

## **Efecto de la severidad de las heladas en la capacidad potencial de brotación y en la emergencia a campo de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) Tucumán, R. Argentina**

Juan A. Giardina\*, Patricia A. Digonzelli\*, Eduardo R. Romero\*, Francisco Pérez Alabarce\*, Daniel Duarte\* y Mercedes Medina\*

### **RESUMEN**

En 2007, en la zona cañera de Tucumán se registraron heladas desde suaves a muy severas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de heladas de diferente grado de severidad sobre la capacidad de brotación potencial y de emergencia en campo de caña semilla de alta calidad de las variedades LCP 85-384, RA 87-3 y TUCCP 77-42. Se tomaron muestras de las tres variedades en tres localidades representativas del área cañera (Luisiana, Fronterita y Simoca), en las que se registraron heladas de diferente grado de severidad (suave, moderada y muy severa, respectivamente). Se evaluó la capacidad potencial de brotación en laboratorio y la dinámica y emergencia final en campo. Los resultados evidenciaron que en condiciones de heladas suaves, el comportamiento de las tres variedades fue similar, sin que se observara un efecto significativo de las bajas temperaturas sobre la brotación potencial y la emergencia en campo de la caña semilla. En condiciones de heladas moderadas, la brotación potencial y la emergencia en campo de todos los cultivares resultó afectada negativamente. La variedad RA 87-3 mostró una sensibilidad al frío mayor que las de los otros dos cultivares. Por otro lado, cuando las heladas fueron muy severas afectaron drásticamente y significativamente la brotación de la caña semilla, tanto en condiciones de laboratorio como de campo.

**Palabras clave:** yemas afectadas, heladas, cultivares.

### **ABSTRACT**

#### **Frost severity effect on sprouting and seedling emergence potential capacity of high quality seed cane in Tucuman, R. Argentina**

In 2007, the sugar cane fields of Tucumán (Argentina) were affected by both light and very severe frost. The objective of this work was to evaluate the effect of frost severity on high quality seed cane sprouting capacity under laboratory and field conditions. Samples from three sugar cane varieties (LCP 85-384, RA 87-3 and TUCCP 77-42) were taken in three locations (Louisiana, Fronterita and Simoca) representative of the sugarcane cultivation area. In these locations, freezing events of different intensity (mild, moderate and very severe, respectively) occurred. The potential sprouting capacity in the laboratory as well as the dynamic and final emergence in the field was evaluated. Results showed that, under light frost conditions, the behavior of the three varieties was similar and the buds were not significantly affected by low temperatures. In conditions of moderate frost, RA 87-3 buds showed a greater susceptibility to cold temperature compared to the other two cultivars. On the other hand, when the frost was very severe, the viability of the buds was significantly affected in all the considered varieties, which was evidenced in both laboratory and field conditions.

**Key words:** Registered nurseries, frosts, *Saccharum* spp.

Fecha de recepción: 08/03/2018 - Fecha de aceptación: 17/09/2019

---

\*Sección Caña de Azúcar, Subprograma Agronomía - EEAOC. [agronomia@eeaoc.org.ar](mailto:agronomia@eeaoc.org.ar).

Trabajo parcialmente presentado en el XXVIII Congreso de la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar, San Pablo, Brasil, 24-27 de junio de 2013.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es afectada por bajas temperaturas en 20 de los 79 países productores. Este fenómeno se presenta principalmente en Estados Unidos, Argentina, Irán, India y Pakistán (Legendre, 2013).

En nuestro país, las heladas afectan la mayor parte del área cultivada con caña de azúcar. Tucumán y Santa Fe son las provincias cañeras argentinas en las cuales se registran con mayor frecuencia los efectos de este fenómeno, con intensidades y duraciones variables según el año y las distintas zonas agroecológicas. Las heladas en Tucumán son pseudo radioactivas o mixtas, producidas por el enfriamiento que experimenta el suelo a causa de la pérdida de calor en un ambiente frío debido a una inversión térmica (Lamelas *et al.*, 2009). La ocurrencia de estas provoca disminuciones importantes en la producción de azúcar, así como también en la disponibilidad de caña semilla para las plantaciones y/o renovaciones comerciales.

La mayor parte de los estudios disponibles en caña de azúcar sobre esta temática se relacionan con el mecanismo fisiológico de aclimatación al frío, los efectos directos de las heladas en la calidad fabril, el comportamiento varietal, el comportamiento pos heladas y el efecto de estas asociadas al estacionamiento (Rodríguez Rey *et al.*, 1984; Scandaliaris *et al.*, 1995; Perry *et al.*, 2007; Legendre *et al.*, 2013). Sin embargo, las heladas no solo afectan la materia prima en campo y la calidad fabril de la caña de azúcar cosechable, sino que también reducen la capacidad de brotación de la caña semilla. Así, las heladas afectan las yemas de la caña de azúcar en grado variable, por lo que muchos lotes destinados a producir caña semilla pueden perder su condición de semilleros (Romero *et al.*, 2007; Giardina *et al.*, 2008; Romero *et al.*, 2009).

El comportamiento de las yemas de la caña semilla frente al frío depende de su grado de desarrollo y contenido de humedad, estas y otras características dependen de la variedad (Chavanne *et al.*, 2002).

En la bibliografía local e internacional existen muy pocas referencias relacionadas con los daños en caña semilla ocasionados por las heladas.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de heladas de distintos grados de severidad sobre la brotación potencial y la dinámica de la emergencia a campo de caña semilla de las variedades RA 87-3, TUCCP 77-42 y LCP 85-384.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de julio de 2007 se registraron en el área cañera tucumana heladas de diferente intensidad (temperaturas mínimas absolutas de entre 0°C y -6,7°C) y

duración (entre 6 y 76 horas de frío acumuladas), lo que afectó los cañaverales con distintos grados de severidad, según la zona del área cañera.

Con el propósito de evaluar los efectos del frío en la caña semilla se monitorearon tres localidades del área de cultivo de la caña de azúcar en Tucumán (Luisiana, Fronterita y Simoca), en las cuales se registraron heladas de distinta severidad (suave, moderada y muy severa, respectivamente). Se considera helada suave cuando presenta una intensidad de entre 0°C y -2°C y una duración acumulada menor a 10 horas; moderada cuando presenta una intensidad de entre -2°C y -3,5°C y una duración de entre 10 a 20 horas; muy severa cuando presenta una intensidad de entre -3,5°C y -6°C y una duración mayor a 35 horas (Romero *et al.*, 2009).

Los lotes elegidos para el presente estudio correspondieron a semilleros Registrados del Proyecto Vitroplantas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Los semilleros Registrados constituyen la segunda etapa de multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad según el esquema del Proyecto Vitroplantas. A partir de ellos se implantan los semilleros Certificados (tercera etapa de multiplicación), los que proveerán la semilla de alta calidad para las plantaciones comerciales (Digonzelli *et al.*, 2009).

Los semilleros seleccionados para esta experiencia disponían de las mismas variedades (RA 87-3, TUCCP 77-42 y LCP 85-384), de igual edad, óptimo manejo cultural, excelente estado sanitario y buenas condiciones de crecimiento al momento de ocurrencia de las heladas.

Los datos referentes a la intensidad y duración de las heladas en las tres localidades seleccionadas fueron suministrados por la Sección de Agrometeorología de la EEAOC. Cabe aclarar que estos datos corresponden a los registrados en estaciones meteorológicas muy próximas a los lotes semilleros estudiados, y para definir el grado de severidad de las heladas se consideró, además del registro meteorológico, el síntoma de daño por frío observado en el cañaveral conforme a lo descrito por Romero *et al.* (2009).

De esta manera, en los lotes semilleros ubicados en cada localidad seleccionada se determinó visualmente el estado de los tallos y sus yemas a fin de corroborar que la severidad observada correspondía a la clasificación de heladas mencionada anteriormente (suave, moderada y muy severa) (Tabla 1).

Posteriormente, de cada lote elegido se tomaron al azar 30 tallos de cada una de las tres variedades analizadas.

Las evaluaciones se efectuaron en laboratorio y en campo. En laboratorio se colocaron estacas uninodales en condiciones óptimas de humedad y temperatura para determinar la capacidad potencial de brotación de este

**Tabla 1. Intensidad, duración y síntoma en el cañaveral de las heladas ocurridas en las diferentes localidades evaluadas de la provincia de Tucumán.**

Localidad	Nº de días con heladas	Rango de temperaturas mínimas	Duración Acumulada (hs)	Clasificación de la helada	Síntoma en el cañaveral
Luisiana	3	-2,1 a -0,3	6,20	Suave	Daño en el follaje, no afecta el brote guía
Fronterita	3	-2,4 a -0,3	7,25	Moderada	Follaje totalmente afectado, brote guía dañado, tejidos ennegrecidos
Simoca	13	-4,1 a 0,1	64,05	Muy severa	Destrucción de follaje, daño en brote guía y en más de 6 yemas y entrenudos

material. Los tallos se pelaron y despuntaron en el punto natural de quiebre y se trocearon en estacas uninodales, eliminándose todas aquellas en las que se identificaron yemas afectadas por otro factor distinto a las heladas (insectos, yemas dañadas mecánicamente, etc.). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con tres repeticiones. Cada repetición estuvo constituida por 45 estacas uninodales tomadas al azar. Las estacas se sumergieron en una solución fungicida (thiram y carbendazim) durante 15 minutos, se colocaron en bandejas con arena esterilizada y se ubicaron en una cámara de germinación a temperatura de  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  y con manejo de la disponibilidad hídrica para mantener niveles adecuados de humedad. Diariamente se contaron las yemas brotadas y se evaluó el porcentaje final de brotación.

En la misma fecha, se plantó un ensayo en el campo experimental de la EEAOC para evaluar la emergencia de la caña semilla en condiciones de campo. Se trabajó con semilla de las tres variedades proveniente de los mismos lotes semilleros utilizados en el ensayo de laboratorio.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres repeticiones; la parcela experimental estuvo formada por cuatro surcos de 2 m de longitud. Se plantaron estacas de 50 cm a 60 cm de largo con una densidad de plantación de 15 a 18 yemas por metro lineal; el ensayo fue plantado en condiciones de secano. Las precipitaciones registradas en el período de julio – octubre fueron de 125 mm. Las evaluaciones se realizaron en los dos surcos centrales de cada parcela. Después de la aparición del primer brote se contó semanalmente el número de brotes emergidos.

Para caracterizar la dinámica de la emergencia en condiciones de campo y efectuar comparaciones entre los tratamientos evaluados se utilizó la metodología propuesta por Anderson and Dusky (1986) y utilizada por Romero (2002), Digonzelli (2006) y Digonzelli *et al.* (2007). El modelo empleado fue el exponencial simple, que es una función sigmoidea simétrica cuya expresión

matemática es la siguiente:

$$\% \text{ Emerg.} = A / (1 + \text{EXP} (B - C * t))$$

Donde:

A: máxima emergencia expresada en porcentaje;

B: constante;

C: tasa media de emergencia (pendiente de la fase lineal de la función sigmoidea, expresada en % día<sup>-1</sup>);

t: tiempo en nº de días.

A partir de este modelo se obtuvieron distintas variables deducidas  $t_e$ ,  $t_{50}$  y  $t_{90}$  (días hasta la emergencia del primer brote y días hasta el 50% y el 90% de la emergencia máxima, respectivamente) y la tasa máxima de emergencia (Romero, 2002). Estas variables permitieron caracterizar la velocidad y duración de la fase.

Con los datos obtenidos en laboratorio y campo se realizó el ANOVA y la comparación de medias mediante el test LSD de Fisher al 5% de probabilidad.

El paquete estadístico utilizado fue Infostat (Grupo Infostat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Capacidad potencial de brotación

En la Figura 1 se observa la brotación potencial registrada en las tres variedades evaluadas según la severidad de las heladas.

En la caña semilla expuesta a heladas suaves (localidad de Luisiana), los resultados muestran un 73% de brotación potencial en TUCCP 77-42 y LCP 85-384 y un 84% en RA 87-3. En esta situación no se detectaron diferencias significativas entre variedades (Figura 1).

En el caso de la caña semilla proveniente del lote semillero que soportó heladas moderadas (localidad de Fronterita), se observó una disminución en la capacidad potencial de brotación, con porcentajes del 50% en las variedades TUCCP 77-42 y LCP 85-384, sin diferencias significativas entre ellas. En cambio, la variedad RA 87-3

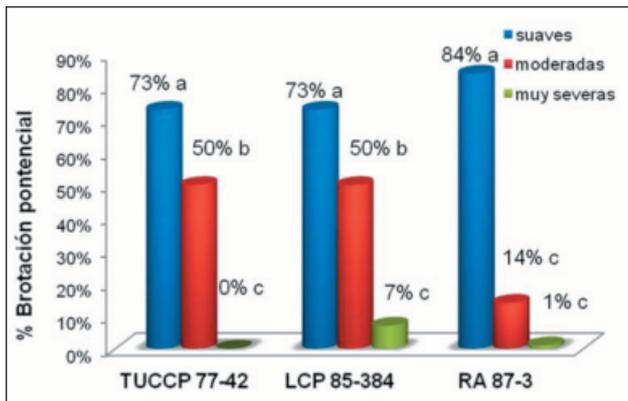


Figura 1. Evaluación del porcentaje de brotación potencial de tres variedades afectadas por heladas de tres grados de severidad. Tucumán, 2007. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

registró un porcentaje de brotación potencial de solo 14%, significativamente menor que el de las otras dos variedades (Figura 1).

Al comparar las heladas suaves con las moderadas, se observó una disminución significativa de los niveles de brotación potencial de 23 puntos porcentuales en TUCCP 77-42 y LCP 85-384 y de 70 puntos porcentuales en RA 87-3.

Por otra parte, la ocurrencia de heladas muy severas afectó totalmente la viabilidad de las yemas provenientes del lote semillero de la localidad de Simoca. Esto se reflejó en los valores de brotación potencial obtenidos, con porcentajes del 0%, 1% y 7% para TUCCP 77-42, RA 87-3 y LCP 85-384 respectivamente, no detectándose diferencias significativas entre las variedades (Figura 1).

La disminución registrada en la brotación potencial con la ocurrencia de heladas severas respecto a las heladas moderadas fue del 100% en TUCCP 77-42; 86% en LCP 85-384 y 93% en RA 87-3.

Tal como se comentó en la introducción de este trabajo, no se encontraron en la bibliografía local e internacional estudios relacionados al efecto del frío sobre la caña de azúcar desde el punto de vista del uso de esta como caña semilla. Los trabajos que hacen referencia al efecto de las heladas sobre la caña de azúcar aluden, principalmente, al efecto de las mismas sobre la calidad industrial (Rodríguez Rey *et al.*, 1984; Scandalariis *et al.*, 1995; Perry *et al.*, 2007 y Legendre *et al.*, 2013).

En relación a las variedades estudiadas, y para las condiciones de Tucumán, estos son los primeros resultados presentados sobre este tema.

## 2.- Evaluación de emergencia a campo

En la Figura 2 se observan los porcentajes de emergencia en condiciones de campo para las tres

variedades y las tres severidades de heladas evaluadas. En el caso de las heladas suaves, los porcentajes de emergencia observados fueron del 67%, 66% y 57% para RA 87-3, TUCCP 77-42 y LCP 85-384, respectivamente, sin que se registraran diferencias significativas entre variedades (Figura 2). Estos porcentajes obtenidos son similares a los reportados por Giardina *et al.* (2008) y por Digonzelli *et al.* (2009) para caña semilla de alta calidad sin daño por heladas.

Con heladas moderadas, los porcentajes de emergencia final en campo disminuyeron significativamente en las tres variedades estudiadas, comparados con los valores registrados en el caso de heladas suaves. Esa disminución fue de 55 puntos porcentuales en RA87-3, 37 puntos en LCP85-384 y 29 puntos en TUCCP 77-42.

En TUCCP 77-42 y LCP 85-384 los porcentajes de emergencia fueron similares (37% y 20%, respectivamente), pero ambos fueron significativamente mayores al registrado en RA 87-3 (12%) (Figura 2). Por lo tanto, se repite el patrón de comportamiento observado en las condiciones de laboratorio, evidenciándose la mayor susceptibilidad de las yemas de RA 87-3 frente a condiciones de heladas moderadas.

Es posible que el mayor grado de daño de las yemas de RA 87-3 se explique, al menos en parte, por su mayor exposición, ya que en esta variedad las vainas foliares se desprenden fácilmente dejando a las yemas desnudas y la arquitectura de la cepa, de porte semi-erecto y tallos abiertos, facilita una mayor circulación del aire frío cuando ocurren las heladas (Chavanne *et al.*, 2002; Cuenya *et al.*, 2015).

Por último, se destaca que las heladas muy severas afectaron prácticamente en su totalidad la emergencia de las tres variedades evaluadas (Figura 2), registrándose una emergencia en campo nula para

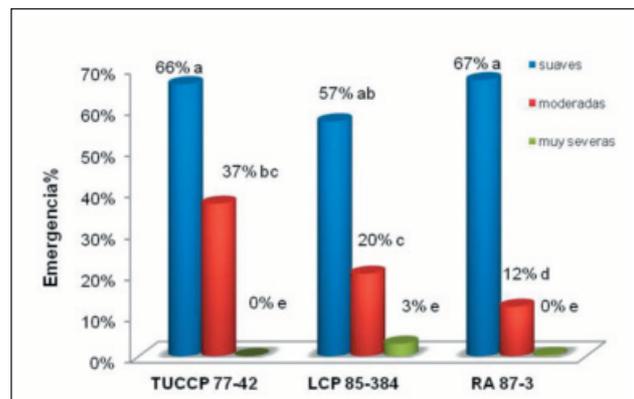


Figura 2. Evaluación del porcentaje final de emergencia en campo de distintas variedades, según los niveles de severidad de las heladas. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

TUCCP 77-42 y para RA 87-3, y solo del 3% para LCP 85-384, sin diferencias significativas entre cultivares.

Resulta de interés señalar que en las tres variedades estudiadas, para una misma severidad de helada, el porcentaje de emergencia en condiciones de campo se redujo comparado con el valor obtenido en condiciones de brotación potencial (Figuras 1 y 2).

En resumen, en condiciones de campo se observaron patrones de comportamiento similares a los registrados en laboratorio, pero con una disminución de los porcentajes finales de brotación en todas las situaciones evaluadas. Esto probablemente se deba a que a los efectos iniciales de las heladas se sumó la probable pérdida de yemas asociada al daño de agentes bióticos y abióticos, como consecuencia del tiempo de permanencia de la semilla bajo tierra.

Los resultados obtenidos en esta experiencia para la simiente afectada por heladas fueron similares a los reportados por Romero *et al.* (2007).

En las Figuras 3, 4 y 5, se presenta la dinámica de la emergencia en campo de las variedades TUCCP 77-42, LCP 85-384, y RA 87-3, considerando dos grados de severidad de heladas (suave y moderada), ya que en el caso de las muy severas prácticamente no se registró emergencia en ninguna de las variedades estudiadas.

En todos los casos, la dinámica de la fase de emergencia se ajustó al modelo exponencial simple con  $R^2 > 0,80$ . Estos resultados son coincidentes con los presentados por Anderson and Dusky (1986), Romero (2002), Digonzelli (2006) y Digonzelli *et al.* (2007) al estudiar la dinámica de esta fase en condiciones potenciales y de campo.

Tonatto (2012) obtuvo resultados similares ( $R^2 > 0,90$ ) estudiando la dinámica de la emergencia en caña planta de la variedad LCP 85-384.

En la Tabla 2 se presenta el comportamiento de distintas variables que caracterizan la dinámica de la

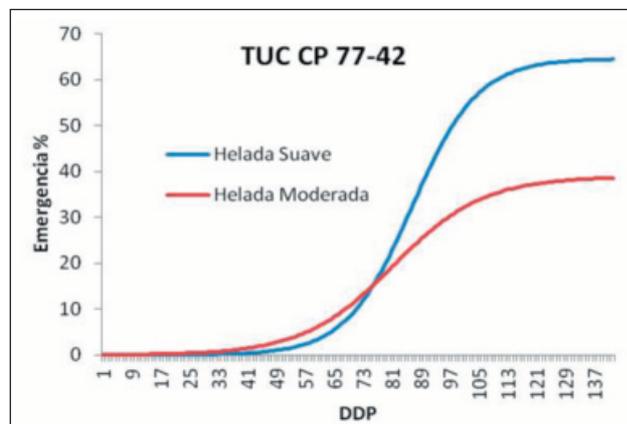


Figura 3. Dinámica de emergencia en campo de TUCCP 77-42 afectada por heladas suaves vs. heladas moderadas. Tucumán, 2007.

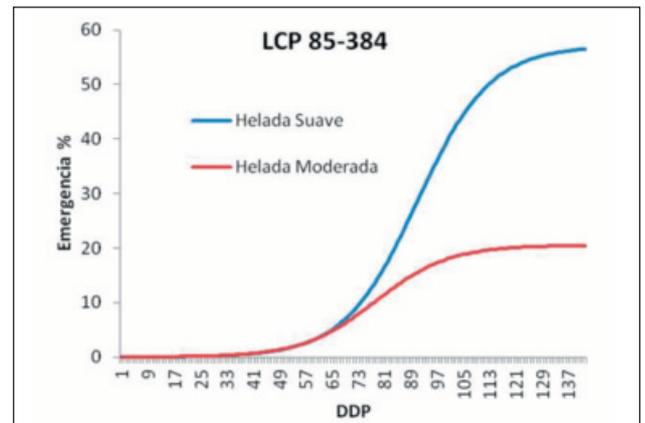


Figura 4. Dinámica de emergencia en campo de LCP 85-384 afectada por heladas suaves vs. heladas moderadas. Tucumán, 2007.

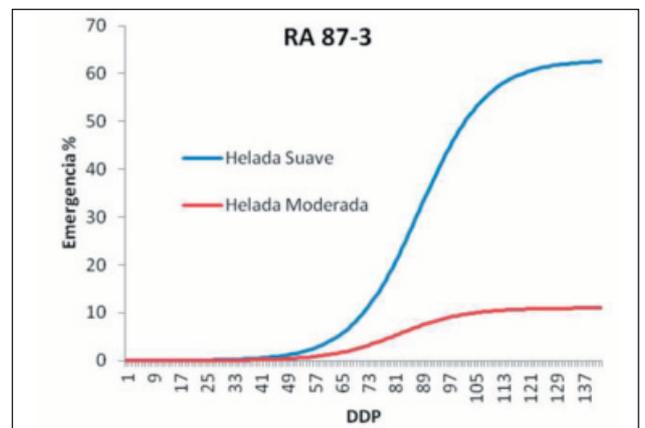


Figura 5. Dinámica de emergencia en campo de RA 87-3 afectada por heladas suaves vs. heladas moderadas. Tucumán, 2007.

emergencia de brotes de los tres cultivares en evaluación, según la severidad de las heladas. Se incluyen las siguientes variables:  $t_e$  (días a la aparición del primer brote);  $t_{50}$  y  $t_{90}$  (días a la aparición del 50% y 90% de la emergencia máxima) y  $tem_x$  (tasa máxima de emergencia, determinada al tiempo  $t_{50}$ ).

La tasa máxima ( $tem_x$ ), que describe la velocidad de la emergencia, fue significativamente mayor en la helada suave que en la moderada en RA 87-3. En las otras dos variedades no hubo diferencias significativas en esta variable en relación a la intensidad de la helada.

Comparando las variedades entre sí no se destacan diferencias en  $tem_x$ , tanto en la helada suave como en la moderada (Tabla 2).

En general, tampoco se observaron diferencias significativas en  $t_e$ ,  $t_{50}$  y  $t_{90}$  en los diferentes cultivares en relación a la intensidad de la helada, salvo para LCP 85-384, para la cual el  $t_{50}$  fue significativamente mayor en el caso de la helada suave que en el de la moderada (Tabla

**Tabla 2. Influencia de la severidad de las heladas en la dinámica de la emergencia a campo de caña semilla de tres cultivares.**

Variedad	Tratamientos	t <sub>e</sub> (d)	t <sub>50</sub> (d)	t <sub>90</sub> (d)	t <sub>emx</sub>
TUCCP 77-42	helada suave	58 a	85 ab	105 a	1,83 ab
	helada moderada	55 a	78 ab	99 a	0,97 bc
LCP 85-384	Helada suave	59 a	89 a	112 a	1,34 abc
	Helada moderada	57 a	74 b	97 a	0,67 c
RA 87-3	Helada suave	54 a	88 ab	112 a	2,06 a
	Helada moderada	73 a	82 ab	101 a	0,34 c

t<sub>e</sub> (días a la aparición del primer brote); t<sub>50</sub> y t<sub>90</sub> (días a la aparición del 50% y 90% de la emergencia máxima) y t<sub>emx</sub> (tasa máxima de emergencia, determinada al tiempo t<sub>50</sub>.)

2). Por lo tanto, se puede afirmar que en términos generales las heladas, según su severidad, modificaron significativamente el porcentaje final de emergencia, pero no así la dinámica o ritmo de esta fase.

### CONCLUSIONES

Las heladas, dependiendo de su intensidad y duración, tuvieron un impacto diferente en la capacidad potencial de brotación y en la emergencia en campo de la caña semilla de las variedades TUCCP 77-42, LCP 85-384 y RA 87-3.

Con heladas suaves, los tres cultivares tuvieron un comportamiento similar, sin manifestar diferencias significativas tanto en la brotación potencial como en la emergencia en campo.

En el caso de heladas moderadas, se observó una disminución de la brotación de las yemas y diferencias de comportamiento entre los cultivares estudiados. En esta situación, TUCCP 77-42 y LCP 85-384 presentaron niveles de brotación potencial y emergencia en campo similares y que fueron significativamente mayores a los de RA 87-3, variedad que expresó una mayor sensibilidad de sus yemas a las bajas temperaturas.

Respecto de las heladas muy severas, la capacidad potencial de brotación y la emergencia en campo de las tres variedades evaluadas se vieron significativamente afectadas.

En general, la dinámica de la emergencia en campo de las variedades analizadas no fue modificada por las heladas de diferentes severidades (suaves y moderadas).

Por lo tanto, es importante realizar un monitoreo cuidadoso de los lotes semilleros para evaluar el grado de daño en las yemas y asegurar la capacidad de brotación que se requiere para no poner en riesgo el éxito de la plantación.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anderson, D. L. and J. A. Dusky. 1986.** Mathematical model interpretation of sugar cane bud germination. *SugarCane* (6): 6–10.
- Chavanne, E.; M. I. Cuenya; M. Ahmed; M. Espinosa; M. B. García; C. D. Romero; J. Mariotti Martínez; E. Jerez y J. Zavaleta 2002.** RA 87-3: una nueva variedad de maduración temprana para el área cañera de Tucumán. *Avance Agroind.* 23 (4): 12-15.
- Cuenya, M. I.; E. R. Chavanne; S. Ostengo; M. B. García; D. Costilla; C. Díaz Romero; M. A. Espinosa y J. V. Díaz. 2015.** Capítulo “Variedades de caña de azúcar” en *Guía Técnica del Cañero*. ISBN 978-987-26238-1-4 (1ª edición), pp. 232.
- Digonzelli, P. A. 2006.** Evaluación comparativa de la brotación potencial y de la dinámica de la emergencia y crecimiento inicial de caña semilla obtenida mediante las técnicas de micropropagación y propagación tradicional. Tesis de maestría inédita. FAZ, UNT, Tucumán, R. Argentina.
- Digonzelli, P. A.; J. A. Giardina; J. Fernández de Ullivarri; S. D. Casen; M. J. Tonatto; M. F. Leggio Neme; E. R. Romero y L. G. P. Alonso. 2009.** Caña semilla de alta calidad: obtención y manejo. En: Romero, E. R.; P. A. Digonzelli y J. Scandaliaris (eds.), *Manual del cañero*, EEAOC, Las Talitas, R. Argentina, pp. 49-63.
- Digonzelli, P.; E. R. Romero; J. Scandaliaris; O. Arce; J. Fernández de Ullivarri; J. Tonatto y M. F. Leggio. 2007.** Dinámica de la brotación potencial de caña semilla micropropagada y termotratada de tres cultivares de caña de azúcar. *Rev. Ind. y Agríc. Tucumán* 83 (1-2): 1-7.
- Giardina, J. A.; P. A. Digonzelli; E. R. Romero y C. L. Prado. 2008.** Daños causados por las heladas en caña semilla durante la campaña 2007. *Avance Agroind.* 29 (2): 20-23.

- Lamelas, C.; J. Forciniti; M. L. Soulé Gómez; J. A. Giardina; P. Digonzelli; M. F. Leggio Neme y E. Romero. 2009.** Las heladas de julio de 2009 en Tucumán y sus efectos en el área cañera. *Avance Agroind.* 30 (4): 14-19.
- Legendre, B.; G. Eggleston; H. Birkett; M. Mrini; M. Zehuaf; S. Chabaa; M. Assarrar and H. Mounir. 2013.** How to manage sugarcane in the field and factory following damaging freezes. En: *Proc. Congress ISSCT*, 28, San Paulo, Brazil 2013, pp. 34.
- Perry, L. A.; C. Hunter and D. A. Watt. 2007.** Impact of post-harvest delays and temperature on cane deterioration. En: *Proc. ISSCT Congress*, 26, Durban, South Africa, 2007, pp. 1026-1030.
- Rodríguez Rey, J. A.; S. David; M. E. Amado de Fernández y S. Gianfrancisco de Palomar. 1984.** Mecanismo tentativo de aclimatación de la caña de azúcar a las bajas temperaturas. En: *Libro de Resúmenes de Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar (SATCA) 2*, Tucumán, R. Argentina, 1984, pp. 5-6.
- Romero, E. 2002.** Dinámica de la brotación, emergencia y crecimiento de la caña de azúcar. Efecto del genotipo, factores ambientales y manejo. Tesis doctoral inédita. FAZ, UNT, Tucumán, R. Argentina.
- Romero, E. R.; P. A. Digonzelli; J. Scandaliaris; M. J. Tonatto; J. A. Giardina y S. D. Casen. 2007.** Zafra 2007: las heladas y sus efectos en los cañaverales de Tucumán. Recomendaciones de manejo. *Avance Agroind.* 28 (2): 17-21.
- Romero, E. R.; P. A. Digonzelli; M. J. Tonatto; J. Scandaliaris; J. Fernández de Ullivarri; J. A. Giardina; L. G. P. Alonso; M. F. Leggio Neme y S. D. Casen. 2009.** Heladas. Efectos sobre los cañaverales y alternativas de manejo. En: *Romero, E. R.; P. A. Digonzelli y J. Scandaliaris (eds.), Manual del cañero*, EEAOC, Las Talitas, R. Argentina, pp. 197-206.
- Scandaliaris J.; E. Romero; I. Olea y F. Pérez Zamora 1995.** Influencia de distintos factores de manejo en los efectos de las heladas sobre la calidad fabril de la caña de azúcar. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 71 (1-2): 49-56.
- Tonatto, M. J. 2012.** Influencia de la época de plantación en la dinámica poblacional de caña planta, cultivar LCP 85-384 en Tucumán. Tesis para optar al grado de Doctor en Agronomía. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, pp. 35.