

Evaluación de una colección de *Centrosema* spp en un suelo ácido

Evaluation of *Centrosema* spp collection in an acid soil

Yuseika Olivera¹, R. Machado¹, J. Ramírez² y Bárbara Cepero²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: yuseika@indio.atenas.inf.cu

²Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Cascajal", Cuba

Resumen

En un suelo ácido (pH 4,9) se estudió durante dos años una colección de *Centrosema* spp, con el objetivo de evaluar y seleccionar en la primera fase las accesiones más sobresalientes de este germoplasma. Mediante el análisis de componentes principales (ACP) se constató la existencia de un 85,3% de variabilidad total, sobre la base de: altura de la planta, hojiosidad, cobertura, vigor, plagas, enfermedades, virus y rendimiento. A través del análisis de conglomerado se formaron cinco grupos, entre los que sobresalieron el I, el II y el V (con 11, tres y dos accesiones, respectivamente). Entre estas se destacaron *C. pubescens* CIAT-5151, PII-89 y CIAT-476. Se concluye que, de manera general, hubo un comportamiento pobre de la colección, ya que solo el 45% (23 accesiones) del total (51 accesiones) lograron llegar al final del período experimental, y que de estas las mejores fueron las mencionadas anteriormente. Se recomienda que para incrementar el espectro varietal para estas condiciones (suelos ácidos), se realicen prospecciones nacionales e introducciones foráneas, además de seguir estudiando, en fases más avanzadas de evaluación y en los estudios complementarios del flujo varietal, las accesiones que más sobresalieron (*C. pubescens* CIAT-5151, PII-89 y CIAT-476).

Palabras clave: *Centrosema* spp, germoplasma, suelo ácido

Abstract

A *Centrosema* spp collection was studied during two years in an acid soil (pH 4,9) with the objective of evaluating and selecting the most outstanding accessions in the initial phase of the selection process. The analysis of principal components showed great total variability (85,3%) base on: plant height, leafiness, cover, vigor, pest, diseases, virus and yield. Through the cluster analysis five groups were formed and groups I, II and V stood out (with 11, 3 and 2 accessions, respectively). The most outstanding accessions were *C. pubescens* CIAT-5151, PII-89 and CIAT-476. The collection was concluded, in general, to show a poor behaviour since that only 45% (23 accessions) of total (51 accessions) finished the experimental period. To realize national prospectations and foreign introductions is recommended in order to increase the varietal spectrum for this conditions (acid soil) and that it is necessary to study in more advanced phase of selection process the most outstanding accessions (*C. pubescens* CIAT-5151, PII-89 and CIAT-476).

Key words: *Centrosema* spp, germplasm, acid soil

Introducción

La importancia de las leguminosas forrajeras se manifiesta cada vez más, no solo en su capacidad para mejorar la producción animal, sino también en el gran potencial que tienen para con-

tribuir a la sostenibilidad de los sistemas integrados de producción agropecuaria. Poseen además la capacidad de fijar el dinitrógeno atmosférico mediante la fijación simbiótica a través de los microorganismos llamados *Rhizobium* (Cha-

morro, Gallo, Arcos y Vanegas, 1998). Entre las leguminosas de interés se encuentra el género *Centrosema*, ya que posee algunas especies que han alcanzado importancia agrícola por los beneficios que brindan, los cuales coinciden con los antes expuestos. Las especies *Centrosema pubescens*, *Centrosema brasilianum*, *Centrosema acutifolium* y *Centrosema macrocarpum* se destacan por su adaptación a los suelos ácidos (Schultze-Kraft, 1997; Rodríguez, Flores y Schultze-Kraft, 2003).

La FAO (2003) informó, como principales factores limitantes de los suelos, los siguientes: la alcalinidad, la salinidad y la acidez, entre otros. En Cuba los suelos también están afectados por estas limitantes y con relación a la acidez, estos representan aproximadamente el 30% de los destinados a la ganadería (Hernández, 1996); es por ello que se hace necesario la obtención de plantas que se adapten, se desarrollen y produzcan en las condiciones estresantes de acidez.

El objetivo de este trabajo fue evaluar y hacer una selección inicial de una amplia colección de *Centrosema spp*, en las condiciones de un suelo con pH 4,9.

Materiales y Métodos

Suelo. El ensayo se realizó en áreas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Cascajal", en el municipio de Cascajal, provincia de Villa Clara, en un suelo Alítico (Hernández et al., 1999). Este suelo se caracteriza por presentar un pH ácido (4,9), así como bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo asimilable (tabla 1).

Procedimiento experimental. Para la preparación del suelo se utilizó el método convencional, consistente en arado, pase de grada, cruce

y surcado. Se utilizaron parcelas de 3,0 x 1,0 m, sin réplicas, con separación de las calles de 1,50 m. La plantación se realizó en dos hileras separadas a 0,70 m, con una distancia de 0,60 m entre plantas. Durante el período experimental no se utilizó riego ni fertilización.

Tratamientos. La colección evaluada estuvo formada por 51 accesiones de diferentes especies. En la tabla 2 se indican las especies y las accesiones estudiadas.

Mediciones. Para la realización de las mediciones y estimaciones durante el período experimental se utilizó la metodología aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos, propuesta por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (Machado, Seguí y Alonso, 1997). Durante esta etapa 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. Además, se estimaron la hojiosidad, el vigor, la cobertura, las afectaciones por plagas, enfermedades y virus, así como el rendimiento de biomasa. Se realizó un corte de homogeneización, aproximadamente a los 30 y 50 días (en las épocas de lluvia y seca, respectivamente) antes del corte de evaluación.

Análisis matemático. Para determinar la variabilidad en la colección 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 utilizó el análisis de clasificación automática (Cluster analysis). Previamente se estandarizaron dichos valores, de forma tal que todos tuvieran el mismo peso específico en la formación de las

Tabla 1. Características químicas del suelo.

pH (H ₂ O)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo asimilable (ppm)	Cationes intercambiables (cmol kg ⁻¹)			
				Ca	Mg	Na	K
4,9	2,50	0,4	13	3,05	1,20	0,40	0,09

Tabla 2. Especies y accesiones estudiadas.

Especie	Cantidad de accesiones	Nombre de la accesiones
<i>C. pubescens</i>	32	IH-129, CIAT-412, CIAT-5151, CIAT-423, CIAT-5033, CIAT-5142, CIAT-5158, CIAT-475, CIAT-1994, CIAT-5155, CIAT-5059, CIAT-5044, CIAT-5169, CIAT-5188, CIAT-5172, CIAT-482, CIAT-442, CIAT-476, CIAT-404, CIAT-5144, CIAT-438, CIAT-412, PII-89, CIAT-493, CIAT-5002, CIAT-5281, Baracutey, IH-140, clave 0080, clave 0067, clave 0075, clave 0060
<i>C. brasilianum</i>	4	55692, CIAT-5234, CIAT-5178, N° 1
<i>C. plumieri</i>	11	Colera, PI-90, PII-84, PI-16, clave 0046, clave 0091, clave 0024, clave 0073, clave 0092, clave 0028, clave 0069
<i>C. schottii</i>	1	55705
<i>C. acutifolium</i>	1	CIAT-5112
<i>C. virginianum</i>	1	CIAT-478
<i>C. sp</i>	1	-

clases o grupos. Los análisis se realizaron con la utilización del paquete estadístico SPSS versión 10.0.

Resultados

En la tabla 3 se observan los resultados del ACP. La variabilidad total acumulada fue de 85,3% en las tres primeras componentes. En la CP1 los indicadores que mejor explicaron la varianza extraída (52,5%) fueron la hojiosidad, el vigor, la altura de la planta, la cobertura, las afectaciones por virus y, de cierto modo, el rendimiento; este último mantuvo una fuerte contribución en la tercera componente. Todos estuvieron relacionados positivamente entre sí.

La segunda componente extrajo un 19,8% y en su formación contribuyeron, principalmente, las afectaciones por plagas y enfermedades, que tuvieron una relación inversa entre ellas; además, este último indicador mostró una fuerte contribución en la tercera componente. La última componente se explicó principalmente por las afectaciones por enfermedades y el rendimiento, y sólo explicó un 13,1% de la varianza total acumulada.

Al realizar la agrupación de los tratamientos a través del análisis de clasificación automática, se formaron cinco grupos. En la tabla 4 se muestra la contribución de las variables a la forma-

ción de estos; mientras que las accesiones pertenecientes a cada uno de ellos se relacionan en la tabla 5.

Hubo tres grupos (I, II y V) que mostraron un 75% de contribución positiva, con valores muy similares entre sí en cuanto a los indicadores altura de la planta, hojiosidad, cobertura, afectaciones por plagas, enfermedades y virus; sin embargo, los grupos I y V presentaron los mejores rendimientos al compararlos con los restantes, excepto con *C. brasilianum* CIAT-5178 (grupo III), que a pesar de haber sido el de menor contribución, fue la accesión con mayor rendimiento, pero con los valores más desfavorables en los restantes indicadores medidos y estimados.

El grupo IV, con un comportamiento de medio a bajo, fue el único en que sus accesiones no tuvieron rendimiento durante el período de explotación.

Discusión

Al analizar los resultados se observó el pobre crecimiento y desarrollo de las accesiones de la colección de *Centrosema* para las condiciones edafoclimáticas donde se realizó la investigación, ya que del total de la colección (51 accesiones, tabla 2) solamente el 45% (23 accesiones) lograron sobrevivir en este ambiente. Sin embar-

Tabla 3. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza.

Indicador	Componente principal		
	CP1	CP2	CP3
Altura	0,896	0,284	-0,003
Hojosidad	0,920	-0,245	-0,253
Cobertura	0,916	-0,221	-0,258
Vigor	0,936	-0,201	-0,241
Plagas	0,253	0,899	0,004
Enfermedades	0,291	-0,608	0,601
Virus	0,659	0,409	0,380
Rendimiento	0,505	0,008	0,592
Valor propio	4,20	1,58	1,05
Varianza (%)	52,5	19,8	13,1
Varianza acumulada (%)	52,5	72,3	85,3

Tabla 4. Contribución de las variables a la formación de los grupos.

Grupo	Alt	Hoj	Cob	Vig	Plag	Enf	Vir	Rdto	+
I	22,4	4	4	4	0,60	30,2	21,1	2,22	75
II	20,3	4	4	4	0,25	37,9	14	0,39	75
III	15,7	2	2	2	0,30	43,5	17,7	3,4	25
IV	16,2	3	3	3	0,42	23,6	7,5	0	37,5
V	19,0	5	5	4	0,42	24,0	15,9	1,87	7,5
x poblacional	16,7	4	4	3	0,40	31,8	15,2	1,56	-

Leyenda: Alt: Altura de la planta (cm), Hoj: Hojidad (escala), Cob: Cobertura (escala), Vig: Vigor (escala), Plag: Plagas (%), Enf: Enfermedades (%), Vir: Virus (%), Rdto: Rendimiento (t MS/ha/corte)

Tabla 5. Acciones pertenecientes a cada grupo formado.

Grupo	Cantidad de acciones	Nombre de las acciones
I	11	<i>C. pubescens</i> (CIAT-476, CIAT-493, PII-89, CIAT-5059, CIAT-5169, CIAT-5188, CIAT-5151, clave 0075), <i>C. brasilianum</i> (N° 1), <i>C. virginianum</i> (CIAT-478), <i>C. plumieri</i> (PII-84)
II	3	<i>C. pubescens</i> (CIAT-475, CIAT-5172, CIAT-5044)
III	1	<i>C. brasilianum</i> (CIAT-5178)
IV	6	<i>C. plumieri</i> (PI-90, Colera), <i>C. pubescens</i> (CIAT-5033, CIAT-423, CIAT-5155, clave 0092)
V	2	<i>C. pubescens</i> (Baracutey, CIAT-5144)

go, Schultze-Kraft (1997) indicó que existen 60 especies de *Centrosema* que poseen buen comportamiento y tolerancia a suelos ácidos; se destacan por su adaptación y alta potencialidad agronómica: *C. acutifolium*, *C. brasilianum* y

C. macrocarpum, lo cual refuerza el criterio de que se necesitan más acciones de dichas especies para evaluarlas en estas condiciones. También en el trabajo realizado por este autor sobresalen otras especies que, a pesar de adap-

tarse a esta limitante, se pueden desarrollar en otros tipos de suelos y mostrar un aceptable potencial productivo; entre estas se mencionan *C. pubescens*, *C. arenarium* y *C. brachypodum*. Con lo expresado anteriormente coinciden Ghisi, Veasey, Mecelis y Utsuk (1999) y Gómez (2004), quienes indicaron el buen comportamiento de especies como *C. pubescens*, *C. acutifolium*, *C. grandiflorum*, *C. macrocarpum* y *C. virginianum* al ser estudiadas en un suelo con pH 4,1 y en otro ligeramente alcalino, respectivamente.

La variabilidad mostrada por las accesiones a través de los indicadores medidos y estimados (tabla 3) puede considerarse alta, si se relaciona con la alcanzada por otro grupo de accesiones de este mismo género que fue sometido a pastoreo simulado y asociado a *Andropogon gayanus* CIAT-621 (Machado, 1999). Esta respuesta pudo estar influida por la heterogeneidad del material evaluado, ya que la colección estuvo compuesta por accesiones de las especies *C. pubescens*, *C. brasilianum*, *C. virginianum* y *C. plumieri*; mientras que la colección estudiada por el autor antes citado estuvo formada principalmente por *C. pubescens*. Además, pudieron influir otros elementos relacionados con las condiciones edafoclimáticas y el manejo.

En el ACP se comprobó que la variabilidad en el presente trabajo estuvo bien distribuida, ya que el valor propio para la segunda y la tercera componente (19,8 y 13,1% de la varianza total) fue superior a 1, índice aceptable para que la variabilidad y los indicadores mejor relacionados con ella se tomen en consideración en correspondencia con este tipo de análisis (Philippeau, 1986). Por tales razones todos los indicadores fueron incluidos en la agrupación de estas accesiones, cuyos resultados se discutirán con posterioridad.

También se pudo comprobar en la primera componente la fuerte relación entre las variables altura, hojiosidad, cobertura, vigor, afectaciones por virus y rendimiento, las cuales se relacionaron positivamente entre sí.

Las afectaciones por plagas y por enfermedades (componente 2) fueron ligeras; estos indicadores se comportaron entre inmune y tole-

rante, respectivamente, por lo que pueden ubicarse en un umbral bajo en este ambiente durante el período experimental. En este sentido, Lenné, Sonoda y Lapointe (1997) señalaron que los daños por plagas y enfermedades varían según el ambiente en que se realicen los estudios.

El análisis de clasificación automática ha sido muy utilizado en los últimos años para establecer grupos de especies o accesiones con características agronómicas semejantes (Linares, Acosta y Sistach, 1986). A partir de este análisis (tablas 4 y 5) se comprobó la superioridad de las accesiones pertenecientes a los grupos I, II y V, las cuales presentaron un mayor número de variables con valores positivos en correspondencia con los indicadores utilizados en el estudio.

Entre las accesiones que formaron estos grupos se encuentran algunas que sobresalieron en otros estudios, en diferentes condiciones de manejo y ambiente. Con relación a ello están los resultados expuestos por Martín (1995), quien indicó que las accesiones CIAT-5151, PII-89, CIAT-423 e IH-129 fueron seleccionadas como promisorias para un suelo Ferralítico Rojo. Sin embargo, las dos últimas accesiones no sobresalieron en las condiciones imperantes en las áreas de Cascajal (suelo ácido), y la IH-129 no fue capaz de sobrevivir al período de establecimiento, a pesar de que otros autores han obtenido buenos resultados con ella (Martín y Suárez, 1993; Martín, 1995; Machado, 1999a), lo que demuestra que no todas las accesiones poseen la misma capacidad de adaptación, aunque pertenezcan a la misma especie.

También Machado (1999a) obtuvo resultados alentadores en las accesiones mencionadas con anterioridad, incluyendo la CIAT-476, cuando fueron estudiadas en asociación con *A. gayanus* CIAT-621 durante el establecimiento. El buen comportamiento de estas accesiones estudiadas en diferentes condiciones de manejo demuestra su buen índice de estabilidad.

Entre las especies que no se establecieron se encuentra *C. acutifolium* CIAT-5112; ese comportamiento era de esperar, ya que dicha especie ha mostrado un pobre desarrollo y crecimiento en otros ambientes con características más fa-

vorables y en otras condiciones de manejo (Martín y Suárez, 1993; Pizarro y Carvalho, 1996). Sin embargo, esta respuesta contrasta con la encontrada en las áreas tropicales centroamericanas, en la que se ha considerado a esta accesión con una excelente adaptación, sobre todo en los ecosistemas de bosque, según lo indicado por Argel, Peralta y Pizarro (1997).

Por otra parte, la accesión *C. brasilianum* CIAT-5178 mostró el rendimiento más alto por corte; sin embargo, en los restantes indicadores los resultados estuvieron por debajo de la media poblacional, por lo que sería factible realizar estudios de mejora genética para incrementar, en parte, la resistencia y desarrollo en este ambiente.

De acuerdo con los resultados se concluye que se hace necesario la búsqueda de nuevas accesiones de *Centrosema* que tengan la capacidad de adaptarse a las condiciones de suelos ácidos, ya que de 51 accesiones que formaron la colección, solamente pudieron llegar al final del período de explotación 23, de las cuales sobresalieron las de los grupos I, II y V. Entre ellas se destacaron *C. pubescens* CIAT-5151, PII-89 y CIAT-476.

Se recomienda que, con el fin de incrementar y obtener un mayor espectro varietal para estas condiciones, se realicen prospecciones nacionales y foráneas, además de seguir estudiando en fases más profundas de evaluación y en los estudios complementarios del flujo varietal las accesiones más sobresalientes (*C. pubescens* CIAT-5151, PII-89 y CIAT-476).

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la colaboración de los técnicos Belkis León (EPPF "Indio Hatuey") y Xiomara Salazar (EPPF "Cascajal"), por el buen desempeño en la atención, toma de datos y procesamiento de estos durante el período de estudio.

Referencias bibliográficas

Argel, P.J.; Peralta, A. & Pizarro, E.A. 1997. Experiencia regional con *Centrosema*: América Central y México. En: *Centrosema*: Biología, agronomía y utilización. (Eds. R. Schultze-Kraft, R.J. Clements y

- G. Keller-Grein). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ). Colombia. p. 427
- Chamorro, D.R.; Gallo, J.E.; Arcos, J.C. & Vanegas, M.A. 1998. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agro zootécnicas para ganaderías del trópico bajo. Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación "Nataima", El Espinal, Tolima, Colombia. p. 51
- FAO. 2003. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. FAO, Roma. 220 p.
- Ghisi, O.M.; Veasey, E.A.; Mecelis, N.R. & Otsuk, I.P. 1999. Avaliação agronomica de acessos de *Centrosema* em Sao Paulo, Brasil. *Pasturas Tropicais*. 21 (1):50
- Gómez, I. 2004. Selección regional de pastos y uso de alternativas para su establecimiento a bajo costo en el Valle del Cauto. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 98 p.
- Hernández, A. et al. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR-Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández, Marta. 1996. Los suelos ganaderos de Cuba. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 18 p. (Mimeo)
- Lenné, J.M.; Sonoda, R.M. & Lapointe, S.L. 1997. Enfermedades y plagas de *Centrosema*. En: *Centrosema*: Biología, agronomía y utilización. (Eds. R. Schultze-Kraft, R.J. Clements y G. Keller-Grein). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ). Colombia. p. 201
- Linares, Gladys; Acosta, Liliam & Sistach, Viviam. 1986. Estadística multivariada. (Ed. Gladys Linares). Universidad de La Habana, Cuba. 319 p.
- Machado, R. 1999. Selección de germoplasma de *Centrosema* spp bajo condiciones de pastoreo simulado. *Pastos y Forrajes*. 22:307
- Machado, R. 1999a. Comportamiento de accesiones de *Centrosema* spp asociadas a *Andropogon gayanus* CIAT-621 durante la etapa de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 22:17
- Machado, R.; Seguí, Esperanza & Alonso, O. 1997. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 35 p. (Mimeo)
- Martín, G. 1995. Selección de cultivares promisorios de *Centrosema* spp bajo corte. *Pastos y Forrajes*. 18:121

- Martín, G. & Suárez, Belkis. 1993. Selección de cultivares de *Centrosema* spp con pastoreo simulado. *Pastos y Forrajes*. 16:113
- Oliveira, F.L. de & Manhaes, S. 2003. Establecimiento de leguminosas forrageiras tropicais na sombra. *Pasturas Tropicales*. 25 (3):13
- Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse in composants principales. Service des Etudes Statistiques. ITCF. Lusignan, France. p. 4
- Pizarro, E.A. & Carvalho, M.A. 1996. Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras en el cerrado brasileño: *Centrosema* spp y *Desmodium* spp. *Pasturas Tropicales*. 13 (2):14
- Rodríguez, Iraida; Flores, A. & Schultze-Kraft, R. 2003. Potencial agronómico de *Centrosema pubescens* en condiciones de sabana bien drenada del estado Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 21 (2):197
- Schultze-Kraft, R. 1997. Especies de *Centrosema* para suelos ácidos. En: *Centrosema: Biología, agronomía y utilización*. (Eds. R. Schultze-Kraft; R.J. Clements y G. Keller-Grein). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ). Colombia. p. 113

Recibido el 12 de octubre del 2004

Aceptado el 30 de marzo del 2005

Suscríbese a la revista *Pastos y Forrajes* mediante transferencia bancaria a través de:

BANCO FINANCIERO INTERNACIONAL

Cuenta: Ministerio de Educación Superior No. 026592

Dirección: Calle 25 entre L y M

Vedado. Ciudad de La Habana, Cuba

Precio de la suscripción anual (4 números): \$60.00 USD

Por favor, cuando envíe la transferencia comuníquelo a:

Dra. Marta Hernández Chavez, E-mail: marta@indio.atenas.inf.cu

Lic. Alicia Ojeda González, E-mail: AOfjeda@indio.atenas.inf.cu

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES “INDIO HATUEY”**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PASTOS Y FORRAJES****Resumen de Tesis**

Título: Efectos de tratamientos de hidratación-deshidratación y de choque ácido sobre la germinación y emergencia en *Leucaena leucocephala*

Autor: Ing. Jorge Reino Molina

Se investigaron, por primera vez en Cuba, los efectos de los tratamientos de hidratación-deshidratación en la respuesta germinativa y el vigor de las plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, leguminosa arbórea de interés forrajero muy usada en los sistemas silvopastoriles, de difícil adaptación a las condiciones de suelo ácido que abundan en la ganadería cubana. Estos tratamientos han probado ser eficientes para revigorizar semillas envejecidas y frescas, acelerar y sincronizar la germinación, así como aumentar los rendimientos de los cultivos en diferentes condiciones ecológicas. El objetivo fundamental de este estudio fue la estandarización de estos tratamientos y el de choque ácido. La efectividad de dichos procedimientos se determinó en semillas envejecidas (18 años de cosechadas) y frescas, sembradas a temperatura subóptima para la germinación. Los ensayos de germinación con los tratamientos robustecedores (hídricos y de choque ácido) se realizaron en condiciones de estrés calórico y sustrato ácido (pruebas de laboratorio), y las pruebas de vigor de las plántulas en condiciones de vivero en suelo neutro y ácido. Previamente a los tratamientos de hidratación-deshidratación se determinó el rango óptimo de temperatura para la germinación de este cultivar (25-30°C), así como el patrón de imbibición de las semillas. Las simientes frescas presentaron un patrón trifásico de absorción de agua cuando se eliminó la dormancia innata (con escarificación térmica) que presentan por impermeabilidad de la cubierta al agua y a los gases; no ocurrió así en las semillas envejecidas. Los tratamientos de hidratación-deshidratación fueron adecuados para revigorizar semillas frescas, con incrementos de la germinación en condiciones de estrés calórico, y los mejores resultados para incrementar la termotolerancia se alcanzaron con la hidratación parcial de las semillas en agua hasta dos horas antes de la germinación visible (28 horas); mientras que en las semillas envejecidas los mejores efectos se alcanzaron con cortos períodos de hidratación (2 y 4 horas) y no produjeron incrementos de la termotolerancia. Además, los tratamientos de hidratación-deshidratación, de choque ácido y la combinación de éstos son efectivos para mejorar la germinación, la emergencia y el vigor de las plántulas en sustrato ácido. También existió una correlación positiva entre el porcentaje de germinación final en condiciones de laboratorio y las condiciones de estrés (calórico y ácido) y el porcentaje de emergencia de las plántulas en vivero (para suelo neutro y ácido, respectivamente).