

Efectos de la temperatura en la emergencia y el crecimiento inicial de caña planta y primera soca, variedad TUCCP 77-42

Eduardo R. Romero*, Javier Tonatto*, Jorge Scandaliaris*,
Patricia Digonzelli* y María F. Leggio Neme*

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue comparar los efectos de la temperatura en la emergencia y el crecimiento inicial de caña planta y primera soca, en condiciones de campo y sin limitaciones hídricas. La información proviene de un ensayo efectuado con la variedad TUCCP 77-42 en una localidad subtropical (Las Talitas, Tucumán, Argentina: 26° 48' Sur - 65° 12' Oeste), en el que se evaluaron los efectos de 10 fechas sucesivas y similares (entre junio y noviembre) de plantación (caña planta) y cosecha (soca 1), bajo condiciones óptimas de manejo y disponibilidad hídrica. El análisis evidenció que los efectos causados por la época de plantación/ cosecha resultaron prácticamente explicados por el comportamiento del régimen térmico, constituyendo este el factor de máxima influencia en la dinámica de la emergencia y crecimiento inicial de la caña planta y primera soca. La temperatura media del aire mostró una estrecha relación con la emergencia final y las tasas medias de emergencia, elongación caulinar y aparición foliar. Se establecieron relaciones inversas significativas entre la temperatura y la duración de la emergencia, del crecimiento en altura de los tallos primarios y de la aparición de hojas verdes liguladas. En condiciones térmicas similares, los porcentajes de emergencia de la caña planta y soca no difirieron significativamente, pero debido a la mayor cantidad de yemas disponibles para el rebrote, la soca 1 estableció un número significativamente mayor de tallos primarios por metro de surco. Las mayores tasas de emergencia y de aparición foliar de la caña soca, junto a la significativa reducción en la duración de la emergencia que evidenció esta, le permitieron mostrar un adelanto fenológico importante respecto de la caña planta.

Palabras clave: caña de azúcar, edad del cañaveral, fase inicial.

ABSTRACT

Effects of temperature on emergence and early growth of plant cane and first ratoon crops, variety TUCCP 77-42

The purpose of this research was to evaluate the effects of temperature on emergence and early growth of TUCCP 77-42 sugarcane plant and first ratoon crops, under field conditions and without water limitations. Data derived from ten similar and successive planting (plant cane) and harvesting (first ratoon) times from June to November, under optimal growth conditions at a subtropical site (Las Talitas, Tucumán, Argentina: 26° 48' S, 65° 12' W). Analysis showed that the effects caused by planting and harvesting dates were mainly related to thermal conditions, with temperature being the most influencing factor on emergence and early growth dynamics in plant cane and ratoon crops. Thermal factor showed a close relationship with final emergence and average emergence rate, stem elongation and leaf appearance. Highly significant inverse relationships with emergence, elongation duration, as well as expanded leaf appearance, were established. Under a similar thermal regime, emergence percentages for plant cane and ratoon crops did not differ, but because of the larger number of buds available on the first ratoon stubble, a significantly higher number of primary stalks per row meter were established. Since emergence stage was shorter in first ratoon crops, emergence, elongation and leaf appearance rates were higher than in plant cane. This signalled an important phenological advance.

Key words: sugarcane, crop age, early growth.

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

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo perenne de regiones tropicales y subtropicales, donde el clima juega un papel importante tanto en la determinación de la duración del ciclo productivo, como en la extensión del período de cosecha. En regiones subtropicales, por lo general se cosecha cada nueve a dieciocho meses, durante el período del año en el cual la temperatura limita la emergencia, el crecimiento y desarrollo inicial de la siguiente soca. Los tallos primarios emergen a partir de las yemas que portan los trozos de tallo plantados o de las porciones subterráneas de los tallos remanentes después de la cosecha (cepas). El cañaveral que se cosecha por primera vez luego de la plantación, se denomina caña planta y los que se cosechan a partir de los rebrotes en los años sucesivos, se les llama cañas soca. El ciclo económico de un cañaveral comprende el número de ciclos de producción que ocurren antes que se descepe y se replante el cultivo.

La emergencia y el crecimiento inicial representan una fase fenológica crítica en el ciclo de producción anual, la cual resulta afectada por varios factores internos y externos, desempeñando la temperatura un papel importante en el progreso y cumplimiento de esta fase (Van Dillewijn, 1952). Una rápida emergencia y crecimiento inicial de los tallos primarios resulta importante para el inicio temprano del macollaje y posteriormente, para favorecer un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles durante la fase de crecimiento activo del cultivo.

La temperatura tiene importantes efectos sobre el ritmo de crecimiento y desarrollo del cañaveral, como así también en la duración de las fases fenológicas, debido a su significativa influencia en las tasas de emergencia, de aparición de tallos y hojas y de la elongación caulinar (Van Dillewijn, 1952; Perumal, 1989). Además, la temperatura afecta los distintos procesos bioquímicos que controlan la actividad meristemática, estrechamente asociada con el desarrollo foliar y caulinar (Kingston, 2000; Ferraris y Chapman, 1991; Kapur y Kanwar, 1985).

Debido a que la producción de caña de azúcar involucra el manejo y la cosecha de cañas plantas y socas, resulta importante determinar si existe una respuesta diferencial a la temperatura según la edad del cañaveral, información de interés para la generación de estrategias más adecuadas de manejo.

Diferentes autores reportan que las cañas socas generalmente crecen con mayor rapidez, y que su canopeo se desarrolla y cierra mucho antes que el de las cañas plantas bajo condiciones ambientales similares (Inman-Bamber, 1994; Fogliata, 1995). Sin embargo, tanto a nivel internacional como local, son escasos los estudios comparativos de la influencia de la temperatura sobre el desarrollo y crecimiento inicial de cañaverales de distinta edad de cepa.

El objetivo de esta investigación fue evaluar comparativamente, en condiciones de campo y sin limitaciones hídricas, los efectos de la temperatura en la emergencia y en el crecimiento y desarrollo inicial de la caña planta y la primera soca de la variedad TUCCP 77-42.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) (Las Talitas, Tucumán, Argentina: 26° 48' Sur- 65° 12' Oeste), sobre un suelo arcillo-arenoso (taxonomía de suelo USDA: Argiudol Típico), con las siguientes propiedades: pH 6,3 - 6,7; contenido de materia orgánica: 2,5-2,8%; disponibilidad de fósforo: 40 ppm (Bray II); disponibilidad de potasio: 1,0 K Cmol +/kg; agua disponible: 150 mm/m y sin limitaciones de drenaje.

Se trabajó con la variedad TUCCP 77-42, que es uno de los tres materiales comerciales de mayor difusión local, ocupando el 17,2% del área cañera de Tucumán (Cuenya *et al.*, 2009).

Entre junio y mediados de noviembre del año 1995 se realizaron, en 10 fechas similares y sucesivas, plantaciones (caña planta) y cosechas (soca 1), destinadas a generar los diferentes escenarios térmicos que permitirían efectuar las evaluaciones comparativas previstas (Tabla 1).

Los tratamientos, que incluían la edad de la cepa (planta y soca 1) y las épocas de plantación/ cosecha, se plantearon como un arreglo factorial usando un diseño experimental en bloques completos al azar, con tres repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió en un surco de base ancha de 3 m de longitud, en líneas distan-

Tabla 1. Fechas de plantación y cosecha para caña planta y soca 1 del cultivar TUCCP 77-42, y la temperatura media del aire desde la fecha de plantación/ cosecha hasta el fin de la emergencia.

Fecha de plantación/ cosecha	Temperatura media (°C)	
	Caña planta	Soca 1
28/06/1995	16,2	14,9
12/07/1995	16,1	15,4
08/08/1995	18,1	17,1
22/08/1995	20,3	18,2
11/09/1995	20,8	18,8
28/09/1995	22,2	20,9
11/10/1995	23,4	22
26/10/1995	23,8	23,5
06/11/1995	24,8	23,1
15/11/1995	25,4	24,8

ciadas a 1 m, para cada fecha de plantación. La densidad de plantación fue de 15 yemas/ metro de surco.

El ensayo requerido para evaluar la emergencia de la soca 1 se plantó en septiembre de 1994, usando el diseño experimental descrito e incluyendo parcelas adicionales para efectuar determinaciones complementarias. La caña semilla fue seleccionada de lotes semilleros disponibles en el campo experimental de la EEAO. Durante el período de crecimiento de la caña planta, se efectuó un control óptimo de malezas, riego y fertilización, a fin de asegurar una adecuada conformación de la cepa sobre la que se realizarían las evaluaciones de la emergencia en el rebrote (soca 1). Por otro lado, se suministró caña semilla de alta calidad para el ensayo de emergencia en caña planta. La disponibilidad de N, P y K en el suelo fue adecuada para la emergencia de la caña planta, pero a fin de fortalecer el crecimiento y desarrollo de la cepa para el futuro rebrote, se aplicaron 90 kg de N/ha al final de la emergencia de la caña planta del primer ensayo (noviembre de 1994).

Los ensayos se efectuaron en condiciones adecuadas de disponibilidad hídrica y, a tal efecto, todas las parcelas de ambos ensayos fueron irrigadas con una frecuencia determinada según un balance hídrico (lluvia+riego/ tanque de evaporación clase A). Las malezas se controlaron químicamente en pre y post-emergencia (ametrina).

Para la implantación de los ensayos se seleccionaron, de lotes semilleros, tallos de óptimo crecimiento (entrenudos de más de 150 mm de largo y de 20 mm de diámetro) y con yemas bien desarrolladas, los que fueron deshojados manualmente, eliminándose de tres a cuatro entrenudos apicales y cuatro a cinco basales, y preparándose, a partir de la porción media, trozos de dos o tres yemas.

En el ensayo de soca 1, antes de la primera fecha de cosecha (mayo de 1995) se determinó en cada repetición, el número final de tallos molibles. Además, se realizaron excavaciones en cinco parcelas complementarias para determinar número de yemas por metro y por tallo molible, potencialmente disponibles para la emergencia de la primera soca. Esta información fue usada como valor de referencia para evaluar el porcentaje de emergencia de la soca 1.

Dos veces por semana, en cada edad de cepa, época de plantación y en cada repetición, se determinó la evolución de las siguientes variables:

- Número total de tallos primarios emergidos (al menos con una hoja verde).
- Altura de los tallos primarios, establecida desde la superficie del suelo y el anillo visible de la hoja +1, medida en todos los tallos emergidos por repetición.
- Número de hojas verdes con la lígula visible por tallo primario, determinado en todos los tallos por repetición.

Asimismo, se registraron las fechas de inicio (al menos un tallo primario emergido por parcela) y fin de la emergencia (inicio del macollaje).

La información térmica fue obtenida de una estación

meteorológica localizada en la EEAO cerca del ensayo, y los registros diarios fueron usados para calcular la temperatura media del aire.

La caracterización de la dinámica de la emergencia se realizó **mediante la metodología del ajuste a funciones de crecimiento** (Stevens *et al.*, 1986a y b), trabajando con la evolución acumulada (expresada como número de tallos y como porcentaje) de cada réplica, en cada edad de cepa y en cada época de plantación, en función del tiempo. Se empleó para el ajuste un **modelo logístico simple**:

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

Donde:

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

A: emergencia final (%). Valor asintótico.

b: constante.

c: factor que indica la tasa media de emergencia (% x d^{-1}).

t: tiempo en días (*d*).

Se eligieron los ajustes con R^2 mayores a 0,93 y con un test F altamente significativo ($p > 0,05$). Además, los datos observados y los calculados se compararon gráficamente, para asegurar una adecuada representación de los datos originales.

Para caracterizar la elongación de los tallos primarios y la dinámica de la aparición de hojas verdes expandidas por tallo primario, se empleó la misma metodología y modelo matemático utilizado para la emergencia.

Para el ajuste de la dinámica de la altura media y de la evolución del número de hojas verdes por tallo primario, en cada época y edad de cepa, se utilizaron los valores promedio de cada fecha de evaluación, resultantes de la medición de todos los brotes emergidos por repetición, considerando el tiempo transcurrido entre la plantación/ cosecha y el fin de la emergencia (TBL Curve 2D Trial Version 3.1 – AISN Software, USA).

A partir de los ajustes seleccionados para las variables evaluadas en cada repetición y tratamiento, se generaron las variables “deducidas” que caracterizaron la emergencia y el crecimiento y desarrollo foliar inicial de la caña planta y soca 1: **A**: emergencia final (en número de tallos primarios/ m de surco y en porcentaje); **t₅₀**: días al 50% de la emergencia final y **C**: tasa media de emergencia; **A_E**: altura media al fin de la emergencia; **C_{AE}**: tasa media de elongación; **t_{50A_E}**: días hasta el 50% de la altura al fin de la emergencia; **N_{HV}**: número de hojas verdes liguladas por tallo primario al término de la emergencia; **C_{HV}**: tasa media de aparición foliar y **t_{50HV}**: días hasta el 50% del número de hojas verdes liguladas por tallo primario, al término de la emergencia.

Previo comprobación de la distribución normal de las variables deducidas (test de Kolmogorov-Smirnov) y de la homogeneidad de varianzas (test de Cochran y de Bartlett), se usó un modelo factorial simple de ANOVA (Infostat –

Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba), para evaluar la contribución relativa de los principales factores analizados sobre la varianza total para las diferentes variables de crecimiento y desarrollo del cultivo. Para la comparación de medias se empleó el test de Tukey al 5% de probabilidad.

Las relaciones entre la emergencia y las variables del crecimiento caulinar y desarrollo foliar inicial con la temperatura media del aire, fueron evaluadas por medio de técnicas de regresión lineal y no lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica de la emergencia de la caña planta y de la primera soca de la variedad TUCCP 77-42 en tres épocas contrastantes de plantación/ cosecha, se presentan en la Figura 1.

Se destacan importantes diferencias entre las edades de cepa estudiadas al comparar su comportamiento en épocas similares de plantación/ cosecha. La emergencia de la soca 1 se inició y finalizó antes; además, fue mayor la cantidad final de tallos primarios establecidos al término de esta, en cada época que se compara.

En la Tabla 2 se analiza la contribución relativa de los distintos factores evaluados a la varianza total de las variables que caracterizaron la emergencia, el crecimiento caulinar y el desarrollo foliar inicial de la variedad TUCCP 77-42.

La época de plantación/ cosecha fue el factor que afectó en mayor medida a la emergencia, el crecimiento y desarrollo inicial de la caña planta y soca 1 del cultivar TUCCP 77-42. Este factor explicó entre el 18,3% y 96,5% de la varianza total asociada a las distintas variables eva-

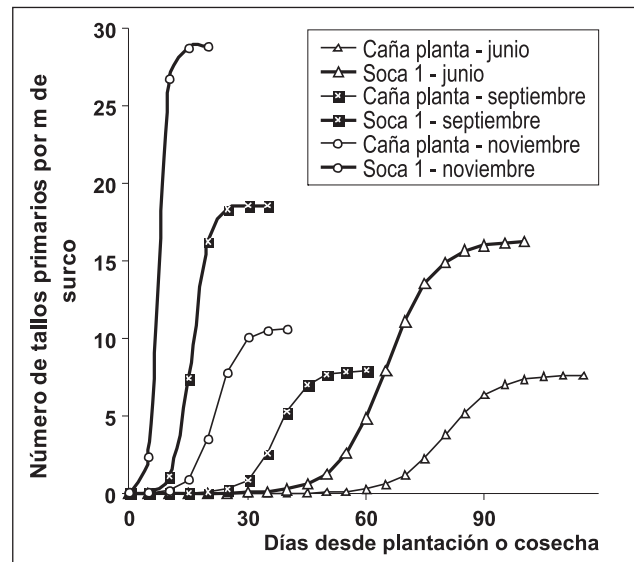


Figura 1. Comparación de la dinámica de la emergencia de caña planta y soca 1 de la variedad TUCCP 77-42, en tres épocas contrastantes de plantación/ cosecha (junio, septiembre y noviembre).

Tabla 2. Contribución relativa de los principales factores evaluados en la varianza total de las diferentes variables del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar.

Variables de emergencia y crecimiento	Porcentaje de la varianza total				
	Fuente de variación				
	Edad del cultivo	Fecha de plantación/ cosecha	Repetición	Interacción fecha x edad	Residual
Nº final de tallos primarios	72,8***	18,3*	2,3	6,3	0,2
Emergencia final (%)	2,5	88,2***	7,4	1,3	0,6
Tasa de emergencia media	29,5*	47,2*	0,9	10	12,4
t ₅₀	20,0*	78,4***	0,2	1	0,4
Altura de tallos 1º al final de emergencia	0,1	34,8	49,5	10,6	5
Tasa de elongación de tallos primarios	0,4	96,5***	0,2	0,5	2,4
Nº de hojas verdes expandidas/ tallos primarios al final de emergencia	21,5	22,8	43	10,1	2,6
Tasa de aparición de hojas por tallo primario	18,3*	75,0***	0,1	6,1	0,5
t ₅₀ aparición de hojas	19,8*	77,7**	0,1	2	0,4

*** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05.

luadas, evidenciando efectos significativos sobre la mayoría de ellas.

La edad de la cepa también mostró efectos significativos en algunas de las variables en estudio, aunque en general, su contribución fue inferior a la determinada para el factor anterior, explicando entre el 0,1 y 72,8% de la varianza total de las distintas variables evaluadas.

Las diferencias entre repeticiones no fueron significativas para ninguna de las variables dependientes analizadas, al igual que la interacción edad del cultivo x época de plantación/ cosecha, lo que demuestra que la influencia del factor época se expresó de manera similar tanto en la caña planta como en la soca 1.

Por lo tanto, la época de plantación/ cosecha, en condiciones de campo y sin otros factores limitantes, constituyó el factor de manejo que definió el escenario térmico en el cual acontecieron la emergencia, el crecimiento y desarrollo inicial de la caña planta y soca 1, incidiendo la edad del cañaveral en el comportamiento del cultivo en cada condición térmica.

La altura de los tallos primarios y el número de hojas verdes expandidas por tallo primario al final de la emergencia, no fueron afectados significativamente ($p < 0,05$) por los principales factores analizados, y estas dos variables no fueron afectadas significativamente por variaciones de la temperatura, tanto en caña planta como en la soca (Tabla 2 y Figura 2 a y b). Se destaca que los valores de estas variables al término de la fase de emergencia, fueron similares en las 10 épocas de plantación/ cosecha estudiadas y en las dos edades de cepa comparadas, demostrando gran independencia de las condiciones térmicas.

La emergencia final, tanto en la caña planta como en la soca 1, evidenció una elevada y significativa ($p < 0,05$) respuesta a la temperatura media del aire, experimentando un aumento de casi dos veces al comparar los niveles térmicos más contrastantes (Figura 3 a y b).

Además, al comparar la emergencia final de la caña planta con la de la soca 1, se detectaron diferencias significativas cuando esta variable se expresó como población de tallos primarios establecidos por metro de surco. Sin embargo, las diferencias no resultaron estadísticamente significativas cuando la emergencia final se expresó en términos de porcentaje (Tabla 2 y Figura 3 b). Es decir que en condiciones térmicas similares, los porcentajes finales de emergencia para caña planta y soca 1 no se diferenciaron significativamente, pero, debido al gran número de yemas disponibles para el rebrote de la cepa de la soca 1, en esta se estableció un número significativamente mayor de tallos primarios por metro de surco ($p < 0,001$).

Las variables del crecimiento y desarrollo inicial evaluadas, con la excepción de la altura media de tallos y el número medio de hojas verdes por tallo primario, mostraron relaciones no lineales con la temperatura, evidenciando además, tasas diferenciales de respuesta según la edad del cañaveral (Figura 4). En general, las tasas de respuesta mostraron un cambio de intensidad cuando la temperatura superó los 19°C o 20°C, comportamiento que resultó más evidente en la caña planta.

Asimismo, se registraron en niveles térmicos similares, diferencias significativas entre la caña planta y la soca 1 al contrastar el comportamiento de la tasa de emergencia de tallos primarios ($p < 0,05$), mostrando la tasa de emergencia de la caña soca una mayor respuesta al incremento de la temperatura (Figura 4 a), comportamiento que estaría asociado con la mayor densidad de yemas disponibles en la cepa para su rebrote.

El número total de yemas viables en las cepas de la caña planta del cultivar TUCCP 77-42 varió entre 32 y 43 yemas/ m de surco, según el número de tallos molibles, implicando un promedio de tres yemas viables para el rebrote por tallo cosechado en la caña planta precedente. Bezuidenhout *et al.* (2003) estimaron que, bajo condiciones hídricas adecuadas, una proporción media de 1,6

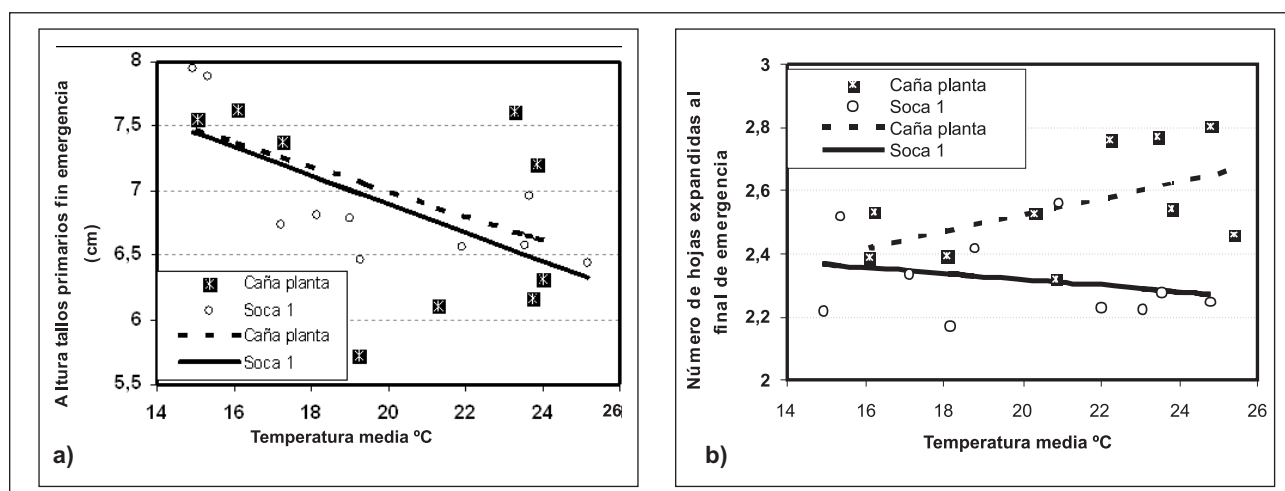


Figura 2. Efectos de la temperatura media del aire en la altura media de los tallos primarios y en el número de hojas verdes expandidas por tallo primario al término de la emergencia de la caña planta y soca 1, variedad TUCCP 77-42. (a) Altura media de tallos primarios; (b) número de hojas verdes expandidas/ tallo primario.

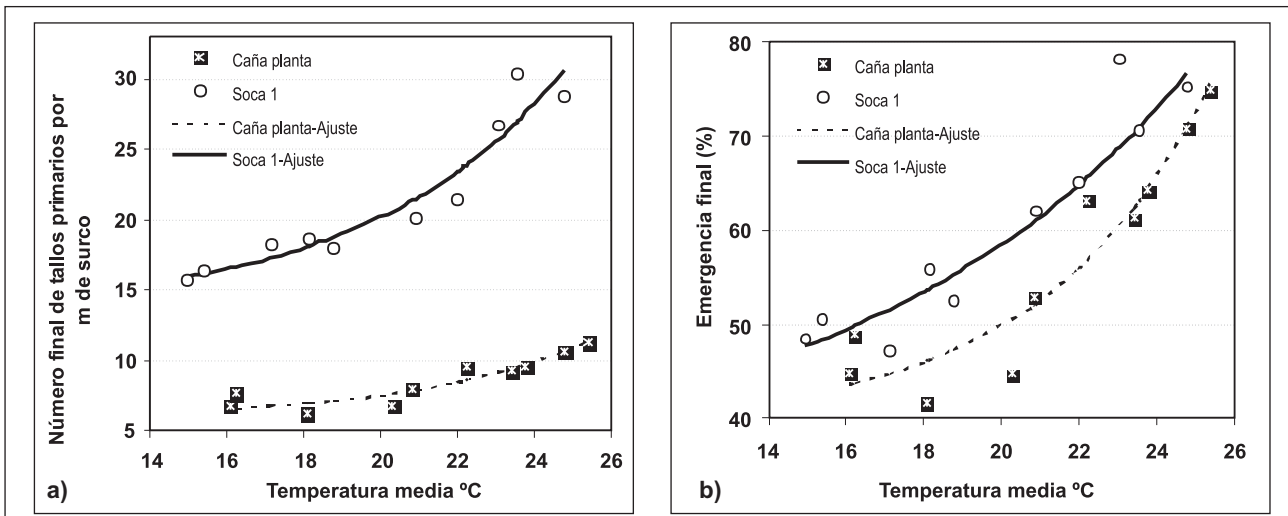


Figura 3. Efecto de la temperatura media del aire en la emergencia final de caña planta y soca 1, cultivar TUCCP 77-42. (a) Emergencia final, expresada como número de tallos primarios por m de surco; (b) emergencia final expresada como porcentaje.

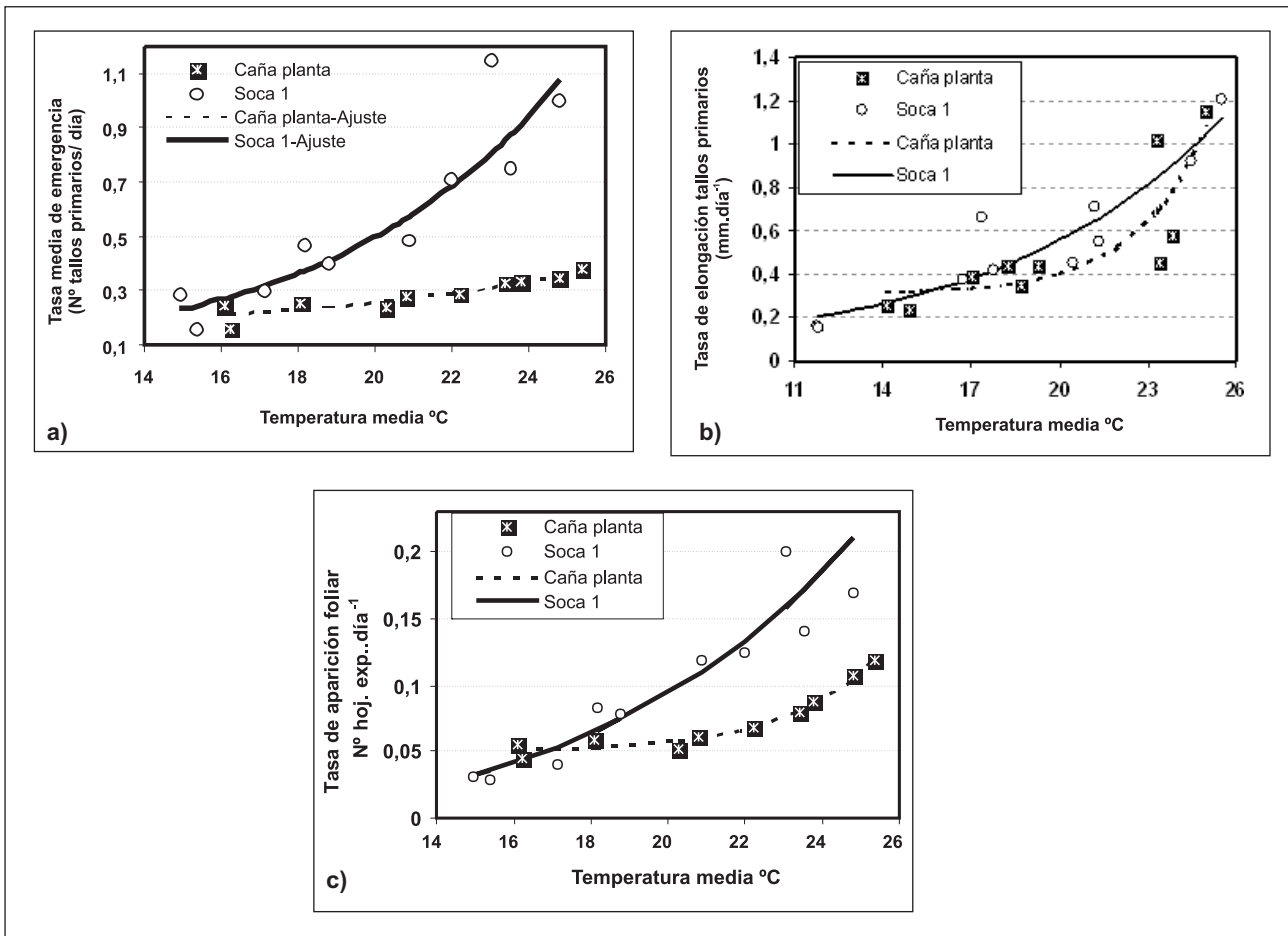


Figura 4. Efectos de la temperatura media del aire en la emergencia y tasas de elongación caular y aparición foliar primaria de la caña planta y soca 1, variedad TUCCP 77-42. (a) Tasa media de emergencia; (b) tasa media de elongación de tallos primarios y (c) tasa media de aparición de hojas verdes liguladas/ tallo primario.

yemas germinarían y formarían tallos primarios por cada tallo maduro cosechado previamente, aunque no reportaron el comportamiento de la caña planta. Kapur y Kanwar (1985) encontraron entre 10 y 25 yemas por tallo molible en la cepa de la caña planta de diferentes variedades, señalando que aproximadamente el 50% de las yemas disponibles en las cepas no germinaron. Además observaron que en todas las variedades, aquellas yemas que permanecieron en reposo, aunque turgentes, en condiciones de temperaturas relativamente bajas, fueron capaces de emerger cuando aumentó la temperatura.

Ferraris y Chapman (1991) analizaron, previo a la cosecha, la cepa de caña planta de siete cultivares australianos, encontrando grandes variaciones en el número total de yemas por tallo molible. Estos autores describen la posible existencia de un mecanismo compensatorio que permite el desarrollo adecuado de un número de tallos que asegure un buen rebrote, registrando en las variedades de escaso macollaje un mayor porcentaje de yemas activas. Es decir, que si bien estas variedades de pobre macollaje tienen cepas con un menor número de tallos, la compensación se logra a través de una mayor cantidad de yemas activas.

En este estudio, la tasa de elongación de los tallos primarios no mostró diferencias significativas entre caña planta y soca 1, pero en ambas edades de cepa se evidenciaron importantes cambios en su intensidad cuando la temperatura superó los 20°C o 21°C, siendo esto especialmente notable en caña planta (Figura 4 b).

En cambio, en las tasa de aparición de hojas verdes liguladas/ tallo primario (Tabla 2), se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las edades de cepa evaluadas, especialmente cuando la temperatura superó los 18°C o 19°C (Figura 4 c). La tasa de aparición de hojas verdes/ tallo primario de la soca 1, mostró una mayor respuesta a la temperatura. Las tasas de emergencia y de

aparición de hojas liguladas/ tallo primario mostraron una marcada respuesta a la temperatura en ambas edades del cañaveral (Figura 4 a y c). Sin embargo, la soca 1 necesitó un menor tiempo para completar la fase, bajo condiciones térmicas similares (Figura 5 a y b).

Esta característica de la caña soca estaría asociada con el mayor número de tallos primarios producidos y con la reducción de la duración de la emergencia, permitiendo el establecimiento más temprano de un mayor número de hojas expandidas por metro de surco, lo cual se traduce en un adelanto del inicio y del avance de las fases siguientes y también, del cierre del cañaveral.

Los antecedentes disponibles señalan como niveles térmicos óptimos para la emergencia y macollaje, al rango entre 27°C y 32°C, resultando retrasado el macollaje cuando las temperaturas caen por debajo de los 21°C (Cassalett Dávila *et al.*, 1995; Perumal, 1989). La temperatura mínima para la emergencia de la caña de azúcar en climas subtropicales varía entre 12°C y 16°C (Van Dillewijn, 1952). La temperatura media óptima para el crecimiento de la caña de azúcar ha sido señalada entre los 26°C y 30°C (Cassalett Dávila *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 1998), disminuyendo el crecimiento con regímenes térmicos inferiores a los 21°C (Kingston, 2000).

Aunque el rango de temperatura estudiado en este trabajo (de 14,5°C a 25,5°C) es representativo de las condiciones térmicas del período que incluye el otoño, invierno, primavera y hasta el inicio del verano en el área cañera de Tucumán - Argentina, las temperaturas más altas registradas no alcanzaron a las señaladas como óptimas en los antecedentes disponibles ya citados para la emergencia a campo de la caña de azúcar, en condiciones subtropicales.

Estos resultados muestran claramente que las modificaciones en la época de plantación o cosecha, asociadas a condiciones térmicas, causan cambios importan-

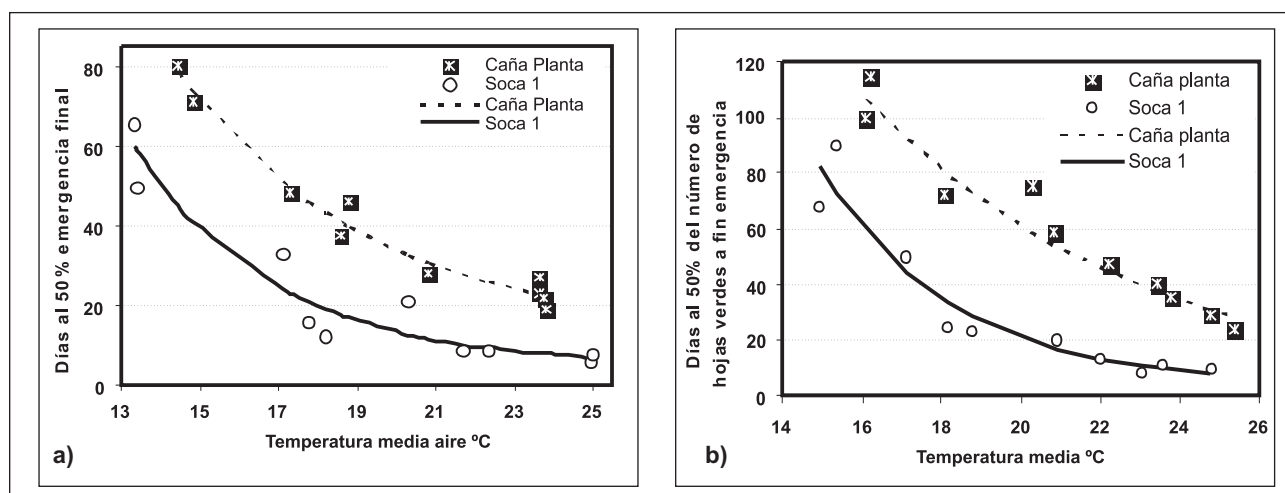


Figura 5. Efecto de la temperatura media del aire en la duración de la emergencia y del crecimiento foliar inicial de caña planta y soca 1, variedad TUCCP 77-42. (a) Días hasta el 50% de la emergencia final de tallos primarios; (b) días hasta el 50% del número de hojas verdes por tallo primario al fin de la emergencia.

tes en el desarrollo fenológico. Cuando la plantación o la cosecha se realizan en condiciones térmicas apropiadas, se registra una aceleración del desarrollo del cultivo, permitiendo un avance rápido de la emergencia y el inicio anticipado y evolución más acelerada de las fases fenológicas subsiguientes.

CONCLUSIONES

La época de plantación o cosecha de la caña de azúcar, en condiciones adecuadas de disponibilidad hídrica, define el régimen térmico en el cual ocurren las fases fenológicas iniciales del cañaveral. De esta forma, la temperatura constituye el factor que prácticamente determina el ritmo y la duración de la emergencia y del crecimiento y desarrollo inicial, tanto de la caña planta como de la soca 1.

La temperatura evidenció una estrecha y directa relación con la emergencia final y con las tasas medias de emergencia, de elongación de los tallos primarios y de aparición de hojas verdes liguladas/ tallo primario. Además, se establecieron relaciones inversas altamente significativas entre la temperatura y la duración de la emergencia y la elongación caulinar, así como con el tiempo requerido para la aparición foliar. Estas variables mostraron asociaciones no lineales con la temperatura, pero con respuestas diferenciales según la edad del cañaveral y el rango de temperatura media del aire.

En regímenes térmicos similares, los porcentajes de emergencia para la caña planta y soca 1 no se diferenciaron, pero debido al mayor número de yemas disponibles en la cepa, en la primera soca se estableció un número considerablemente más alto de tallos primarios por metro de surco.

La emergencia y la tasa de aparición de hojas verdes/ tallo primario registradas en la caña soca 1 fueron más altas que las determinadas en la caña planta. Por lo tanto, el establecimiento de la población de tallos primarios y el desarrollo foliar inicial fueron más rápidos en la soca 1 que en la caña planta del cultivar TUCCP 77-42.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Bezuidenhout, C. N.; G. J. O'Leary; A. Singels and A. B. Bajicb. 2003. A process-based model to simulate

changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. *Agric. Syst.* 76: 589-599

Cassalett Dávila, C.; J. Torres Aguas y C. I. Echeverri. 1995. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia.

Cuenya, M. I.; S. Ostengo; E. Chavanne; M. Espinosa; D. Costilla y M. Ahmed. 2009. Relevamiento de la distribución de variedades comerciales y de la aplicación de otras tecnologías en el área de cultivo de caña de azúcar de la provincia de Tucumán: campaña 2007-2008. *Gac. Agroindustrial* (72).

Ferraris, R. and L. S. Chapman. 1991. The dynamics of bud development in ratooning stubble of sugarcane varieties. *Proc. Aust. Soc. Sugarcane Technol.* 13: 164-171.

Fogliata, F. A. 1995. Agronomía de la caña de azúcar. El Graduado, Tucumán, Argentina.

Inman-Bamber, N. G. 1994. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. *Field Crops Res.* 36: 41-51.

Kapur, A. and R. S. Kanwar. 1985. Biochemical aspects of subterranean buds under low temperature conditions in a sugar cane ratoon crop. *Sugarcane* 6: 10-12.

Kingston, G. 2000. Climate and the management of sugarcane. En: Hogarth, D. M. and P. G. Allsopp (eds.), *Manual of Canegrowing*, BSES, Brisbane, Australia, pp. 7-25.

Liu, D. L.; G. Kingston and T. A. Bull. 1998. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including suboptimum and supra-optimum temperature regimes. *Agricultural and Forest Meteorology* 90 (1998): 119-139.

Perumal, K. 1989. Climatic needs of sugarcane. South Indian Sugarcane and Sugar Technologists' Association, Madras, India.

Stevens, E. J.; K. M. Eskridge; S. J. Stevens; A. D. Flowerday and C. O. Gardner. 1986a. 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. 1986b. Phenology of dent corn and popcorn. II.- Influence of planting date on crop emergence and early growth stages. *Agron. J.*