

Dinámica de la brotación potencial de caña semilla micropropagada y termotratada de tres cultivares de caña de azúcar

Patricia A. Digonzelli*, Eduardo R. Romero*, Jorge Scandaliaris*, Osvaldo Arce**, Juan Fernández de Ullivarri*, Javier Tonatto* y María Fernanda Leggio Neme*

RESUMEN

Se comparó la dinámica de la brotación potencial (brotación en condiciones óptimas de humedad y temperatura) de estacas uninodales de caña semilla saneada, obtenida por micropropagación y por termoterapia (inmersión en agua caliente 50°C durante 2 h) de tres cultivares (LCP 85-384, CP 65-357 y CP 48-103) y en tres edades (7, 10 y 12 meses). La semilla micropropagada e hidrotermotratada se encontraba libre de achaparramiento de la caña soca (Ratoon Stunting Disease, RSD) (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*) y escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*). Las estacas se colocaron en una cámara de cría, en bandejas con arena lavada y esterilizada, a temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, luz continua y control de humedad. El diseño experimental utilizado fue un factorial completamente aleatorizado ($3 \times 3 \times 2$), con dos repeticiones. Los factores fueron: edad (tres niveles), cultivar (tres niveles) y origen de la semilla (dos niveles). Diariamente se contaron las yemas brotadas (clavo visible) hasta la estabilización de la brotación. La dinámica de la brotación potencial se ajustó al modelo exponencial simple, función sigmoide simétrica, con $R^2 \geq 0,97$ y a partir del modelo se derivaron las variables deducidas: t_{50} y t_{90} (días al 50% y 90% de la emergencia máxima), porcentaje máximo de brotación, tasa media y tasa máxima de brotación potencial. La brotación en la semilla micropropagada presentó una mayor velocidad y una menor duración que en la termotratada. El porcentaje final varió entre el 80% y el 100%, en independencia del origen de la semilla.

Palabras clave: semilla de alta calidad, micropropagación, termoterapia, emergencia.

ABSTRACT

Potential germination dynamics of micropropagated and hot-water-treated seedcane of three sugarcane cultivars

The potential germination dynamics (germination under optimal humidity and temperature conditions) of healthy seedcane of three cultivars (LCP 85-384, CP 65-357 and CP 48-103) at three different ages (7, 10 and 12 months) were compared, by studying one-joint billets of seedcane obtained through micropropagation and hot water treatment (immersion into water heated at 50°C, for 2 h). This micropropagated and hot-water-treated seedcane was free from Ratoon Stunting Disease or RSD (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*) and leaf scald disease (*Xanthomonas albilineans*). The billets were kept on washed and sterilized sand trays in a growing chamber, at a temperature of $26 \pm 2^\circ\text{C}$, under constant light and humidity control. A completely randomized factorial experimental design ($3 \times 3 \times 2$), with two replications, was used. The factors considered were: age (three levels), cultivar (three levels) and seedcane origin (two levels). The emerged buds (visible shoots) were counted every day until germination became stable. The potential germination dynamics of the studied material adjusted to a single exponential model, symmetrical sigmoidal function, with $R^2 \geq 0,97$. This model was used to obtain the deduced variables t_{50} and t_{90} , (days to reach 50% and 90% of total emergence), maximum germination percentage and average and maximum potential germination rates. Micropropagated seedcane presented a faster shoot development, over a shorter span, than hot-water-treated seedcane. The final percentage varied from 80% to 100%, regardless of seedcane origin.

Key words: high quality seedcane, micropropagation, hot water treatment, emergence.

*Sección Caña de Azúcar, EEAOC. agronomia@eeaoc.org.ar.

** Cátedra de Biometría, Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT.

INTRODUCCIÓN

La multiplicación comercial de la caña de azúcar se realiza en forma agámica, empleando trozos de tallo (estacas), lo cual favorece la difusión de enfermedades sistémicas como el virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV, por sus siglas en inglés), la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*), el carbón (*Ustilago scitaminea*) y el achaparramiento de la caña soca o RSD (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*), cuya incidencia aumenta con cada corte, obligando a renovar más frecuentemente los cañaverales o a resignar la capacidad productiva.

Para prevenir los efectos negativos de estas enfermedades se debe plantar caña semilla sana, siendo la hidrotermoterapia (50°C, 2-3 h) uno de los tratamientos posibles de utilizarse para lograr semilla saneada. Además, también resulta útil para la producción de caña semilla de alta calidad el cultivo de meristemas y la micropropagación (Pérez Ponce, 1998; Hoy y Flynn, 2001; Glyn, 2005).

Históricamente, los productores cañeros de Tucumán, Argentina, han utilizado como semilla la misma caña destinada a la industria, la cual en general, no tiene las características de sanidad, vigor y pureza varietal compatibles con una semilla de alta calidad. El empleo de esta caña como simiente significa una limitante importante para la productividad de los cañaverales (Scandaliaris *et al.*, 1999; Glyn, 2005).

En el año 2000 la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes" (EEAOC) inició la producción de caña semilla de alta calidad empleando la técnica de micropropagación, con la posterior multiplicación de este material en campo mediante un esquema de semilleros: Básico, Registrados y Certificados (Digonzelli *et al.*, 2005).

La rápida emergencia de un elevado número de tallos primarios, el desarrollo adecuado del sistema radicular y una alta tasa de aparición y expansión foliar contribuyen decisivamente al establecimiento exitoso del cultivo y proveen las bases para un futuro seguro y productivo.

La brotación de la caña de azúcar requiere de condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Para las variedades subtropicales resultan óptimas las temperaturas del aire entre 26-32°C y una disponibilidad hídrica sin limitaciones (Van Dillewijn, 1952; Yang y Chen, 1980; Cassalet Dávila *et al.*, 1995).

La capacidad potencial de brotación de la caña semilla, determinada en condiciones óptimas ha sido poco estudiada. La calidad de la semilla influye decisivamente en su capacidad potencial de brotación y, con condiciones ambientales óptimas, las estacas de una yema presentan el mejor comportamiento (Van Dillewijn, 1952; Cassalet Dávila *et al.*, 1995).

Anderson y Dusky (1986) plantearon un modelo exponencial para caracterizar la brotación y derivar pará-

metros como: tasa media y máxima de brotación y t_{50} y t_{90} (días para la brotación del 50% y del 90% de las yemas). Estos autores trabajaron con temperaturas de 26,7°C, y encontraron que a menor temperatura hay menores tasas y menor porcentaje de brotación y una mayor duración de esta fase.

Romero (2002) evaluó la capacidad potencial de brotación de dos variedades de caña de azúcar hidrotermotrataadas (TUCCP 77-42 y TUC 72-16), trabajando a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ y con siete edades de la semilla. Encontró valores de t_{50} desde 4,8 días para estacas de 7,5 meses hasta 9,4 días en estacas de 14,3 meses, decreciendo la tasa media de brotación desde $1,2\% \times \text{día}^{-1}$ hasta $0,77\% \times \text{día}^{-1}$ al aumentar la edad de las estacas. Sin embargo, el porcentaje final de brotación potencial resultó independiente de la edad y de la variedad. El autor señala que la edad de la semilla fue el factor de mayor influencia en la dinámica de la brotación potencial, afectando la velocidad y la duración de la fase, no así el porcentaje final.

Los trabajos realizados en diferentes lugares del mundo demuestran que la caña semilla proveniente de micropropagación presenta una mejor brotación y macollaje, e incluso mayores producciones de caña por hectárea, que las registradas en material propagado por el sistema convencional por estacas, ya sean estas termotrataadas o no (Pérez Ponce, 1998; Hoy *et al.*, 2003; Flynn *et al.*, 2005).

En el presente trabajo se evaluó la capacidad potencial de brotación de caña semilla de alta calidad obtenida por micropropagación e hidrotermoterapia (50°C, 2 h), en tres variedades (LCP 85-384, CP 65-357 y CP 48-103) y en tres edades (7, 10 y 12 meses).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se utilizó caña semilla de alta calidad de LCP 85-384, CP 65-357 y CP 48-103, obtenida por micropropagación e hidrotermoterapia (50°C, 2 h).

LCP 85-384 y CP 65-357 son la primera y la tercera variedad en importancia en Tucumán, ocupando el 44% y el 18,4% de la superficie con caña de azúcar, respectivamente (Cuenya *et al.*, 2005). CP 48-103 fue una variedad muy difundida en Tucumán en la década del setenta y se la eligió para examinar el efecto de la micropropagación en un clon declinado.

En octubre de 2001 se implantó el Semillero Básico con plantines micropropagados y estacas termotrataadas de las tres variedades. En el año 2002, con la caña semilla de este semillero se realizó el ensayo de brotación potencial. Se trabajó con tres épocas de corte: mayo, agosto y octubre que corresponden a tres edades de la semilla (7, 10 y 12 meses, respectivamente).

La Sección Fitopatología (EEAOC) realizó el diagnóstico de raquitismo de las socas (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*) y escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*)

usando la técnica de "Tissue Blot", resultando la caña semilla de ambos orígenes libre de las dos enfermedades.

El diseño experimental fue factorial completamente aleatorizado 3x3x2, con dos repeticiones. Los factores fueron: edad de las estacas (tres niveles), variedad (tres niveles) y origen de la caña semilla (dos niveles). La combinación de los factores con sus diferentes niveles determinó un total de 18 tratamientos. Se tomaron 15 tallos de cada tratamiento, se pelaron y despuntaron en el punto de fragilidad natural y, considerando el número total de yemas de cada tallo, se los dividió en cuatro partes. Las yemas del cuarto superior se consideraron yemas apicales, las de los 2/4 del medio intermedias y las del cuarto inferior basales. Esta separación se realizó en base a la observación de las características de las yemas, ya que las apicales son tiernas, de color más claro y más frágiles, mientras que las basales son las más lignificadas y de color más oscuro. Una vez identificadas las yemas, se cortaron estacas uninodales de cada tercio del tallo y se las sumergió en Benlate al 3 por mil, durante 15 minutos.

En bandejas con arena lavada y esterilizada se plantaron 30 estacas por cada tratamiento (7 apicales, 16 medias y 7 basales = 1/4, 2/4 y 1/4). Para la plantación se seleccionaron estacas con la yema en buen estado. Las bandejas se regaron con almácigo al 20% y se colocaron en cámara de cría a $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, con luz continua y control de humedad.

Todos los días se contaron los brotes emergidos hasta la estabilización de la brotación, considerándose como yema brotada, cuando aparecía el clavo sobre la superficie.

Para caracterizar la dinámica de la brotación potencial y efectuar comparaciones entre los tratamientos, se utilizó un modelo llamado exponencial simple, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$Y = A / [1 + \text{EXP}(b - c \times t)]$$

Donde:

Y: brotación en %, en cualquier tiempo t ,

A: máxima brotación en %. Valor asintótico,

b: constante,

c: factor que indica la tasa media de brotación potencial ($\% \times \text{día}^{-1}$),

t: tiempo en días (d).

A partir de este modelo se derivaron las variables que caracterizan la duración y la velocidad de la brotación potencial: t_{50} y t_{90} (días al 50% y 90% de la brotación máxima), tasas media y máxima de brotación potencial. También se determinó el porcentaje final de brotación.

El análisis estadístico utilizado fue un ANOVA con efectos fijos. Las medias se compararon mediante el test LSD de Fisher al 5% y al 10% de probabilidad. Se determinó la incidencia relativa de cada efecto principal y de las interacciones en la varianza total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1, 2 y 3 se observa que en todos los tratamientos evaluados la capacidad potencial de brotación de la caña semilla se ajustó al modelo exponencial simple con $R^2 \geq 0,97$. Este modelo fue utilizado por Anderson y Dusky (1986) y por Romero (2002).

A partir del modelo se obtuvieron las variables: t_{50} , t_{90} , tasas media y máxima de brotación potencial y porcentaje final de brotación. La Tabla 1 resume la participación porcentual de los efectos principales y las interacciones en la varianza total de estas variables.

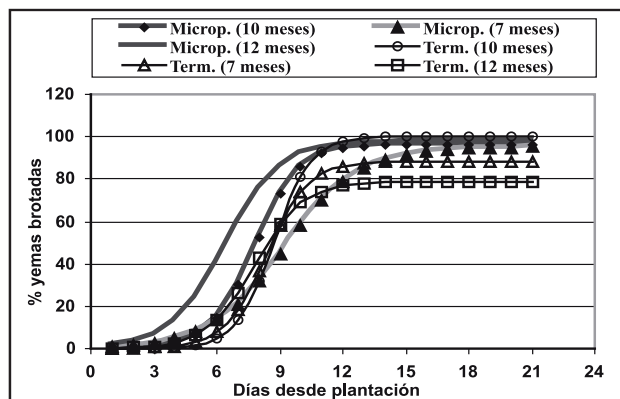


Figura 1. Dinámica de la brotación potencial de CP 65-357 para tres edades y dos orígenes de la semilla.

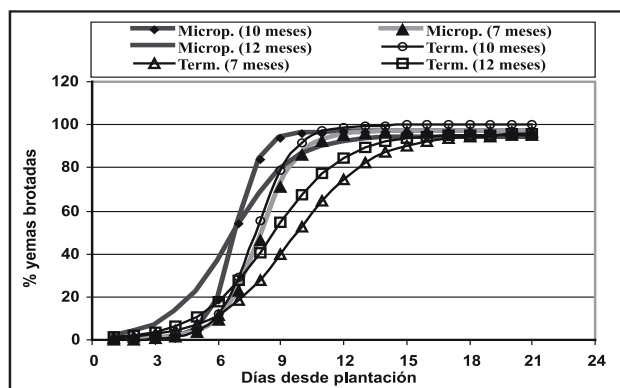


Figura 2. Dinámica de la brotación potencial de LCP 85-384 para tres edades y dos orígenes de la semilla.

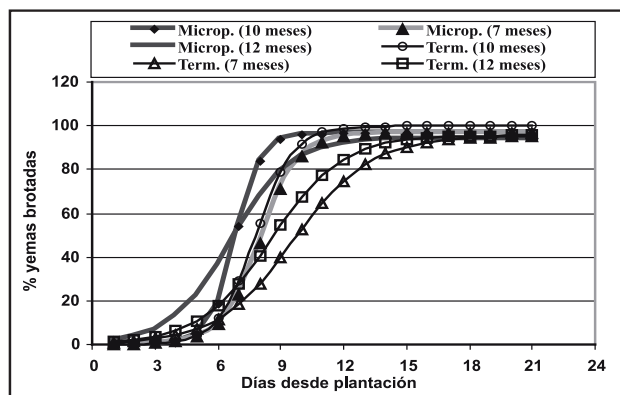


Figura 3. Dinámica de la brotación potencial de CP 48-103 para tres edades y dos orígenes de la semilla.

Tabla 1. Participación porcentual de los efectos principales y las interacciones en la varianza total de las variables deducidas para la dinámica de la brotación potencial.

Efectos principales e interacciones	Participación porcentual en la varianza total				
	% final de brotación	tasa media	tasa máxima	t ₅₀	t ₉₀
Edad	8,14	21,79*	27,65*	22,57*	17,28*
Variedad	29,43*	1,28	2,39	6,12	3,15
Origen	7,09	29,49*	29,10*	47,22*	45,04*
Edad x variedad	0,92	4,49	4,34	1,95	2,46
Edad x origen	11,29	0,64	1,89	0,98	1,68
Variedad x origen	19,97**	24,36*	17,02**	5,01	12,33
Edad x variedad x origen	5,65	3,20	3,33	4,00	1,75

*: significativo al 5%. **: significativo al 10%.

Como puede observarse en la Tabla 1, el origen de la caña semilla y la edad de la misma afectaron significativamente a las variables que caracterizan a la velocidad y duración de la brotación potencial (tasa media y máxima de brotación, t₅₀ y t₉₀ de la brotación potencial), mientras que el porcentaje final de brotación potencial resultó independiente de estos efectos, siendo afectado solamente por la variedad.

Tasa media de brotación

La tasa media de brotación potencial caracteriza la velocidad de la fase y se expresa en porcentaje de yemas brotadas x día⁻¹, correspondiendo a la pendiente de la fase lineal de la función sigmoide. El análisis de la varianza indica que su valor está afectado por el origen y la edad de la caña semilla. Además, la tasa media de brotación difiere en las variedades según que las estacas provengan de termoterapia o de micropropagación (Tabla 1). Entre el origen y la interacción variedad x origen, se explica el 53,8% de la varianza total de este parámetro. La edad de la estaca explica el 21,8% de la varianza. En la Figura 4 se observa el efecto de la variedad y el origen de la semilla sobre la tasa media de brotación potencial.

Para LCP 85-384 y CP 48-103 la tasa media de brotación potencial fue mayor en la caña semilla micropropagada que en la termotratada, mientras que para CP 65-357, no hubo diferencias entre ambos orígenes de la semilla.

En el presente trabajo la tasa media de brotación potencial varió desde 0,91 a 1,22% x día⁻¹. Anderson y Dusky (1986) trabajaron con un cultivar de caña de azúcar y una temperatura de 26,7°C, y encontraron tasas medias de brotación desde 0,5 a 1,05% x día⁻¹. Romero (2002) trabajó con dos cultivares y siete edades de las estacas, y encontró valores decrecientes de la tasa media de brotación desde 1,2% x día⁻¹ a los 7,5 meses, hasta 0,77% x día⁻¹ a los 14 meses de edad de las estacas. Este autor identificó para el mes de mayo, una reducción temporal de la brotación potencial en los dos cultivares ensayados, y en el caso de TUC 72-16, la tasa media de brotación fue de 1,05% x día⁻¹ para mayo, mientras que en agosto fue de 1,08 % x día⁻¹. En el presente estudio se comprobó una mayor tasa media de brotación para la semilla de 10 meses de edad (agosto) que para la de siete meses (mayo), comportamiento este que difirió de lo esperado teniendo en cuenta que las estacas de siete meses presentaron los mayores valores de humedad y los meno-

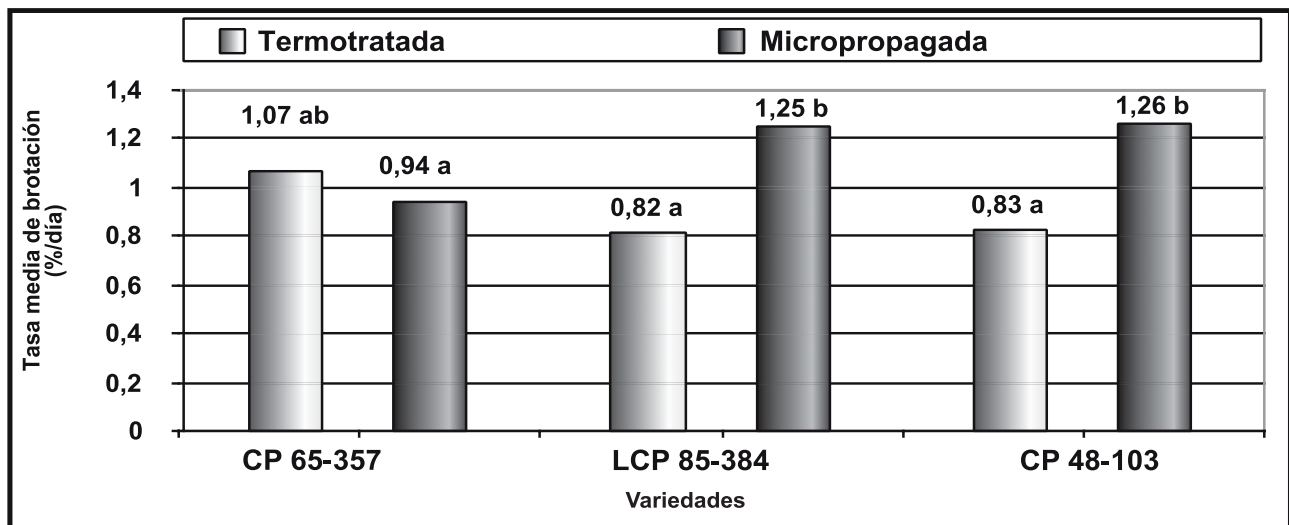


Figura 4. Efecto de la interacción variedad x origen en la tasa media de brotación potencial. Promedio de tres edades de la caña semilla. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

res valores de Brix %, lo cual favorece la capacidad de brotación (Cassalett Dávila *et al.*, 1995; Romero, 2002).

En general, para cualquier edad de las estacas, la tasa media de brotación potencial fue mayor para la caña semilla micropropagada que para la termotratada, indicando esto una mayor velocidad en la brotación para este tipo de semilla.

Tasa máxima de brotación potencial

Se trata de otra variable que caracteriza a la velocidad de la brotación potencial. Su valor está afectado por el origen y la edad de la caña semilla. Cada variedad tiene un comportamiento diferente según el origen de la semilla (interacción variedad x origen). El origen explica el 29,1% de la varianza total de este parámetro, la edad el 27,6% y la interacción variedad x origen el 17% (Tabla 1).

La Figura 5 muestra el efecto de la interacción variedad x origen sobre la tasa máxima de brotación potencial.

Para LCP 85-384 y CP 48-103, la tasa máxima de brotación potencial es significativamente mayor en la caña semilla micropropagada, en tanto que en la variedad CP 65-357 no hay diferencias entre los dos orígenes de la semilla (Fig. 5). Así, la tasa máxima de brotación potencial presenta un comportamiento similar al de la tasa media de brotación.

Duración de la brotación potencial (t_{50} y t_{90})

Sobre la duración de la brotación potencial, expresada por el t_{50} y t_{90} (días al 50% y 90% de la brotación máxima, respectivamente), existe un efecto significativo del origen y de la edad de la caña semilla. No hay efecto de la variedad ni hay interacciones significativas entre variedad, origen y edad de la semilla (Tabla 1).

El origen de la caña semilla explica el 47% y el 45% de la varianza del t_{50} y del t_{90} , respectivamente. En la Figura 6 se observa el efecto del origen sobre el t_{50} y t_{90} de la brotación potencial.

Los t_{50} y t_{90} resultaron significativamente menores en la semilla micropropagada que en la termotratada, lo cual es consistente con las mayores tasas de brotación potencial que se determinaron para este tipo de semilla. En este trabajo los valores de t_{50} variaron desde 6,3 días hasta 9,3 días, dependiendo del origen y de la edad de las estacas. Anderson y Dusky (1986), trabajando a 26,7°C, encontraron valores de t_{50} desde 6 a 13,5 días. Romero (2002) encontró valores de t_{50} desde 4,8 días para estacas de 7,5 meses de edad hasta 9,4 días en estacas de 14,3 meses. Debe considerarse que este autor trabajó con temperaturas de 28°C $\pm$ 2°C, las cuales son superiores a las empleadas en este ensayo. La temperatura tiene un efecto directo y significativo sobre la velocidad de la brotación de las estacas de caña de azúcar, poniéndose de manifiesto que a menores temperaturas, las tasas de brotación son menores y esta fase ocurre más lentamente (Van Dillewijn, 1952; Yang y Chen, 1980; Anderson y Dusky, 1986 y Romero, 2002).

En general, para las tres edades de las estacas, en la caña semilla micropropagada la duración de la brotación potencial fue menor que en la termotratada.

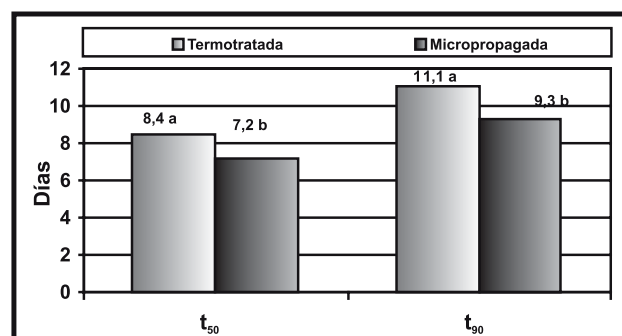


Figura 6. Efecto del origen de la caña semilla sobre el t_{50} y t_{90} de la brotación potencial. Promedio de tres variedades y tres edades de la semilla. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

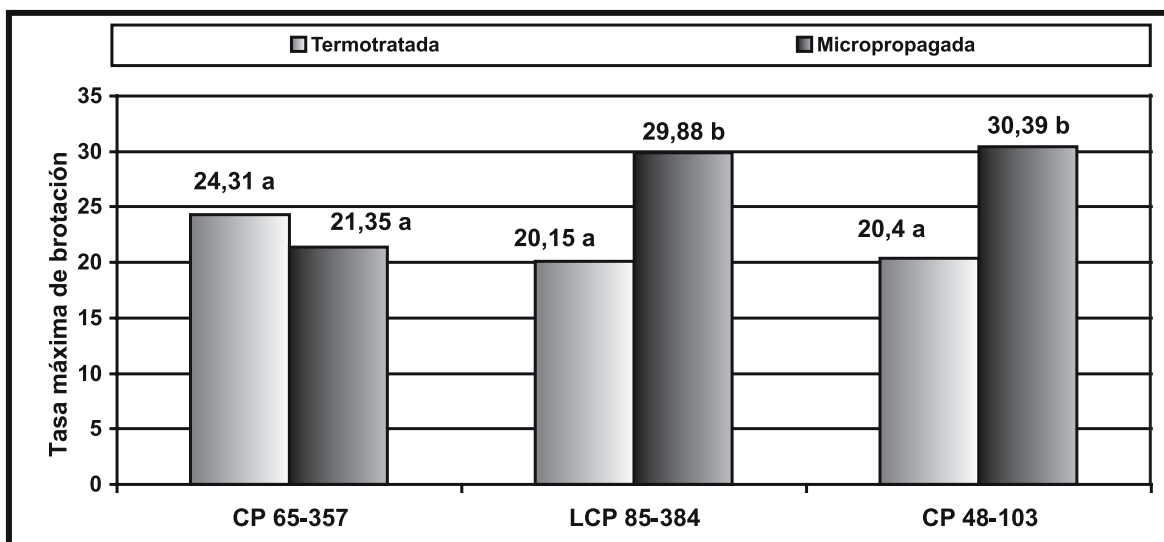


Figura 5. Efecto de la interacción variedad x origen sobre la tasa máxima de brotación potencial. Promedio de tres edades de la semilla. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Porcentaje final de brotación potencial

El porcentaje final de brotación de la caña semilla en condiciones óptimas de humedad y temperatura varió entre el 81% y el 100% y resultó independiente del origen y de la edad de la semilla.

La variedad fue el único efecto significativo sobre el porcentaje final de brotación y existió una interacción variedad x origen significativa al 10% (Tabla 1). Las estacas termotratadas de CP 65-357 presentaron un porcentaje final de brotación menor que las micropropagadas. En LCP 85-384 y CP 48-103 no hubo diferencias entre los dos orígenes de la semilla (Fig. 7).

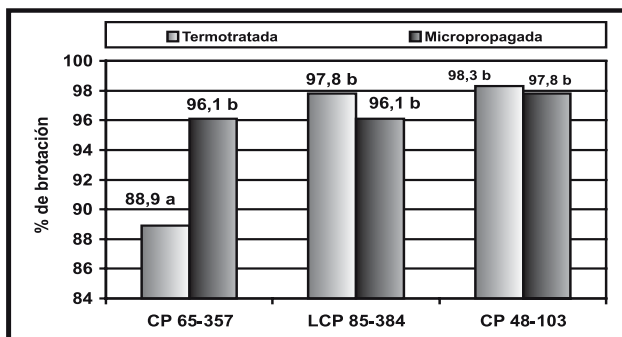


Figura 7. Efecto de la interacción variedad x origen sobre el porcentaje de brotación potencial. Promedio de las tres edades de la caña semilla. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

Romero (2002) no detectó diferencias significativas en el porcentaje final de brotación potencial ni con la variedad ni con la edad de las estacas, empleando estacas de un solo origen (termotratadas) en el trabajo mencionado.

La caña semilla proveniente de micropropagación presentó, para las distintas variedades y edades de las estacas, una mayor homogeneidad en el porcentaje final de brotación potencial que la termotratada. Este comportamiento puede observarse en la Figura 8.

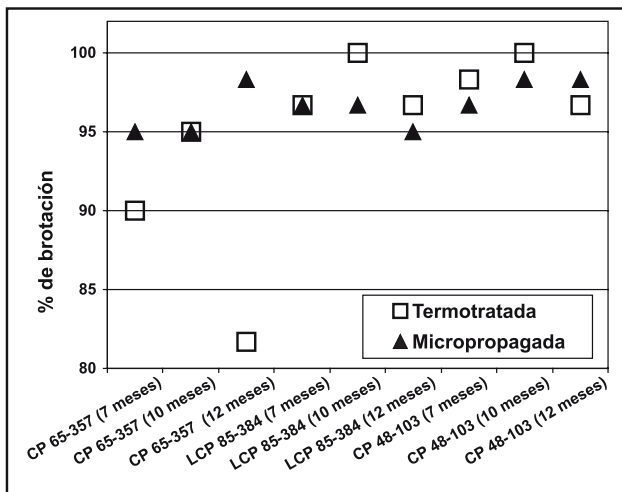


Figura 8. Efecto del origen de la caña semilla en el porcentaje final de brotación potencial.

El origen de la caña semilla resultó el efecto de mayor significación sobre las variables que caracterizan a la velocidad y duración de la brotación potencial. El origen y la interacción variedad x origen explicaron entre el 45% al 54% de la varianza total de estas variables. El otro efecto significativo fue la edad de la semilla, que explicó entre el 22% y el 28% de la varianza total (Tabla 1). Romero (2002) encontró que la edad de la semilla fue el factor de mayor influencia sobre las variables de la dinámica de la brotación potencial. Este autor trabajó con diferentes edades de la caña semilla (diferentes épocas de corte), pero como ya se mencionó, con un solo origen de la simiente (termotratada).

En general, en las tres variedades estudiadas, la caña semilla micropropagada presentó mayor velocidad y menor duración de la brotación potencial. En contraste, el porcentaje final de brotación potencial resultó menos afectado por el origen de la semilla, ya que solo en CP 65-357 la caña semilla micropropagada presentó un porcentaje final de brotación potencial mayor que la termotratada.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo indican que, cuando las condiciones de temperatura y humedad son óptimas para la brotación de la caña de azúcar, la caña semilla proveniente de micropropagación expresa un mayor vigor que la termotratada, aun cuando ambas se encuentren en excelentes condiciones sanitarias (libres de RSD y de escaldadura) y con idéntico manejo (riego, control de malezas y fertilización).

Este vigor se manifiesta por una mayor velocidad de la brotación (mayor tasa media y máxima de brotación potencial) y una menor duración de la fase (menor t_{50} y t_{90}). Estos resultados son de gran interés para Tucumán, donde las condiciones ambientales permiten el crecimiento de la caña de azúcar por un período que no supera los nueve meses. Por este motivo en nuestra región, la velocidad y eficiencia con que se cumplen las fases de brotación, macollaje y crecimiento inicial de la caña, resultan decisivas para lograr establecer rápidamente una buena población de tallos que esté en condiciones de aprovechar eficazmente los meses que presentan la mejor oferta ambiental para el crecimiento (diciembre-marzo), y de esta manera lograr un elevado rendimiento cultural. Así, con el uso de semilla micropropagada y eligiendo la época de plantación y las prácticas de manejo que favorezcan las mejores condiciones para la emergencia, podría lograrse una brotación más rápida y uniforme con el consiguiente beneficio en la producción cultural de los cañaverales tucumanos.

La edad de la estaca es otro factor que también afecta significativamente a las variables de la dinámica de la brotación potencial, aunque su contribución a la varianza total de las mismas, fue menor que la del origen.

En contraste, el porcentaje final de brotación potencial resulta, en general, independiente del origen y de la edad de la caña semilla.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anderson, D. L. and J. A. Dusky. 1986.** Mathematical model interpretation of sugar cane bud germination. *Sugar Cane* (6): 6- 10.
- Cassalett Dávila, C.; J. Torres Aguas y C. Echeverri. 1995.** El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia), Cali, Colombia.
- Cuenya, M.; E. Chavanne; S. Ostengo; M. Espinoza; M. Ahmed; D. Costilla; A. Armanini y M. Garcia. 2005.** Distribución de variedades comerciales de caña de azúcar en el área de cultivo de la provincia de Tucumán: campaña 2004-2005. *Gac. Agroind. EEAOC* (65).
- Digonzelli, P.; E. Brito; J. Giardina; J. Scandaliaris y E. Romero. 2005.** Caña semilla de alta calidad: insumo vital para mejorar la productividad de los cañaverales tucumanos. *Avance Agroind.* 26 (2): 13-16.
- Flynn, J.; G. Powell; R. Perdomo; G. Montes; K. Quebedeaux and J. Comstock. 2005.** Comparison of sugarcane disease incidence and yield of field-run, heat-treated, and tissue-culture based seedcane. *Journal American Society Sugar Cane Technologists* 25: 88-100.
- Glyn, L. 2005.** Pests and diseases of sugarcane. *Sugar Cane International* 23 (1): 3-14.
- Hoy, J. and J. Flynn. 2001.** Control of ratoon stunting disease of sugarcane in Louisiana with seedcane produced through micropropagation and resistant cultivars. En: *Proc. ISSCT Congress*, 24, Brisbane, Australia, pp. 417-421.
- Hoy, J. W.; K. Bischoff; S. Milligan and K. Gravois. 2003.** Effect of tissue culture explant source on sugarcane yield components. *Euphytica* (129): 237-240.
- Pérez Ponce, J. N. 1998.** Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Ed. Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara, Cuba.
- Romero, E. 2002.** Dinámica de la brotación, emergencia y crecimiento inicial de la caña de azúcar. Efecto del genotipo, factores ambientales y manejo. Tesis doctoral inédita. FAZ, UNT, Argentina.
- Scandaliaris, J.; E. R. Romero y M. Roncedo. 1999.** Avances tecnológicos en la producción de caña de azúcar en Tucumán. *Avance Agroind.* 19 (76): 7-12.
- Van Dillewijn, C. 1952.** Botany of sugarcane. Ed. Waltham, Mass., U.S.A. The Chronica Botanical Co. Book.
- Yang, S. J. and J. B. Chen. 1980.** Germination response of sugarcane cultivars to soil moisture and temperature. En: *Proc. ISSCT Congress*, 17, Manila, Phillipinas, pp. 30-36.
-

