= very bad, 2= low, 3= regular, 4= good and 5= excellent); cover (1= 10-20% area covered (very little covered) 2= 21-40% area covered (little covered), 3= 41-60% area covered

Además, se estimaron a través de escalas: la hojiosidad (1= pésima, 2= baja, 3= regular, 4= buena y 5= excelente); el vigor (1= pésimo, 2= bajo, 3= regular, 4= bueno y 5= excelente); la cobertura [1= 10-20% de área cubierta (muy poco cubierta), 2= 21-40% de área cubierta (poco cubierta), 3= 41-60% de área cubierta (parcialmente cubierta), 4= 61-80% de área cubierta (cubierta) y 5= >80% de área cubierta (bien cubierta)]; las plagas [0= 0-1% de área afectada (inmune), 1= 2-10% de área afectada (resistente), 2= 11-20% de área afectada (tolerante) y 3= >20% de área afectada (susceptible)] y enfermedades (0= 0% de plantas, partes de estas o área afectada, inmune; 1-2= 1-5% de plantas, partes de estas o área afectada, resistente; 3-4= 10-25% de plantas, partes de estas o área afectada, tolerante; y 5-6= 50-100% de plantas, partes de estas o área afectada, susceptible) y el rendimiento de la biomasa.

Para este último indicador, se realizó un corte de homogenización, aproximadamente a los 30 y 50 días (en la época de lluvia y la de seca, respectivamente) antes del corte de evaluación; se cortó la totalidad de cada parcela a una altura que no afectara el crecimiento de las plantas y esta fue específica para cada una de las accesiones.

**Análisis estadístico.** Para obtener la variabilidad y la relación entre las variables se realizó un análisis de componentes principales (ACP); mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y estimadas, se graficó mediante el resultado del ACP, todo ello con la utilización del paquete estadístico SPSS versión 15.0.

Para establecer las variables que más influyeron en la variabilidad se aceptaron las componentes que tuvieran un valor propio que fuese igual o mayor que 1; además se tomó como criterio de selección que los factores de suma o de preponderancia estuvieran por encima de 0,80 y la variabilidad acumulada fuera superior al 70%.

(partially covered), 4= 61-80% area covered (covered) and 5= >80% area covered (well covered)); pests [0= 0-1% affected area (immune), 1= 2-10% affected area (resistant), 2= 11-20% affected area (tolerant) and 3= >20% affected area (susceptible)] and diseases (0= 0% plants, their parts or area affected, immune; 1-2= 1-5% plants, their parts or area affected, resistant; 3-4= 10-25% plants, their parts or area affected, tolerant and 5-6= 50-100% plants, their parts or area affected, susceptible) and biomass yield.

For the last indicator, a homogenization cut was made, approximately 30 and 50 days (in the rainy and dry season, respectively) before the evaluation cutting; the total of each plot was cut at a height that would not affect plant growth and it was specific for each accession.

**Statistical analysis.** In order to obtain the variability and relationship among the variables a principal component analysis (PCA) was performed; while for grouping the treatments with similar characteristics, regarding the measured and estimated variables, a graphic was made through the result of the PCA, all this using the statistical pack SPSS version 15.0.

To establish the variables with higher influence on variability the components that had a proper value equal to or higher than 1 were accepted; in addition, the selection criteria taken was that the sum or preponderance factors were over 0,80 and the accumulated variability was higher than 70%.

## Results and Discussion

According to Olivera *et al.* (2005), Gómez *et al.* (2006) and Olivera *et al.* (2010), the principal component analysis is feasible for interpreting a data matrix. Through such analysis (table 2) the total accumulated variance was detected to be high (76,85%) and it was distributed in the first two components. This high variability indicated the differentiation among individuals for these indicators, which constituted the basis for selecting the most outstanding accessions during the study period. Among the indicators that

### Resultados y Discusión

Según Olivera *et al.* (2005), Gómez *et al.* (2006) y Olivera *et al.* (2010) el análisis de componentes principales es factible para la interpretación de una matriz de datos. A través de dicho análisis (tabla 2) se detectó que la varianza total acumulada fue alta (76,85%) y se distribuyó en las dos primeras componentes. Esta alta variabilidad indicó la diferenciación entre los individuos para estos indicadores, lo que constituyó la base para la selección de las accesiones más sobresalientes durante el período de estudio. Entre los indicadores que contribuyeron a la alta variabilidad se encuentra la cobertura. Un resultado similar fue reportado por Olivera y Olivares (2009) al estudiar estas accesiones que formaban una colección (50 accesiones) durante la fase de establecimiento.

Tabla 2. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza.

Table 2. Relationship among variables and indicators that explain the variance.

Indicador	Componente principal	
	CP1	CP2
Altura	<b>0,848</b>	0,054
Hojosidad	<b>0,954</b>	0,090
Vigor	<b>0,944</b>	0,047
Cobertura	<b>0,877</b>	0,139
Plagas	-0,186	<b>0,871</b>
Enfermedades	-0,495	0,557
Rendimiento	<b>0,823</b>	0,171
Valor propio	4,25	1,13
Varianza (%)	60,69	15,16
Varianza acumulada (%)	60,69	76,85

En la CP1 los indicadores que mejor explicaron la varianza extraída (60,69%) fueron la hojiosidad, el vigor, la cobertura, la altura de la planta y el rendimiento; todos estuvieron relacionados positivamente entre sí. La segunda componente extrajo un 15,16% y en su formación contribuyó principalmente la afectación por plagas.

La cantidad de accesiones por grupos formados (7) y su identificación se muestran en la figura 1. En el grupo II, formado por acce-

contributed to the high variability is cover. A similar result was reported by Olivera and Olivares (2009) when studying these accessions that formed a collection (50 accessions) during the establishment stage.

In CP1 the indicators that better explained the extracted variance (60,69%) were leafiness, vigor, cover, plant height and yield; they were all positively related among themselves. The second component extracted 15,16% and mainly pest affectation contributed in its formation.

The quantity of accessions per groups formed (7) and their identification are shown in figure 1. In group II, formed by *T. labialis* accessions, CIAT-926, CIAT-21197 and CIAT-9128 stood out for being the highest (table 3) and having better cover values (value 4 in the scale), which is equivalent to saying that they covered more than 80% of the plot. In addition, they showed the best leafiness values; it means that these accessions can be used as cover plants and green manure, among other usages. Similar results were reported by Fontes *et al.* (2009) when studying the potential of a group of legumes as cover, among which was *T. labialis*. These authors indicated that it was the most adequate species to be used as living cover in citrus fruit plantations, in correspondence with the emergence percentage, covered area and height.

The accessions that formed groups I and V had an average performance; the former showed the highest affectations by pests and diseases, and the latter showed low values of vigor and cover. However, this did not affect yield, because in the two groups the value of that indicator was acceptable.

It should be emphasized that in these two groups the two accessions of *T. uncinatus* were found, which had an acceptable performance, although it is not one of the most widespread species in the different livestock production zones of the country (Olivera *et al.*, 2008; Toral *et al.*, 2009).

The accession CIAT-4994 (group VI) showed similarities with groups I and V, but it did not influence the total biomass yield per cutting;



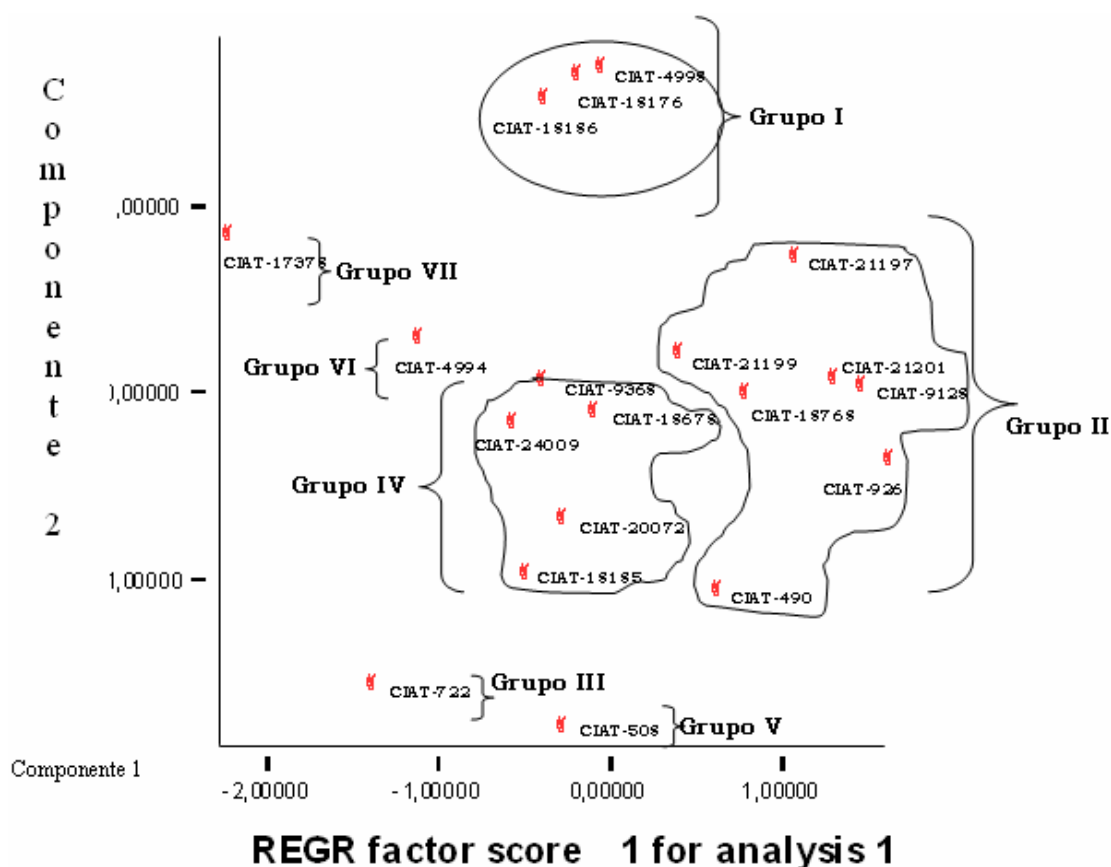


Figura 1. Agrupación de las accesiones de la colección de *Teramnus* spp.  
Figure 1. Grouping of the accessions of the *Teramnus* spp. collection.

siones de *T. labialis*, se destacaron CIAT-926, CIAT-21197 y CIAT-9128 por tener la mayor altura (tabla 3) y mejores valores de cobertura (valor 4 en la escala), lo que equivale a que cubrieron más del 80% de la parcela. Además, mostraron los mejores valores de hojosis; ello significa que estas accesiones se pueden emplear como plantas de cobertura y abono verde, entre otros usos. Resultados similares fueron reportados por Fontes *et al.* (2009) cuando estudiaron las potencialidades de un grupo de leguminosas como cobertura, entre las que se encontraba *T. labialis*. Estos autores indicaron que fue la especie más adecuada para usarla como cobertura viva en plantaciones cítricas, en correspondencia con el porcentaje de emergencia, el área cubierta y la altura.

Las accesiones que formaron los grupos I y V mostraron un comportamiento medio;

during the evaluation period neither irrigation nor fertilization was used and the climatic conditions were normal for each season (table 1).

The accession belonging to group III and that of group VII showed lower values in the studied indicators (table 3); this means that they were remarkably affected by management and edaphoclimatic conditions, for which future studies of the varietal flow are not necessary.

It is concluded that there was an acceptable performance of the accessions and those in group II stood out, especially *T. labialis* CIAT-926, CIAT-21197 and CIAT-9128, for which it would be advisable to insert them in the varietal flow and compare them to commercial accessions.

--End of the English version--

Tabla 3. Matriz de datos de la colección de *Teramnus* spp.Table 3. Data matrix of the *Teramnus* spp. collection.

Accesión	Altura	Hojosidad	Vigor	Cobertura	Plagas	Enfermedades	Rendimiento
Grupo I							
CIAT-4998	8,7	3,1	3,1	4,1	2,26	16,94	2,78
CIAT-18176	14,1	2,9	2,5	2,6	2,25	17,26	3,74
CIAT-18186	6,2	2,7	2,6	3,5	2,46	13,09	3,27
Grupo II							
CIAT-21199	11,2	3,5	3,1	3,9	1,13	14,56	3,64
CIAT-21197	18,1	3,9	3,5	4,5	1,04	18,44	4,45
CIAT-21201	14,5	4,4	4,1	4,8	1,09	10,71	3,47
CIAT-9128	17,7	4,0	3,9	4,9	1,00	10,09	4,55
CIAT- 490	11,0	3,5	3,4	3,7	0,61	7,72	3,71
CIAT-18768	11,6	3,3	3,6	4,4	1,04	11,59	4,48
CIAT-926	20,1	4,0	3,9	4,9	0,80	8,31	4,56
Grupo III							
CIAT-722	4,3	1,7	1,8	2,2	0,63	11,29	0,96
Grupo IV							
CIAT-9368	6,8	2,6	2,9	3,8	0,96	19,06	2,32
CIAT-18678	9,0	3,4	2,9	3,8	0,98	16,34	1,85
CIAT-24009	9,1	2,9	2,5	3,2	0,88	19,32	1,47
CIAT-20072	7,6	2,9	2,9	3,4	0,95	11,59	1,76
CIAT-18185	4,4	2,5	2,9	3,6	0,64	13,38	1,82
Grupo V							
CIAT-508	13,3	2,6	1,9	1,7	0,70	2,68	3,46
Grupo VI							
CIAT-4994	9,2	1,9	1,9	2,0	0,73	27,24	3,34
Grupo VII							
CIAT-17378	3,4	1,6	1,1	1,3	1,91	22,31	0,48

el primero manifestó las mayores afectaciones por plagas y enfermedades, y el segundo valores bajos del vigor y la cobertura. Sin embargo, ello no afectó el rendimiento, ya que en los dos grupos el valor de ese indicador fue aceptable.

Se debe destacar que en estos dos grupos se encontraron las dos accesiones de *T. uncinatus*, las cuales se comportaron de manera aceptable a pesar de que no es una de las especies más difundidas en las diferentes zonas ganaderas del país (Olivera *et al.*, 2008; Toral *et al.*, 2009).

La accesión CIAT-4994 (grupo VI) mostró semejanza con los grupos I y V, pero esto no influyó en el rendimiento de biomasa total por corte; es de señalar que durante el período de evaluación no se utilizó riego ni fertilización y que las condiciones climáticas fueron normales para cada época (tabla 1).

La accesión perteneciente al grupo III y la del grupo VII mostraron valores más bajos en los indicadores estudiados (tabla 3); ello significa que se afectaron notablemente por las condiciones de manejo y edafoclimáticas, por lo que no son necesarios futuros estudios del flujo varietal.

Se concluye que hubo un comportamiento aceptable de las accesiones y sobresalieron las del grupo II, principalmente *T. labialis* CIAT-926, CIAT-21197 y CIAT-9128, por lo que sería recomendable insertarlas en el flujo varietal y compararlas con las accesiones comerciales.

### Referencias bibliográficas

Fontes, Dayamí *et al.* 2009. Selección de leguminosas herbáceas para el fomento de cobertura en plantaciones de naranja Valencia late. *Pastos y Forrajes*. 32 (1):39

- Gómez, I. *et al.* 2006. Selección de accesiones de leguminosas forrajeras en el Valle del Cauto. *Pastos y Forrajes*. 29 (3):237
- Gómez, I. *et al.* 2007. Efecto del estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de *Teramnus labialis*. *Pastos y Forrajes*. 30:213
- Hernández, A. *et al.* 2003. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba
- López, R.C. *et al.* 2002. Efectividad de cepas nativas de *Rhizobium* de un suelo Vertisol en la nodulación de leguminosas pratenses tropicales. *Pastos y Forrajes*. 25:93
- Machado, R. *et al.* 1997. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 35 p. (Mimeo)
- Machado, R. & Olivera, Yuseika. 2008. Caracterización morfológica de una colección de *Teramnus* spp. *Pastos y Forrajes*. 31:119
- Milera, Milagros. 1996. Efecto de un banco de proteína de *Teramnus labialis* sobre la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 19 (2):177
- Oliveira, F.L. de & Manhaes, S. 2003. Establecimiento de leguminosas forrageiras tropicais na sombra. *Pasturas Tropicais*. 25 (3):13
- Olivera, Yuseika *et al.* 2005. Evaluación de una colección de *Centrosema* spp. en un suelo ácido. *Pastos y Forrajes*. 28 (2):99
- Olivera, Yuseika *et al.* 2008. Colecta de leguminosas forrajeras en tres provincias orientales de Cuba. *Pastos y Forrajes*. 31 (1):25
- Olivera, Yuseika *et al.* 2010. Caracterización morfobotánica de accesiones de la especie *Cynodon dactylon*. *Pastos y Forrajes*. 33 (2):157
- Olivera, Yuseika & Olivares, J. 2009. Evaluación y selección de accesiones en una colección de *Teramnus* spp. Etapa de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 32 (2):119
- Toral, Odalys *et al.* 2009. Informe final del proyecto "Colecta, caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos multipropósitos en el uso eficiente de la biodiversidad en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo)

Recibido el 22 de noviembre del 2010

Aceptado el 20 de diciembre del 2010