

Efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina*

Eduardo R. Romero**, Jorge Scandaliaris**, Javier Tonatto**, María F. Leggio Neme** y Luis Alonso**

RESUMEN

El propósito de este trabajo es evaluar los efectos de los principales factores de manejo involucrados en la plantación (época de plantación, cultivar, disponibilidad del agua y longitud de troceado de la caña semilla), en la dinámica de la emergencia de caña planta. A tal efecto se analizaron varios ensayos realizados en la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC) entre 1988 y 1997, que incluían distintos cultivares, diferentes épocas de plantación, variadas alternativas de troceado de la semilla y niveles de disponibilidad hídrica. Los resultados indican que la época de plantación es el factor de mayor influencia, incidiendo en el porcentaje final, en el ritmo y especialmente en la duración de la emergencia. También se destacó la incidencia significativa del cultivar, con diferencias de significación entre variedades al compararlas en épocas similares de siembra y en cada cultivar, al contrastar distintas épocas de plantación. Además, se evidenció un efecto general favorable del riego, expresado especialmente en el ritmo y en la duración de la emergencia. Las mejores respuestas se obtuvieron en las épocas de siembra con condiciones térmicas más adecuadas para la emergencia y/o cuando el déficit de agua fue más severo. Asimismo, se detectaron diferencias entre cultivares en la intensidad de la respuesta al riego.

Palabras clave: época de plantación, cultivar, disponibilidad hídrica y térmica.

ABSTRACT

Effects of major plantation management factors on plant cane emergence in Tucumán, Argentina

The purpose of this study was to evaluate the effects on plant cane emergence of the major crop management factors influencing sugarcane planting, i.e., planting dates, cultivar, water availability, and seed-cane length. Different trials, conducted between 1988 and 1997, included five cultivars, seven planting dates, three seed-cane lengths, and two water availability levels. Planting date was the most important factor, influencing percentage, rate and especially emergence duration. Cultivar effect was also important, with significant differences occurring among cultivars at similar planting dates and among planting dates for the same cultivar. A positive effect of irrigation affecting emergence rate and duration was evident. Best responses to irrigation were obtained when planting date was associated with warmer temperatures and/or when water stress was more severe. Moreover, cultivars showed differential responses to irrigation.

Key words: planting date, cultivar, water and thermal regime availability.

* Resultados parciales de la Tesis Doctoral del Ing. Dr. Agr. E. R. Romero. Trabajo parcialmente publicado en *Proceeding XXV ISSCT Congress. 2005. Guatemala. Vol. 2: 246-250.*

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

INTRODUCCIÓN

La emergencia constituye una fase crítica en el ciclo productivo de la caña de azúcar, influyendo significativamente en su productividad y especialmente en la edad de planta (Van Dillewijn, 1952).

En el logro de una elevada y rápida emergencia intervienen e interactúan diversos factores, entre los que se destacan la época de plantación, el cultivar, la calidad y manejo de la caña semilla y la disponibilidad hídrica (Clements, 1980; Pérez Zamora y Romero, 1992; Cassalet Dávila *et al.*, 1995).

La época de plantación determina, en gran medida, el escenario ambiental al que es expuesto el cultivo, constituyéndose en uno de los factores de manejo más importante para el establecimiento del cañaveral, con el que interactúan los efectos de la edad y calidad de la caña semilla y, especialmente, la influencia de las condiciones térmicas e hídricas asociadas a la época (Van Dillewijn, 1952; Humbert, 1974; Clements, 1980; Cassalet Dávila *et al.*, 1995).

Respecto de las condiciones hídricas del cultivo, Abayomi *et al.* (1990) determinaron brotaciones del 89% cuando efectuaron el primer riego inmediatamente después de la plantación. Demorándolo cinco días, registraron una disminución del 24%. Este comportamiento resulta coincidente tanto con lo reportado por García Ruiz y Toledo Guillén (1984) en Cuba, como con estudios más recientes realizados en Tucumán que destacan la elevada sensibilidad de la caña planta al déficit hídrico, el cual provoca disminuciones de entre un 43% y 100% en el rendimiento cultural. Se enfatiza la importancia que adquiere para el logro sostenido de altas producciones de la caña de azúcar, el mantenimiento de niveles hídricos adecuados durante todo el ciclo del cultivo (Romero *et al.*, 1993, 1997 y 2000).

Existe coincidencia en que el genotipo constituye otro factor de importancia en el estudio de la dinámica de la emergencia de caña planta, mostrando comportamientos diferenciales en campo frente a cambios en las condiciones térmicas, hídricas y/o de variables edáficas (Van Dillewijn, 1952; Whiteman *et al.*, 1963; Méndes Ramos y De Sousa Melo, 1973; Yang y Chen, 1980; García Ruiz y Toledo Guillén, 1984).

Un factor intrínseco de reconocida importancia en el control de la capacidad de brotación de la caña semilla es la dominancia apical, derivado de la acción del balance hormonal que favorece la activación de las yemas superiores del tallo, retrasando o inhibiendo las yemas basales. Este fenómeno provoca significativas fallas en la brotación y establecimiento del cultivo, especialmente cuando se utiliza en la plantación caña entera o trozos largos, más aun si éstos provienen de la parte basal de los tallos. La alternativa de manejo más efectiva para su control es la práctica del "troceado", permitiendo la activación de todas las

yemas viables disponibles (Van Dillewijn, 1952; Humbert, 1974; Clements, 1980; Cassalet Dávila *et al.*, 1995).

En el área cañera de Tucumán, las características climáticas invierno-primaverales subóptimas al inicio del ciclo de la caña planta, suelen imponer limitaciones para el establecimiento, crecimiento y producción de las cañas plantas (Fogliata, 1995; Pérez Zamora y Romero, 1992).

Analizando los distintos factores que interactúan en la plantación de caña de azúcar para la provincia de Tucumán, Pérez Zamora y Romero (1992) destacaron como aspectos importantes la elección de la época de plantación, el diseño de plantación, la calidad de la semilla y el comportamiento varietal.

La información local destaca a la época de plantación como uno de los factores de mayor incidencia en el éxito de las cañas plantas, aunque la mayoría de los trabajos estudian sus efectos, evaluando su producción final y la de las cañas socas sucesivas (Sánchez Loria *et al.*, 1985; Leonardi *et al.*, 1970).

La emergencia en campo mostró importantes variaciones entre cultivares comerciales y distintas épocas de plantación (Cerrizuela *et al.*, 1966), aunque los trabajos locales específicos disponibles son escasos (Cerrizuela *et al.*, 1966; Mariotti, 1966; Pérez Zamora y Romero, 1992).

Respecto de las condiciones hídricas, estudios realizados en Tucumán destacan la elevada sensibilidad de la caña planta al déficit hídrico, provocando entre un 43% y 100% de disminuciones en el rendimiento cultural, resultados que enfatizan la importancia del mantenimiento de niveles hídricos adecuados durante todo el ciclo en el logro de altas y sostenidas producciones de caña y azúcar (Romero *et al.*, 1993, 1997 y 2000).

A pesar de la importancia de la fase de emergencia en la productividad de la caña planta, se dispone de poca información local sobre los efectos de la época de plantación en la dinámica de la fase inicial en diferentes cultivares comerciales, y su relación con la incidencia de otros factores de manejo, como el riego. Disponer de información más detallada permitiría una mejor elección de las estrategias culturales capaces de optimizar la brotación y/o de minimizar las limitaciones en condiciones menos favorables.

El propósito de este estudio fue evaluar los efectos directos e interacciones de los principales factores de manejo involucrados en la plantación, sobre la dinámica de la emergencia de caña de azúcar en edad de planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación se analizaron ocho ensayos, conducidos entre 1988 y 1997 en el campo experimental de la EEAOC, Las Talitas, Tucumán (26° 48' S, 65° 12' O), que permitieron evaluar la dinámica de la emergencia de distintos cultivares comerciales (NA 63-90, NA 56-79, TUCCP 77-42 y TUC 72-16), diferentes épocas de

plantación y distintos años, como diferentes alternativas de manejo y de disponibilidad hídrica.

La caña semilla provino de parcelas de multiplicación (edad: caña planta o soca 1) localizadas en el campo experimental de la EEAO, seleccionando los tallos sanos, bien desarrollados, con yemas jóvenes y bien desarrolladas, y desechando los 2-3 entrenudos apicales y 4-5 basales. La única excepción corresponde al ensayo 3 (Tabla 1), en el que la simiente se extrajo de lotes comerciales de socas jóvenes, afectados en distinto grado por sequía.

En los tratamientos bajo riego, las láminas de agua requeridas se aplicaron a través de un sistema de riego por gravedad según el balance hídrico (lluvia+riego / evaporación tanque A).

La información meteorológica se obtuvo de los registros diarios de la estación meteorológica de la EEAO (Las Talitas, Tucumán, Argentina).

Las características de cada ensayo se presentan en la Tabla 1, y en la Tabla 2 se muestran las condiciones térmicas e hídricas registradas entre la plantación y el fin de la emergencia de cada experimento.

Procesamiento de la información y análisis estadísticos

La dinámica de la emergencia fue estudiada a través de determinaciones frecuentes del número de tallos (con al menos una hoja verde ligulada) y con dicha información, se calculó en cada ensayo y repetición la evolución acumulada en el tiempo del porcentaje de emergencia, sobre la base de la densidad de yemas plantadas en cada caso.

La caracterización de la dinámica temporal de la emergencia se realizó utilizando la metodología del Ajuste a Funciones de Crecimiento (Scott *et al.*, 1984; Stevens *et al.*, 1986 a y b; Eskridge and Stevens, 1987), trabajando con la evolución acumulada del porcentaje de emergencia de cada réplica y en cada experiencia analizada.

Se empleó para el ajuste en función del tiempo un modelo "Logístico Simple":

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

Donde:

Y: emergencia en %, en cualquier tiempo *t*;

A: emergencia final (%). Valor asintótico;

b: constante;

c: tasa media de emergencia (%.d⁻¹);

t: tiempo en días (d).

La bondad de los ajustes se evaluó a través del Coeficiente de Determinación (*R*²) y la significación de la relación (test *F*), eligiendo los ajustes con *R*² mayores a 0,90 y con un test *F* altamente significativo (*P*<0,05). Los datos originales y los calculados se compararon gráficamente, para asegurar una adecuada representación de los datos originales.

A partir de los ajustes, se obtuvieron las variables "deducidas" que caracterizan la emergencia: **A:** emergen-

cia final (%); **t_e**: días a la aparición del primer brote; **t₅₀** y **t₉₀**: días al 50% y 90% de la emergencia final y **c**: tasa media de emergencia.

Previo comprobación de la distribución normal de las variables deducidas (test de Kolmogorov-Smirnov) y de la homogeneidad de varianza dentro de cada experiencia (test de Cochran y de Bartlett) y entre los distintos ensayos (test *F*), se procedió al análisis conjunto de la varianza utilizando modelos convencionales de ANOVA (épocas y réplicas) o factoriales, cuando se incluyen como tratamientos, además de la época de plantación, los cultivares, regímenes hídricos y nivel de troceado. Para la comparación de medias se empleó el test de Tukey al 5% de probabilidad (Pimentel Gómez, 1977).

A fin de valorar en la información disponible la importancia relativa de cada factor externo y de manejo evaluados, se estimó su incidencia porcentual en la varianza total utilizando la técnica de regresión lineal múltiple. Se realizó un análisis discriminado para los efectos en la emergencia final (%), en la tasa media de emergencia y la duración de la fase (*t_e*, *t₅₀* y *t₉₀*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se presenta la contribución relativa de los principales factores de manejo a la varianza total de distintas variables que caracterizan la dinámica de la emergencia en campo de la caña planta.

El factor de mayor influencia en las variables estudiadas fue la época de plantación, afectando no sólo el porcentaje de emergencia sino también la tasa y duración, explicando entre el 60% y 90% de la variación total de las variables estudiadas, siendo en todos los casos altamente significativa. Estos resultados confirman los antecedentes citados en distintas zonas cañeras del mundo (Van Dillewijn, 1952; Humbert, 1974; Clements, 1980; Cassalett Dávila *et al.*, 1995; Pérez Zamora y Romero, 1992).

La incidencia del cultivar, también altamente significativa, explicó entre el 6% y 12% de la varianza total e influyó en todas las variables evaluadas.

La disponibilidad hídrica explicó entre el 0,5% al 3,0% de la variación total, evidenció efectos altamente significativos en el ritmo y duración de la emergencia y de menor significación en el porcentaje final.

El troceado sólo influyó en la emergencia final, con una significación del 10%.

La interacción Época x Variedad se mostró significativa en la mayoría de las variables, lo que indica un comportamiento diferencial de los cultivares estudiados de acuerdo a la época de plantación. A su vez, el aporte hídrico suplementario modifica el efecto de la época de plantación, especialmente en el ritmo de la emergencia y en el tiempo requerido para el inicio de la fase, ya que existe una interacción significativa Época x Agua.

Además, la significancia de la interacción Época x

Tabla 1. Resumen de las principales características de los ensayos analizados.

Ensayos	Variedad	Época de plantación	Disponibilidad hídrica	Diseño experimental	Características y evaluaciones
1	TUCCP 77-42	10 fechas sucesivas: junio 1995 julio 1995 1º agosto 1995 2º agosto 1995 1º setiembre 1995 2º setiembre 1995 1º octubre 1995 2º octubre 1995 1º noviembre 1995 2º noviembre 1995	Riego	Bloques al azar con tres réplicas con la época de plantación (10 fechas sucesivas) como tratamiento. Parcelas de un surco de base ancha de 3 m de longitud, con líneas distanciadas a 1 m. Se colocaron 45 yemas/parcela (15 yemas/m), utilizando 15 estacas de tres yemas, desechando 2-3 entrenudos apicales y 4-5 basales.	El riego se aplicó, desde el día de la plantación y luego, cada 7 a 15 días, según balance hídrico (lluvia y riego /evaporación tanque A), una lámina de 20 mm/repeticion. Se siguió la evolución, dos veces a la semana, del número de brotes emergidos (al menos una hoja verde ligulada). Las malezas se controlaron químicamente y no se fertilizó.
2	NA 56-79	agosto 1988	Secano y riego	Totalmente aleatorizado con tres réplicas. Parcelas de tres surcos de 3 m, 15 yemas/m en trozos de tres yemas.	Cinco recuentos sucesivos del número de tallos emergidos en testigo a secano y testigo con riego. Control químico de malezas y sin fertilización.
3	TUCCP 77-42 NA 63-90 NA 56-79	mayo 1989	Secano y riego	Parcelas divididas con tres réplicas de un surco de 5 m de largo, con 100 yemas por parcela. Caña semilla de buen crecimiento, troceado corto (trozos de 35 cm de largo).	Ocho muestreos sucesivos destructivos en 40-50 yemas/réplica, contando el número de brotes emergidos y evaluaciones no destructivas cada 10 días sobre tres réplicas, del nº total de tallos, altura y nº de hojas verdes. Control químico de malezas y sin fertilización.
4	NA 63-90 NA 56-79	agosto 1989	Secano y riego	Parcelas divididas con tres repeticiones de un surco de 8,5 m de largo. Doce yemas/m, en trozos individuales. Se analizan los testigos en secano y con riego.	Diez muestreos sucesivos, determinando la evolución de la población total de tallos por parcela. Control químico de malezas y sin fertilización.
5	TUCCP 77-42 TUC 72-16	setiembre 1991	Secano (un riego)	Totalmente aleatorizado con tres réplicas de un surco de 1 m de largo, 18 yemas/m en trozos de tres yemas. Se analizan los testigos.	Cinco muestreos sucesivos destructivos, evaluando en tres parcelas el número de brotes primarios emergidos. Control químico de malezas y sin fertilización.
6	TUCCP 77-42 TUC 72-16 NA 63-90 CP 65-357 CP 65-350	marzo 1992	Secano, con alta disponibilidad de agua	Totalmente aleatorizado con 12 réplicas de un surco de 3 m de largo, con 10 yemas/m, en trozos individuales con extremos sellados con cera para evitar la deshidratación. Se analizan los testigos.	Cuatro recuentos sucesivos desde la plantación y hasta fines de abril, contando el número de brotes primarios emergidos. Control químico de malezas y sin fertilización.
7	TUCCP 77-42	octubre 1995	Secano	Totalmente aleatorizado con cuatro réplicas de un surco de 2 m, 15 yemas/m en trozos de tres yemas. Se analizan los testigos.	Ocho evaluaciones sucesivas desde octubre, del nº de tallos, la altura y el nº de hojas verdes/ tallo. Control químico de malezas y sin fertilización.
8	TUCCP 77-42 TUC 72-16	setiembre 1996	Secano y riego	Bloques al azar con cuatro repeticiones de cuatro surcos de 15 m de largo. Quince yemas/m, en trozos de tres yemas. Plantación en surcos de base ancha a 1,60 m.	Cinco muestreos sucesivos durante la emergencia del número total de tallos. Superfosfato en el fondo del surco de la plantación. Control químico de malezas, sin fertilización nitrogenada.

Tabla 2. Temperatura media del aire y precipitación acumulada durante la fase de emergencia, como el aporte extra de agua aportada en los distintos ensayos.

Ensayos	Época de plantación	Disponibilidad	Lluvias	Riego	Relación (lluvia+riego)/ evaporación	Temperatura media del aire (°C)
1	junio 1995	Riego	39,8 mm	360 mm	0,99	16,3
	julio 1995	Riego	27,8 mm	280 mm	1,00	15,9
	agosto 1995	Riego	23,7 mm	256 mm	0,98	18,2
	agosto 1995	Riego	60,8 mm	275 mm	0,98	20,7
	setiembre 1995	Riego	60,8 mm	200 mm	0,96	20,8
	setiembre 1995	Riego	56,6 mm	200 mm	0,99	22,3
	octubre 1995	Riego	91,6 mm	190 mm	0,98	23,8
	octubre 1995	Riego	91,8 mm	140 mm	0,99	24,0
	noviembre 1995	Riego	79,8 mm	120 mm	1,01	24,7
	noviembre 1995	Riego	69,7 mm	80 mm	0,97	24,6
2	agosto 1988	Secano y riego	43,5 mm	160 mm	0,22 - 0,57	20,2
3	mayo 1989	Secano y riego	157,3 mm	140 mm	0,38 - 0,72	17,0
4	agosto 1989	Secano y riego	174,5 mm	120 mm	0,44 - 0,74	20,2
5	setiembre 1991	Secano (un riego)	115,2 mm	40 mm	0,47	20,2
6	marzo 1992	Secano, alta disponib.	294,1 mm	---	1,50	23,1
7	octubre 1995	Secano	93,8 mm	--	0,26	24,4
8	setiembre 1996	Secano y riego	262,9 mm	100 mm	0,73 - 1,01	21,4

Tabla 3. Incidencia relativa de los factores de manejo en la varianza total de seis indicadores de la dinámica de la emergencia en caña planta.

Fuentes de variación	Contribución porcentual en la varianza total					
	Variables analizadas					
	Emergencia	Tasa media de emergencia	Tasa máxima de emergencia	t _e (días)	t ₅₀ (días)	t ₉₀ (días)
Época	72,500 ***	59,300 ***	69,300 ***	89,30 ***	86,600 ***	81,80 ***
Variedad	12,000 ***	8,800 ***	8,800 ***	5,70 ***	8,000 ***	10,40 ***
Agua	0,500 *	2,900 ***	1,800 ***	1,10 ***	1,600 ***	1,90 ***
Troceado	0,300 +	0,001	0,060	0,01	0,000	0,05
Réplicas	0,200	0,600	0,400	0,05	0,002	0,04
E x V	0,800 +	3,500 ***	0,900	0,52 ***	0,760 ***	1,20 ***
E x A	0,200	3,500 ***	2,100 **	0,51 ***	0,070	0,03
V x A	0,200	0,600	0,150	0,09	0,030	0,05
E x V x A	0,100	0,005	0,008	0,35 **	0,280 ***	0,25
E x T	0,000	0,020	0,000	0,00	0,000	0,00
V x T	0,007	1,000	0,001	0,02	0,070	0,04
E x V x T	0,000	0,006	0,000	0,00	0,000	0,00
No explicados	13,100	19,700	16,400	2,20	2,600	4,20
Test F múltiple	90,300 ***	43,200 ***	53,100 ***	344,70 ***	342,200 ***	266,20 ***

***: significativo al 0,1 %; **: 1%; *: 5%; +: 10%.

Variedad x Agua en la duración de las subfases de la emergencia (t_e, t₅₀ y t₉₀) indica que la intensidad del efecto del régimen hídrico en la duración de la emergencia depende, en cierta medida, de la época de plantación y además de una respuesta varietal diferencial al aporte de

agua, que es variable según la época. En las interacciones restantes no se observaron efectos significativos.

La Tabla 4 expresa la influencia de la época de plantación en condiciones hídricas adecuadas, sobre algunas de las variables que caracterizan la dinámica de la

emergencia, discriminada para distintos cultivares.

En todas las variedades, se manifestó el efecto significativo de la época de plantación. Entre mayo y agosto (fines de otoño e invierno) se registraron los menores porcentajes y tasas de emergencia y las mayores demoras, tanto para el establecimiento del primer brote, como al 50% y 90% de la emergencia final. Al analizar los distintos momentos de plantación dentro de dicho período, se evidenciaron mejoras significativas y sucesivas desde mayo a agosto, especialmente en la duración de la fase.

En las plantaciones primaverales (septiembre a noviembre) y estivales (marzo), se registraron cambios significativos en todas las variables evaluadas, incrementando el porcentaje final de emergencia y la tasa media en las siembras de noviembre y marzo (verano) y logrando una sustancial reducción del tiempo requerido para el cumplimiento de esta fase.

En todos los cultivares evaluados, los máximos porcentajes de emergencia en campo se registraron en las plantaciones de marzo (entre el 66% y 77%), comportamiento que resultaría de la interacción favorable entre la edad de las yemas, por ende su calidad, y las condiciones ambientales.

Además, resultaron de importancia las diferencias observadas entre los cultivares evaluados, al comparar su comportamiento en épocas similares. De esta manera,

TUCCP 77-42 mostró los mayores porcentajes y ritmos de emergencia y las menores duraciones en todas las épocas comparadas. TUC 72-16 evidenció porcentajes de emergencia ligeramente inferiores a los de TUCCP 77-42, con mayores diferencias en la velocidad y duración de la fase. NA 56-79, con porcentajes de emergencia semejantes a los de NA 63-90 en las siembras de mayo y agosto, mostró una tasa media mayor y una menor duración de la fase. Sin embargo, su desempeño resulta significativamente inferior al evidenciado por TUCCP 77-42 en fechas similares.

NA 63-90 evidenció una capacidad y ritmo de emergencia inferior a la de los materiales TUC en todas las épocas. Cabe destacar la respuesta marcadamente diferencial que muestra este genotipo al comparar su comportamiento en la plantación estival (66,1%) con el de las de mayo (35,3%) y agosto (37,5%). En marzo se duplicó el porcentaje de emergencia registrado en las otras fechas, y estas diferencias se acentuaron más aún en el ritmo y la duración de la fase.

El comportamiento diferencial entre cultivares en condiciones comparables, y su respuesta frente a modificaciones de algunos factores de manejo (época de siembra, riego, etc.) ha sido reportada anteriormente (Van Dillewijn, 1952; Cassalet Dávila *et al.*, 1995; Cerrizuela *et al.*, 1966; Pérez Zamora y Romero, 1992).

Tabla 4. Efectos del cultivar y de la época de plantación en el porcentaje final, en la tasa y duración de la emergencia en campo, bajo condiciones hídricas adecuadas.

Variedad	Época	Emergencia (%)	Tasa media (%.d ⁻¹)	t ₀ (d)	t ₅₀ (d)	t ₉₀ (d)
TUCCP 77-42	Mayo	50,2 d	0,16 cd	60,9 b	74,2 b	88,1 b
	Junio	50,0 d	0,16 c	68,3 a	80,5 a	94,8 a
	Julio	44,7 d	0,26 bcd	60,5 b	71,0 b	79,7 c
	Agosto	46,0 d	0,25 bcd	41,9 c	48,8 c	57,9 d
	Setiembre	61,7 c	0,25 bcd	28,6 d	37,6 d	46,7 e
	Octubre	63,2 bc	0,33 b	21,5 e	28,7 e	36,1 f
	Marzo	77,1 a	0,29 b	8,3 f	18,9 f	26,4 g
	Noviembre	73,5 ab	0,46 a	15,9 e	21,1 f	26,0 g
	MDS (*)	11,4	0,09	6,0	5,8	6,6
	Media Mayo - Agosto	47,7	0,21	57,9	68,6	80,1
	Media Setiembre - Marzo	68,9	0,34	18,6	26,6	33,8
TUC 72-16	Setiembre	58,8 c	0,17 c	33,9 d	49,5 d	65,2 d
	Marzo	72,9 a	0,25 b	8,7 e	20,7 e	29,3 e
NA 56-79	Mayo	38,0 d	0,15 c	80,3 a	93,3 a	109,4 b
	Agosto	39,2 d	0,11 d	46,6 c	63,9 c	84,9 c
NA 63-90	Mayo	35,3 d	0,11 d	81,9 a	98,9 a	120,9 a
	Agosto	37,5 d	0,11 d	67,2 b	83,1 b	103,0 b
	Marzo	66,1 b	0,35 a	14,7 e	23,0 e	29,3 e
	MDS	6,5	0,02	6,9	6,3	9,9
Promedio general	Mayo - Agosto	42,6	0,16	63,4	76,7	92,3
	Setiembre - Marzo	67,6	0,30	18,8	28,5	37,0

* MDS: mínima diferencia significativa (P< 0,05).

En la Tabla 5 se presenta el efecto del riego suplementario en la emergencia de la caña planta de los diferentes cultivares y según distintas épocas de plantación.

Debe considerarse que las deficiencias hídricas soportadas por los tratamientos de secano no resultaron severas, con la excepción de la experiencia implantada en agosto de 1988 (ensayo 2) y agosto de 1989 (ensayo 4).

Se manifestó un efecto favorable del riego en todas las variables evaluadas, aunque con mayor incidencia en el ritmo y en la duración que en el porcentaje final de emergencia.

Como comportamiento general se determinó que:

- la tasa de emergencia de los tratamientos regados incrementó, con respecto a los en secano, un 29,7%;
- hubo una disminución media de siete días en el tiempo requerido para la aparición del primer brote (t_e) y de 10 días para alcanzar el 90% de la emergencia final (t_{90});
- la incidencia del riego en el porcentaje final no resultó significativa, aunque con una tendencia favorable y un aumento medio de 3,2%.

Los resultados obtenidos destacan diferencias en la intensidad de la respuesta entre los genotipos evaluados al aporte adicional de agua. Asimismo, se encontraron diferencias entre ellos, al considerar las distintas épocas de plantación. En estos cultivares, la mejor respuesta al riego fue observada en épocas de plantación asociadas a condiciones térmicas más adecuadas, lo que está de acuerdo con la interacción significativa Época x Variedad x Agua en el análisis de la varianza total.

TUCCP 77-42 mostró la mayor respuesta al riego, con mejoras en el porcentaje, la tasa de emergencia y,

especialmente significativas, en la disminución de la duración de la fase. Se observó que la fecha de plantación modifica la intensidad de la respuesta al aporte de agua, observándose los menores efectos en la plantación de mayo y los máximos en las primaverales, especialmente en la de octubre. TUC 72-16 mostró una menor respuesta que TUCCP 77-42 al comparar la siembra de septiembre.

NA 56-79 evidenció sensibilidad al riego suplementario en las dos épocas evaluadas, aún cuando éstas ofrecían condiciones restrictivas para la emergencia. La magnitud de la respuesta fue mayor en el porcentaje y en la reducción de la duración de la fase en la plantación de agosto, posiblemente relacionada con la ocurrencia de deficiencias hídricas más severas en el tratamiento a secano. En la siembra de mayo se destaca un aumento significativo de la tasa media de emergencia.

NA 63-90 registró una muy baja respuesta al aporte hídrico en las dos épocas analizadas, detectándose solo en la siembra de mayo, un efecto significativo en la duración. La deficiente respuesta al riego que muestra esta variedad en siembras otoño-invernales contrastó con el excelente desempeño que evidenció en la siembra de marzo (Figura 1). Este comportamiento podría estar asociado a su modalidad de maduración extratemprana, que al momento de la siembra en mayo y en agosto presenta un elevado contenido de sacarosa y bajos tenores de azúcares reductores y de agua, afectando el porcentaje y el ritmo de la emergencia (Van Dillewijn, 1952; Cassalet Dávila *et al.*, 1995).

En la Figura 1 se observa que, en una plantación estival (marzo), los cultivares TUCCP 77-42 y TUC 72-16

Tabla 5. Influencia del régimen hídrico en la dinámica de la emergencia de caña planta en campo de diferentes cultivares implantados en distintas épocas.

Variedad	Época	Régimen Hídrico	Emergencia (%)	Tasa media (%.d ⁻¹)	t _e (d)	t ₅₀ (d)	t ₉₀ (d)
TUCCP 77-42	Mayo	Secano	48,2 b	0,160 de	71,8 c	84,9 d	99,1 c
		Riego	50,4 b	0,160 cde	61,0 d	74,2 e	87,9 d
	Setiembre	Secano	59,3 a	0,170 cd	32,1 f	45,9 h	59,3 f
		Riego	61,7 a	0,250 b	28,6 f	37,6 i	46,7 g
	Octubre	Secano	55,9 ab	0,190 c	24,5 fg	36,3 i	46,8 g
		Riego	63,2 a	0,330 a	21,5 g	28,7 j	36,1 h
TUC 72-16	Setiembre	Secano	54,8 ab	0,150 d	40,4 e	55,5 g	70,5 e
		Riego	59,1 a	0,190 c	35,0 ef	49,7 gh	64,5 ef
NA 56-79	Mayo	Secano	36,6 c	0,120 defg	81,9 b	97,6 bc	117,7 b
		Riego	38,5 c	0,160 cde	79,9 b	92,1 c	107,3 c
	Agosto	Secano	31,3 c	0,110 fg	65,3 cd	78,9 e	98,9 c
		Riego	39,2 c	0,130 ef	46,6 e	63,9 f	84,9 d
NA 63-90	Mayo	Secano	35,3 c	0,090 g	90,3 a	110,8 a	137,4 a
		Riego	35,2 c	0,110 fg	81,9 b	98,9 b	120,8 b
	Agosto	Secano	38,2 c	0,150	70,4 c	84,1 de	101,0 c
		Riego	37,6 c	0,130 ef	67,2 cd	83,1 de	103,0 c
MDS (*)			8,8	0,035	7,0	5,9	8,7
Media general		Secano	44,9	0,140	59,6	74,2	91,3
		Riego	48,1	0,180	52,7	66,0	81,4

* MDS: mínima diferencia significativa ($P < 0,05$).

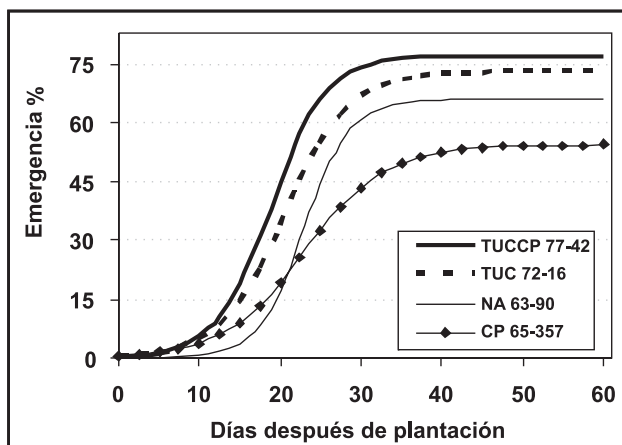


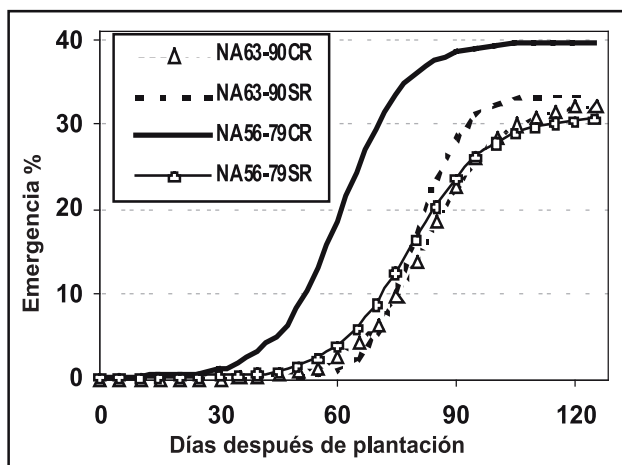
Figura 1. Dinámica de la emergencia a campo de cinco variedades de caña de azúcar, para una siembra de marzo de 1992, bajo condiciones térmicas e hídricas adecuadas.

manifiestan emergencias rápidas y elevadas, y el cultivar CP 65-357 muestra un tiempo semejante al de los materiales anteriores para la aparición del primer brote (t_e), pero con menores tasas de emergencia y porcentaje final.

En cambio, NA 63-90 evidencia una prolongada demora hasta la aparición del primer brote (t_e), pero a continuación su ritmo de emergencia supera al de los restantes cultivares evaluados, logrando un porcentaje intermedio entre las variedades TUC y CP.

La dinámica de la emergencia de distintos cultivares en condiciones de secano y con riego suplementario en plantaciones invierno-primaverales se observa en las Figuras 2 y 3.

En el caso de la plantación de agosto (Figura 2), el riego suplementario indujo significativas mejoras en el comportamiento de todas las variables que caracterizan la emergencia del cultivar NA 56-79, respuesta posiblemente magnificada por la ocurrencia en este ensayo de deficiencias hídricas severas (ensayo 4, Tabla 2). Sin embargo, la



CR: con riego. SR: sin riego.

Figura 2. Dinámica de la emergencia en secano y con riego suplementario de las variedades NA 56-79 y NA 63-90 en una siembra de agosto de 1989. Valores calculados con un modelo sigmoidal - logístico simple, media de tres repeticiones.

variedad NA 63-90, en las mismas condiciones, no mostró ninguna respuesta diferencial.

En una plantación de septiembre (Figura 3) se observa también un efecto positivo del riego en los dos cultivares estudiados, respuesta especialmente importante en el tiempo requerido para la emergencia del primer brote (t_e) y del 50% de los tallos (t_{50}), como también y en especial en TUCCP 77-42, en el ritmo de emergencia. En el porcentaje final, la incidencia del riego no resultó de significación.

CONCLUSIONES

El factor de manejo de mayor influencia en la dinámica de la emergencia lo constituyó la época de plantación, con incidencia en el porcentaje final, en el ritmo de emergencia y especialmente en la duración de esta fase.

Los distintos momentos de plantación podrían agruparse en tres grandes épocas:

- plantaciones desde mayo hasta agosto (fines de otoño e invierno), caracterizadas por los menores porcentajes y tasas de emergencia así como las mayores demoras. Dentro de este grupo se evidencian mejoras sucesivas desde mayo a agosto, especialmente en la duración de la fase;
- plantaciones de septiembre y octubre, que muestran un comportamiento general intermedio;
- plantaciones de noviembre y marzo, que presentan los mayores porcentajes, tasas de emergencia y una sustancial reducción en la duración.

Se destacan el efecto significativo del cultivar en todas las variables evaluadas y la influencia de la disponibilidad hídrica en el ritmo y duración de la fase de emergencia.

Se evidencian diferencias entre cultivares al compararlos en épocas similares y en cada variedad, entre distintos momentos de plantación.

TUCCP 77-42 mostró la máxima capacidad y ritmo de emergencia y las menores duraciones. TUC 72-16 evidenció un comportamiento ligeramente inferior a la anterior. Las variedades NA 63-90 y NA 56-79 manifestaron porcentajes y tasas de emergencia inferiores a las de los materiales TUC. Sin embargo, en las plantaciones estivales (marzo), al menos NA 63-90 registró un porcentaje de emergencia que aproximadamente duplica al de las otoño-invernales, con tasas elevadas y una rápida ocurrencia.

Se observa un efecto general favorable del riego, expresado especialmente en el ritmo y en la duración de la emergencia. Las mejores respuestas se obtuvieron en las épocas de siembra asociadas a condiciones térmicas más adecuadas y/o cuando el déficit de agua fue más severo.

Se destacan diferencias entre cultivares en la intensidad de la respuesta al riego, evidenciando TUCCP 77-42 el mejor comportamiento, en contraste con la escasa respuesta de NA 63-90.

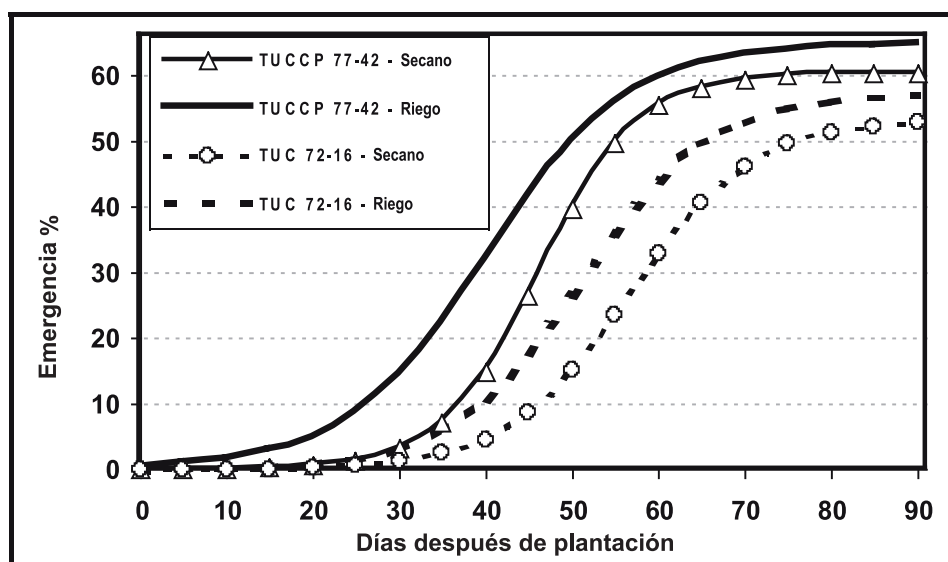


Figura 3. Dinámica de la emergencia en secano y con riego de las variedades TUCCP 77-42 y TUC 72-16 en una siembra de septiembre de 1996. Valores calculados con el modelo sigmoideal - logístico simple, media de cuatro repeticiones.

Es importante una mejor comprensión de la influencia de los principales factores ambientales en la emergencia y el crecimiento inicial de la caña planta, así como de la respuesta diferencial de los cultivares, para crear criterios para una óptima elección de la época de plantación, de cultivares y de estrategias de manejo. Esto permitirá un óptimo desarrollo del cultivo, reduciendo al mínimo las limitaciones ambientales cuando éste inicie su ciclo bajo condiciones menos favorables.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abayomi, Y. A.; E. O. Etejere and O. Fadayomi. 1990.** Effect of stalk section, coverage depth and date of first irrigation on seedcane germination of two commercial sugarcane cultivars in Nigeria. *Turrialba* 40 (1): 58-62.
- Cassalett Dávila, C.; J. Torres Aguas y C. I. Echeverri. 1995.** El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA), Colombia.
- Cerrizuela, E.; R. Arévalo y J. A. Mariotti. 1966.** Estudios de brotación en algunas variedades de caña de azúcar. *Rev. agron. noroeste argent.* 5 (1-2): 211-212.
- Clements, H. F. 1980.** Sugarcane crop logging and crop control: principles and practices. University Press of Hawaii, Honolulu, USA.
- Eskridge, K. M. and E. J. Stevens. 1987.** Growth curves analysis of temperature-dependent phenology models. *Agron. J.* 79: 291-297.
- Fogliata, F. A. 1995.** Agronomía de la caña de azúcar. Ediciones El Graduado, Tucumán, Argentina.
- García Ruiz, I. y L. A. Toledo Guillén. 1984.** Efecto de distintos períodos de almacenaje de la semilla de caña y el momento de aplicación del riego, sobre la brotación de la yema. *Ciencia y Técnica en la Agricultura Cañera* 4 (1): 103-119.
- Humbert, R. P. 1974.** El cultivo de la caña de azúcar. Editorial Continental S.A., México.
- Leonardi, F. J.; J. Elías y M. C. González. 1970.** Épocas de plantación en caña de azúcar. *IDIA* (270): 13-22.
- Mariotti, J. A. 1966.** Tratamientos insecticidas de la caña semilla previo a la plantación. *Rev. agron. noroeste argent.* 5 (1-2): 93-112.
- Méndes Ramos, F. and J. De Sousa Melo. 1973.** Sugarcane planting date trials in Mozambique. En: *Proc. ISSCT Congress*, 14, Baton Rouge, Louisiana, vol. 2, pp. 646-652.
- Pérez Zamora, F. y E. R. Romero. 1992.** Factores que interactúan en la plantación de caña de azúcar. *Avance Agroind.* 13 (51): 14-18.
- Pimentel Gómes, F. 1977.** Curso de Estadística Experimental. 7. ed. Piracicaba, Sao Paulo. Nobel S.A.
- Romero, E. R.; J. A. Rodríguez Rey y L. Guerrero. 1993.** Influencia de diferentes niveles de precipitación en el crecimiento y productividad de caña planta, variedad NA 56-79. *Rev. agron. noroeste argent.* 27 (1-4): 107-131.
- Romero, E. R.; J. Scandaliaris; E. Gramajo; S. Sotillo y C. Hernández. 1997.** Efectos de la disponibilidad hídrica en el crecimiento y en la capacidad productiva de caña planta. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 74 (1-2): 13-19.
- Romero, E. R.; J. Scandaliaris; M. Rufino y M. Morandini. 2000.** Importancia del manejo hídrico en la mejora de la capacidad productiva de la caña de azúcar en Tucumán - Argentina. En: *Memorias 2000 - Seminarios*

- Inter-Americanos de la Caña de Azúcar "Al Amanecer del Nuevo Milenio", Miami, Florida, U.S.A.
- Sánchez Loria, R.; J. Scandaliaris; E. Muro; A. Lazarte y J. Alonso. 1985.** Épocas y sistemas de plantación en caña de azúcar. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 62 (1): 139-146.
- Scott, S. J.; R. A. Jones and W. A. Williams. 1984.** Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Sci.* 24: 1192-1199
- Stevens, E. J.; K. M. Eskridge; S. J. Stevens; A. D. Flowerday and C. O. Gardner. 1986 a.** Phenology of dent corn and popcorn. I.- Analysis of repeated measurements from phenology experiments. *Agron. J.* 78: 1081-1088
- Stevens, E. J.; S. J. Stevens; A. D. Flowerday; C. O. Gardner and K. M. Eskridge. 1986 b.** Phenology of dent corn and popcorn. II.- Influence of planting date on crop emergence and early growth stages. *Agron. J.* 78: 880-884
- Van Dillewijn, C. 1952.** Botany of sugarcane. Ed. Waltham, Mass., U.S.A. The Chronica Botanical Co. Book.
- Whiteman, P. C.; T. A. Bull and K. T. Glasziou. 1963.** The physiology of sugarcane. VI. Effects of temperature, light and water on seed germination and early growth of *Saccharum* spp. *Aust. J. Biol. Sci.* 16 (2): 416-428.
- Yang, S. J. and J. B. Chen. 1980.** Germination response of sugarcane cultivars to soil moisture and temperature. En: *Proc. ISSCT Congress*, 17, Manila, Philippines, vol. 1, pp. 30-36.
-