

GERMINACIÓN DE VARIEDADES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR PARA SELECCIÓN CON FINES FORRAJEROS EN VENEZUELA

July Urdaneta¹
Carlos Ruiz-Silvera²
Wendy Medina³

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la finca Don Rafael y en la Fundación Danac, dos localidades del estado Yaracuy, Venezuela, con el objetivo de determinar la germinación y la estabilidad en variedades experimentales de caña de azúcar para selección con fines forrajeros. Se estimó la germinación de diez variedades experimentales y cuatro variedades comerciales, a 30 y 45 días después de la siembra (dds), y la estabilidad de la germinación se determinó mediante la comparación entre las zonas de los valores de germinación de las variedades. Las variedades experimentales de caña de azúcar mostraron valores de germinación comparables con las comerciales. En ambas zonas los mayores valores de germinación se obtuvieron a 45 dds (52,2% en Don Rafael y 62,6% en Danac). La variedad V99-8 mostró altos valores de germinación (42,9% a 30 dds y 56,4% a 45 dds) y el mayor grado de estabilidad entre los materiales experimentales.

Palabras claves: *Saccharum* spp.; caña de azúcar; variedades forrajeras; germinación; estabilidad de cultivares.

Recibido: 16/06/06. Aceptado: 17/10/06

¹INIA Yaracuy, Apartado Postal 110, San Felipe, Venezuela, telefax 0254-2311136, e-mail: jurdaneta@inia.gob.ve

²Fundación Polar, San Felipe, Venezuela, e-mail: carlos.ruiz@fpolar.org.ve

³Ejercicio libre de su profesión.

GERMINATION AND STABILITY RESPONSES OF EXPERIMENTAL SUGARCANE VARIETIES FOR SCREENING TO FORAGE CROPS USE IN VENEZUELA

ABSTRACT

Research was conducted in Don Rafael farm and Danac Foundation, two places in Yaracuy State, Venezuela, to determine germination and stability responses of experimental sugarcane varieties for screening to forages crops use. Germination percentage of ten experimental and four commercial varieties at 30 and 45 days after planting (dap) was determined. Germination stability was determined by mean of germination differences between places. Experimental varieties showed comparative germination levels with comercial varieties. In the two places the highest germination values were obtained at 45 dap (52,2% average in Don Rafael and 62,6% average in Danac). V99-8 was the variety with the best germination average (42,9% at 30 dap y 56,6% at 45 dap) and showed the best stability performance between experimental varieties. Key words: *Saccharum* spp.; sugarcane; forage varieties; germination; cultivar stability.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es una especie de alta productividad, considerada como el cultivo con mayor potencial de producción de biomasa por unidad de área (hasta 397 t/MS/ha⁻¹), aún en condiciones de baja aplicación de insumos, y es una fuente potencial de energía y fibra para la alimentación animal (Cesnik, 1975; Molina, 1995).

Las evaluaciones agronómicas en las fases iniciales del desarrollo de las especies con potencial forrajero, tienen como objetivo determinar la respuesta de los materiales a diferentes condiciones de clima, suelo, manejo agronómico y de incidencia de plagas, las cuales pueden afectar el potencial productivo de un cultivar, la capacidad de adaptación y

de regeneración, y la persistencia después del corte o pastoreo (Santillán, 1993).

Se cree que la germinación de la semilla forma parte del proceso inicial, que implica la reactivación del crecimiento del embrión y su continuo desarrollo hasta producir una planta potencialmente independiente. Sin embargo, en caña de azúcar la germinación se refiere al grado de brotación de las yemas de los esquejes plantados (Gómez, 1983; Silva, 1995). Se considera que la germinación presenta una alta correlación con la producción de caña por hectárea (Ramón y Madero, 2002) por lo que se considera esta fase una de las más importantes del ciclo del cultivo, sin embargo, en variedades de caña de azúcar como forraje es una condición que garantiza una acelerada cobertura del suelo y por lo tanto, la reducción de la competencia de las malezas con el cultivo (Mateus, 1997; Santillán, 1993).

En la América tropical y el Caribe es escasa la oferta de variedades de caña de azúcar con características forrajeras deseables, apoyadas en estudios de adaptación como cultivares forrajeros. Este trabajo se realizó con el objetivo de comparar la germinación y estabilidad en variedades experimentales de caña de azúcar en dos zonas del estado Yaracuy para selección con fines forrajeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El trabajo se realizó en dos zonas del estado Yaracuy: finca Don Rafael (zona Don Rafael), ubicada en el sector Agua Blanca, del municipio La Trinidad, con una precipitación media anual de 1.322 mm distribuidos bimodalmente, temperatura media anual de 25,1°C (Zérega, 2003), y en el Campo Experimental de la Fundación para la Investigación Agrícola Danac (zona Danac), en el sector San Javier-Guarataro, del municipio San Felipe, con una precipitación media anual de 1.296 mm distribuidos bimodalmente y temperatura media anual de 27,1°C (Torres y Madero, 1999). Las condiciones de suelo para ambas zonas se pre-

sentan en el Cuadro 1. En la zona Danac los suelos presentan problemas de inundación en época de lluvias por baja infiltración y mal drenaje interno.

Cuadro 1. Fertilidad del suelo en las dos zonas de Yaracuy donde se sembraron las variedades de caña de azúcar.

Características	Don Rafael	Danac
	Valor	
Textura	Fa	Fa
Fósforo (mg/kg)	No detectado	5,00
Calcio (mg/kg)	321,00	524,00
Potasio (mg/kg)	84,00	124,00
Materia orgánica (%)	0,73	2,10
Cond. eléctrica (dS/m)	0,04	0,06
pH	5,80	5,90

Variedades de caña de azúcar evaluadas

Se evaluaron las variedades experimentales: V90-14, V99-6, V99-8, V99-23, V99-250, V99-258, V99-260, V99-261, V99-262 y V99-263, seleccionadas por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar del INIA Yaracuy, y cuatro variedades comerciales: V71-39, My55-14, PR69-632 y PR69-2176, utilizadas como testigos.

Siembra y manejo de las variedades

La siembra de los materiales se realizó en la localidad Don Rafael, el 23 de julio del 2003 y el 24 de septiembre del 2003 en la zona Danac. Se sembraron parcelas de tres hilos de 3 m de longitud cada uno, separados a 1,5 m entre sí. En cada hilo se colocaron 60 yemas para un total de 180 yemas por variedad por parcela.

La fertilización se realizó en forma fraccionada: todo el P y la mitad del N y el K al momento de la siembra y el resto a 45 días después de la siembra (dds). En cada parcela se aplicó el equivalente a 180 kg.ha⁻¹ de N₂, 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 240 kg.ha⁻¹ de K₂O.

Se realizó un control inicial de malezas en postemergencia temprana, aplicando el equivalente a kg/ha^{-1} de 3 kg de ametrina + triazina (500 g i.a./l), 2 l de amina del 2,4-D (720 g i.a./l) y 400 ml de surfactante, disueltos en 200 l de agua. En la zona Danac se aplicó un riego semanal durante las primeras ocho semanas de crecimiento del cultivo.

Estimación de la germinación y la estabilidad de las variedades

La germinación se estimó por conteo de los brotes primarios de cada variedad por parcela a los 30 y 45 dds, expresados en porcentaje (Silva, 1995). Para evaluar la germinación en cada zona se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con 14 variedades, tres bloques y tres repeticiones por bloque.

La estabilidad de la germinación en las variedades se determinó mediante la comparación por variedad de los valores promedio de germinación entre las zonas Don Rafael y Danac. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones bajo un arreglo factorial de 2×14 (2 zonas con 14 variedades).

Análisis estadístico de los datos

Los datos se transformaron como *arcosen* del valor de germinación en porcentaje para reducir la heterogeneidad de la varianza y comprobar los supuestos de normalidad y homogeneidad. El procesamiento de los datos se realizó a través de un análisis de varianza y para la separación entre las medias se utilizó la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1986) mediante la utilización del programa estadístico SAS (SAS, 1999-2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación de las variedades

En las dos zonas evaluadas los mayores valores de germinación se obtuvieron a 45 dds (52,2% en Don Rafael y 62,6% en Danac). En Don Rafael se detectaron diferencias estadísticas entre las variedades, a

30 dds ($P < 0,05$) y a 45 dds ($P < 0,01$). Los mayores valores de germinación para los dos períodos los mostraron las variedades: V99-6, V99-8 y PR61-632, expresando diferencias estadísticas con las variedades: V99-263 y My55-14, que presentaron los porcentajes de germinación más bajos, mientras que para la zona Danac no se detectaron diferencias estadísticas entre los valores de germinación de las variedades a 30 dds (Cuadro 2). Los mayores valores de germinación a 45 dds en esta zona se determinaron para las variedades: V99-6, V99-262 y PR61-632, sólo con diferencias estadísticas para la variedad My55-14.

Cuadro 2. Valores de germinación de variedades experimentales y comerciales de caña de azúcar en dos zonas del estado Yaracuy, Venezuela.

Variedades	Zona Don Rafael		Zona Danac	
	Germinación (%)		Germinación (%)	
	30 dds *	45 dds	30 dds	45 dds
Comerciales				
V71-39	42,3 ^{ab}	59,7 ^a	51,1 ^{ns}	68,8 ^{ab}
My55-14	27,5 ^c	40,1 ^c	47,9 ^{ns}	39,8 ^c
PR61-632	40,8 ^{ab}	57,1 ^a	48,5 ^{ns}	77,2 ^{ab}
PR69-2176	38,7 ^{abc}	47,6 ^{abc}	58,4 ^{ns}	64,5 ^{abc}
Experimentales				
V90-14	39,3 ^{ab}	54,9 ^{ab}	51,1 ^{ns}	60,6 ^{abc}
V99-6	40,4 ^{abc}	61,1 ^a	65,8 ^{ns}	79,6 ^a
V99-8	42,9 ^a	61,7 ^a	49,1 ^{ns}	51,1 ^{bc}
V99-23	34,5 ^{abc}	48,9 ^{abc}	54,9 ^{ns}	50,3 ^{bc}
V99-250	35,1 ^{abc}	52,1 ^{abc}	45,7 ^{ns}	56,3 ^{abc}
V99-258	32,5 ^{abc}	49,0 ^{abc}	50,4 ^{ns}	69,7 ^{ab}
V99-260	39,6 ^{abc}	50,6 ^{abc}	56,3 ^{ns}	63,2 ^{abc}
V99-261	34,3 ^{abc}	47,4 ^{abc}	52,7 ^{ns}	64,6 ^{abc}
V99-262	37,6 ^{abc}	59,1 ^a	62,5 ^{ns}	75,0 ^{ab}
V99-263	29,6 ^{bc}	40,8 ^{bc}	46,2 ^{ns}	55,8 ^{abc}

Valores en una misma columna, con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0,01$)
ns: sin significancia estadística

*: Valores con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Bajo condiciones de campo se ha sugerido que valores de germinación cercanos a 60%, son adecuados para catalogar materiales de caña de azúcar como satisfactorios (Ikisan, 2004; Romero *et al.*, 2002). Los valores obtenidos en el experimento a 45 dds se aproximaron a estos niveles.

El valor de germinación de un cultivar, como en este trabajo, también ofrece información para estimar con mayor precisión la cantidad de esquejes requeridos para la siembra (Permellou *et al.*, 1999) y reducir la necesidad de realizar la resiembra, que es una labor que incrementa los costos de producción de la caña de azúcar.

Los factores endógenos que determinan la diferencia de germinación de un material con otro, son: la edad del esqueje, la característica genética del cultivar y el estatus o carga de nutrientes del esqueje (Dillejwin, 1952; Rodríguez y Mendes, 1997). En este experimento las diferencias entre materiales podrían atribuirse a características genéticas y la carga de nutrientes. Esta carga de nutrientes se relaciona con los contenidos de glucosa, almidón y compuestos nitrogenados solubles en el esqueje, cuyo metabolismo puede tener efectos sobre el proceso germinativo (Dillejwin, 1952) y de esta forma, propiciar diferencias entre materiales.

Estabilidad de la germinación

A los 45 dds se detectó la presencia de interacción entre la respuesta de las variedades y las zonas (Cuadro 3). Los mayores valores de germinación en este período se presentaron en la zona Danac.

Las variedades más sensibles a la interacción fueron: V99-6, V99-260 y PR61-632, que mostraron las mayores diferencias de germinación entre zonas (Figura 1). El mayor grado de estabilidad, expresado a través de la menor diferencia entre los valores de germinación entre localidades, se expresó en las variedades: My55-14, V71-39, V90-14, V99-8, V99-23 y V99-250.

La variedad My55-14, que en este experimento mostró bajos valores de germinación y presentó el mayor grado de estabilidad, se recomendó en Cuba (Molina, 1995) como la variedad de caña de azúcar para uso forrajero en ganadería bovina.

Cuadro 3. Análisis factorial de la germinación de variedades de caña de azúcar en dos zonas de Yaracuy, Venezuela, año 2003.

Factor	Días después de siembra (dds)	
	30	45
Bloque	**	**
Zona	**	**
Variedad	*	**
Interacción zona x variedad	ns	**

** = altamente significativo ($P < 0,01$), * = significativo ($P < 0,05$)

ns = sin significancia estadística

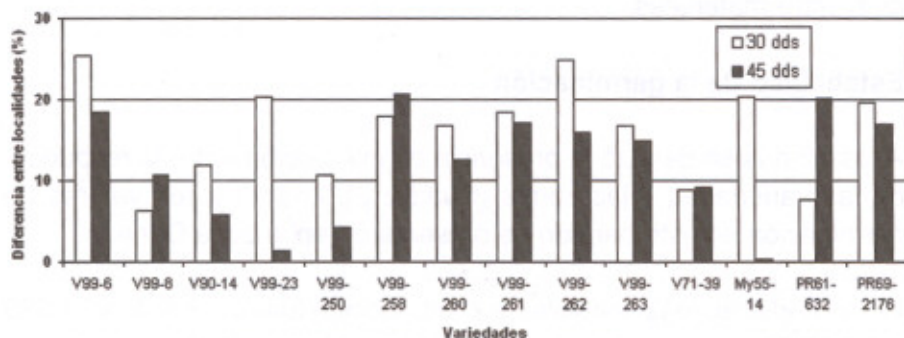


Figura 1. Diferencia entre localidades de los valores promedio de germinación de variedades de caña de azúcar, a 30 y 45 días después de la siembra (dds).

La mejor relación entre la germinación y la estabilidad espacial se detectó en la variedad experimental V99-8. Las diferencias de comportamiento de los materiales experimentales, detectadas a través de esta evaluación exploratoria, deberán ser consideradas para realizar una selección adecuada de los cultivares.

Los factores exógenos involucrados en el proceso de germinación incluyen la fertilidad del suelo, la temperatura del suelo, la humedad y la aeración del suelo (Dillejwin, 1952; Rodríguez y Mendes, 1997). Es posible que estos factores hayan sido más favorables en la zona Danac, afectando la respuesta de los cultivares. Sin embargo, la forma en la cual estos factores externos interactúan entre sí y con los factores endógenos, no ha sido completamente dilucidada (Permallou *et al.*, 1999).

Sobre la base del uso de riego suplementario en la zona Danac, considerado como factor aislado, se ha propuesto en otros trabajos la ocurrencia de una relación directa positiva entre el contenido de humedad del suelo y la germinación (Rodríguez y Mendes, 1997). A partir de esta afirmación puede considerarse la aplicación de riego en la zona Danac también como factor favorable de importancia para explicar las diferencias.

En virtud de que los materiales deben mostrar buena respuesta después del corte, se requiere incorporar también evaluaciones de la brotación, que en conjunto con otras variables agronómicas (como la producción de biomasa y el valor nutritivo), permitan sustentar la selección de variedades venezolanas de caña de azúcar con fines forrajeros.

CONCLUSIONES

Las variedades experimentales de caña de azúcar para selección con fines forrajeros mostraron valores de germinación comparables con las comerciales.

La variedad experimental V99-8 mostró el mejor balance en la respuesta de germinación y de estabilidad espacial.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración de la señora Mirna Berríos, propietaria de la Finca Don Rafael y a la Fundación para la Investigación Agrícola Danac, por la cesión de los terrenos para los experimentos y el apoyo brindado para la realización de las labores de cultivo; también a los doctores Rosa Razz y Omar Verde, por el procesamiento de los datos, y al Programa de Tecnología Agrícola del INIA y la Fundación Polar, por el financiamiento de las investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Cesnik, R. 1975. Melhoramento de canas forrageiras. Brasil Acuareiro. Bra. 86 (6): 34-35.
- Dillewijn, V. 1952. Physiology: Germination. p. 59-76. En: Van Dillewijn (ed). Botany of sugarcane. Waltham, Mass. USA.
- Ferreira, R.; A. Vander. 1999. Melhoramento de forrageiras. En: A. Borém (ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. UFV. Vicosá, Bra. p. 649-667.
- Gómez, F. 1983. Caña de azúcar. 2. ed. EDICANPA. Caracas, Ven. p. 373-392.
- Ikisan. 2004. Crop Information. Sugarcane morphology/growth phases/germination phase (en línea). Consultado 20 mar. 2004. Disponible en www.ikisan.com/links/ap_sugarcanemorphology.shtml. Consultado 20/03/2004.
- Mateus, H.; D. Hernández; S. Latorre. 1997. La caña de azúcar forrajera en la alimentación animal. En: Curso internacional de caña panelera y su agroindustria (2, 10-14 nov., 1997, Barbosa, Col.). Memorias. CIMPA, Barbosa, Col. p. 144-154.
- Molina, A. 1995. Selección de variedades de caña de azúcar para el ganado vacuno. vol. 1-2. Asociación Cubana de Producción Animal, La Habana, Cuba. s/p.
- Permellou, G.; Y. Moutia y S. Saumtally. 1999. Germination response of sugarcane setts of different varieties and physiological ages after hot water treatment (en línea). Consultado 7 abr. 2004. Mauritius Sugar Industry Research Institute. Disponible en www.google.com/

- search?/sugarcane germination/ www.farc.gov.mu/amas99/s46.htm.
- Ramón, M y C. Madero. 2002. Efecto del deterioro post-cosecha sobre la germinación de la semilla asexual de cinco variedades de caña de azúcar. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. Vol. 19: 264-272.
- Rodrigues Moreira, D. y Mendes Cardozo V. 1997. Effect of soil moisture content and the irrigation frequency on the sugarcane germination (en línea). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 33 (5). Consultado 27 jun. 2004. Disponible en www.google.com/search?/sugarcane germination/ http://atlas.sct.EMBRAPA.br/pab/pab.nsf/0/0200a48ba2431c318325665e00763779?Opendocument.
- Romero, E.; M. Rufino; J. Scadaliaris; C. Fandos; F. Pérez; L. Alonso y R. Rufino. 2002. Capacidad potencial de brotación de la caña semilla. *Avance Agroindustrial. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres"*. Tucuman, Arg. p. 3-6.
- Santillán, A. 1993. Estrategias para la evaluación agronómica de especies forrajeras. En: *Curso Producción, pastos y forrajes* (3, 1993, Maracaibo, Ven.). *Memorias. La Universidad del Zulia-Sociedad Venezolana de Pastos y Forrajes*. Maracaibo, Ven. s/p.
- Silva, E. 1995. Ensayo sobre germinación de 12 variedades comerciales en el área de influencia del Central Pastora. *Boletín Fundazúcar*, Ven. N° 17: 13-16.
- Statistical Analysis System (SAS). 1999-2001. Software release vers. 8.2. SAS Institute, Nc., USA.
- Steel, R. y J. Torrie. 1986. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2. ed. Mc Graw Hill Interamericana, México, Méx. 622 p.
- Torres, S. y L. Madero. 1999. Suelos de referencia de la depresión del Yaracuy (Valle Alto y Medio): Resumen de características. *Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Ven. Boletín Técnico N° 3*. s/p.
- Zérega, L. 2003. Caracterización de los recursos agroecológicos para la producción de caña de azúcar en la finca Don Rafael. En: *Curso-taller-entrenamiento en la caracterización de los recursos agroecológicos para la producción de cultivos: casos cítricos, pastizales y énfasis en caña de azúcar* (14-17 oct., 2003, San Felipe, Ven.). INIA, San Felipe, Ven. s/p.