

## GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE *Megathyrsus maximus* VAR. *maximus*<sup>1</sup>

*Germination and Emergence of *Megathyrsus maximus* var. *maximus**

CABRERA, D.C.<sup>2</sup>, SOBRERO, M.T.<sup>3</sup>, CHAILA, S.<sup>2</sup> y PECE, M.<sup>4</sup>

**RESUMEN** - Se estudió la germinación de semillas de *Megathyrsus maximus* al exponerlas a altas temperaturas y el efecto de diferentes profundidades de siembra y cantidades de residuos de cosecha en la emergencia de las plántulas. En laboratorio, se determinó la germinación y biomasa de semillas con y sin glumas y glumelas, expuestas a 0, 40, 60, 80 y 100 °C durante cinco minutos. Se realizaron dos experimentos en invernáculo para evaluar la emergencia de la maleza, primero a diferentes profundidades de siembra: 0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8 cm. Posteriormente, se evaluó emergencia con diferentes cantidades de residuos de cosecha: 0, 5, 8, 11, 13, 15 y 18 t ha<sup>-1</sup>. Los resultados de los ensayos de temperatura se analizaron mediante análisis de covarianza y los datos de los ensayos de invernáculo mediante regresión. Los máximos porcentajes de germinación para semillas con y sin glumas y glumelas se obtuvieron a 40 °C y fueron del 35 y 48%, respectivamente; los mínimos valores se registraron a los 80 °C y fueron del 7 y 28%, respectivamente. La profundidad de siembra afectó la emergencia: un 51% se registró en el testigo, valor que disminuyó al 23,3% a los 7 cm y a 0% a los 8 cm. Los residuos de cosecha también afectaron la emergencia: con 0 a 18 t ha<sup>-1</sup>, esta disminuyó del 64,8 al 0%. Puede concluirse que las estrategias implementadas en el manejo del cultivo de caña de azúcar afectarán la germinación y emergencia de *M. maximus*

**Palabras clave:** *Megathyrsus maximus* Jacobs (Jacq.) K.K. Simon & S.W.L. var. *maximus*, altas temperaturas, profundidad de entierro, residuos de cosecha.

**ABSTRACT** - This work aimed to study the germination of *Megathyrsus maximus* seeds when exposed to high temperatures, as well as to evaluate the effects of different seed planting depths and sugarcane crop residue amounts on weed emergence. In the laboratory, germination and biomass of seeds with and without glumes were determined when exposed to 0, 40, 60, 80 and 100 °C, for five minutes. Two experiments were performed in the greenhouse to assess the emergence rate in relation to different weed seed planting depths (0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 7 and 8 cm) on the one hand, and in relation to different sugarcane crop residue quantities (0.5, 8, 11, 13, 15 and 18 t ha<sup>-1</sup>) on the other. Temperature tests were analyzed by means of covariance analysis, whereas greenhouse tests were analyzed with regression. The highest germination percentages for seeds with and without glumes were 48 and 35%, respectively, and they were obtained at 40 °C. The lowest values were 28 and 7% for seeds with and without glumes, respectively, and they were obtained at 80 °C. Seed planting depth had a negative effect on weed emergence: the control led to 51% emergence, which dropped to 23.3% at 7 cm and eventually to zero at 8.0 cm. Crop residues had a negative effect on emergence as well: when residue quantities ranged from 0 to 18 t ha<sup>-1</sup>, emergence decreased from 64.8 to 0%. Thus we can conclude that sugarcane management strategies affect *M. maximus* germination and emergence.

**Keywords:** *Megathyrsus maximus* Jacobs (Jacq.) K.K. Simon & S.W.L. var. *maximus*, high temperatures, burial depth, crop residues.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 7.7.2015 e aprovado em 9.9.2015.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT, Tucumán Argentina, <carinacabrera@outlook.com.ar>; <sup>3</sup> Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE, Santiago del Estero, Argentina; <sup>4</sup> Facultad de Ciencias Forestales, UNSE, Santiago del Estero, Argentina.



## INTRODUCCIÓN

*Megathyrsus maximus* (camalote, capim colônia, gaton panic, guinea grass, pasto guinea) es una maleza perenne y vigorosa, que crece hasta los 4 m de altura. Se reproduce normalmente por semillas y en forma vegetativa, y se desarrolla exitosamente en una amplia variedad de suelos bien drenados y húmedos, siendo tolerante al sombreado. Debido a estas características, es capaz de reproducirse exitosamente en competencia con varios cultivos (Holm et al., 1977), pero se la ha citado en varios lugares del mundo como una importante maleza que afecta especialmente al cultivo de caña de azúcar, principalmente en Cuba, Hawaii, el sur de África, Australia, Costa Rica, México, Taiwán, Brasil y Argentina (Holm et al., 1977; Chaila & Sobrero, 2009). En este cultivo, la interferencia provocada por *M. maximus* produce una reducción significativa en el rendimiento (de hasta un 40%) y afecta la longevidad del cañaveral y la calidad industrial de la materia prima, dificultando además las operaciones de cosecha y transporte (Kuva et al., 2003).

En Tucumán, Argentina, el cultivo de la caña de azúcar se desarrolla en distintas regiones agroecológicas, con características fisiográficas, climáticas y edáficas diversas, por lo que las labores llevadas a cabo en el área cañera incluyen prácticas variadas, tales como la quema, el laboreo intensivo y/o el mantenimiento de una cobertura de residuos sobre la superficie del suelo (Romero et al., 2009). La diversidad de las características edafoclimáticas, la intensificación de las prácticas de manejo, o su reemplazo por otras, producen modificaciones en las poblaciones de malezas (Chauhan, 2012). Por ende, el comportamiento germinativo de *M. maximus* podría variar sobre la base de la elección de dichas prácticas y/o determinadas combinaciones de estas.

Las altas temperaturas favorecen la eliminación de ciertas malezas, al afectar su germinación (Vidotto et al., 2013). Por otro lado, el laboreo intensivo afecta la emergencia de plántulas, ya que las semillas quedan enterradas a diferentes profundidades (Hugo et al., 2014) y solo algunas especies pueden

emerger desde una profundidad de 10 cm y superiores (Bolfrey-Arku et al., 2011; Sadeghloo et al., 2013). Por el contrario, la labranza cero tiende a aumentar el banco de semillas en los primeros centímetros de suelo, por lo que la densidad de emergencia de plántulas podría ser mayor (Singh et al., 2015). Sin embargo, en caña de azúcar la espesa cobertura de residuos (de 14 a 20 toneladas de materia seca por hectárea) dejada en la superficie del suelo (Digonzelli et al., 2009) afectaría la emergencia. No obstante, no se han registrado aún antecedentes de dichos efectos en la germinación y emergencia de *M. maximus*.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar cómo se ve afectada la germinación de las semillas de *M. maximus* cuando se exponen a altas temperaturas y además, evaluar qué efecto tienen diferentes profundidades de entierro y distintas cantidades de residuos de cosecha de caña de azúcar sobre la emergencia de dicha maleza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para los ensayos que se describen en este trabajo, se emplearon semillas maduras que habían sido cosechadas manualmente en el mes de febrero de 2013, en la localidad de Los Nogales-Tafi Viejo, Tucumán, Argentina (26°44'58"S - 65°13'12"W). Las semillas se limpiaron y fueron almacenadas a temperatura ambiente ( $18 \pm 2$  °C) y humedad relativa baja (15%), hasta el momento en que se emplearon en los ensayos, los cuales se condujeron en un lapso de tres a cinco meses posteriores a la cosecha.

### Exposición a altas temperaturas

En el laboratorio, las semillas se separaron en dos grupos: semillas sin glumas y glumelas y semillas con glumas y glumelas. A cada grupo de estas semillas se lo expuso a las siguientes temperaturas, durante cinco minutos: 0, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 y 200 °C. Se colocaron 50 semillas en cajas de Petri que contenían papel de filtro pre-humedecido con agua destilada. Las cajas de Petri se envolvieron en papel "film", manteniéndose la humedad mediante el agregado de agua destilada. Se registraron diariamente

las semillas germinadas, las cuales se separaron del resto luego de cada conteo. Se calculó el porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación (TMG).

Para determinar el efecto de las altas temperaturas en la biomasa de las plántulas de la maleza, durante cinco minutos se expusieron las semillas de ambos grupos a temperaturas de 0, 40, 60, 80 y 100 °C. Posteriormente, se colocaron 15 semillas en cada caja de Petri, que habían sido previamente acondicionadas con papel de filtro humedecido con agua destilada. Al finalizar el ensayo, se pesaron las plántulas correspondientes a cada tratamiento y condición de semilla.

En ambos ensayos de laboratorio, la incubación se realizó en cámara de germinación a 35/15 °C y con un fotoperiodo de 12 horas de luz, durante 15 días.

### Profundidad de entierro

El experimento se desarrolló en invernáculo. Se sembraron 50 semillas de *M. maximus*, previamente escarificadas con ácido sulfúrico durante cinco minutos, en vasos plásticos de 7 cm de diámetro con fondo perforado, que contenían una mezcla de arena (25%) y mantillo (75%), previamente tamizada y esterilizada en estufa. Las semillas se sembraron a 0; 0.5; 1; 2; 3; 4; 5; 7 y 8 cm de profundidad.

### Presencia de residuos de cosecha

El ensayo se realizó en invernáculo, se sembraron 50 semillas de *M. maximus* (previamente escarificadas con ácido sulfúrico durante cinco minutos) en macetas plásticas de 3 L, que contenían una mezcla de arena (25%) y mantillo (75%) previamente tamizada y esterilizada en estufa. Las semillas se sembraron en superficie y luego se cubrieron con residuos de cosecha de caña de azúcar de la variedad LCP 85-384, con cantidades equivalentes a 0, 5, 8, 11, 13, 15 y 18 t ha<sup>-1</sup>.

En ambos experimentos, la humedad se mantuvo mediante riegos periódicos. El registro de emergencia de plántulas se realizó durante 21 días, separándose las plántulas emergidas en cada conteo. Se calculó

porcentaje de emergencia y tiempo medio de emergencia (TME).

Los cálculos de TME y TMG se realizaron mediante la siguiente fórmula (Edmond & Drapala 1958):

$$TMG \text{ o } TME = \frac{\sum n \cdot g}{N}$$

Dónde: TME o TMG = tiempo medio de germinación o emergencia; G = número de días desde la siembra al conteo respectivo; n = número de semillas germinadas o emergidas en los diferentes recuentos; N= número total de semillas germinadas o emergidas al finalizar el ensayo.

### Diseño experimental y análisis de los resultados

Los experimentos de exposición a altas temperaturas se plantearon siguiendo un diseño factorial completamente aleatorizado, con tres repeticiones. La relación entre los diferentes tratamientos (temperaturas), la condición de las semillas y las variables respuesta (germinación, TME y biomasa) se analizó mediante un análisis de covarianza. Para ello, se aplicaron diferentes modelos a los datos y el mejor ajuste se obtuvo utilizando polinomios de segundo grado. Los términos no significativos fueron descartados, hasta alcanzar el modelo que contuvo únicamente términos significativos.

Los experimentos con distintas profundidades de siembra y con distintas cantidades de residuos de cosecha sobre la superficie del suelo presentaron un diseño completamente aleatorizado con cinco repeticiones por tratamiento. Los datos del ensayo de profundidades de emergencia y TME con distintas cantidades de residuos de cosecha se analizaron mediante regresión lineal, cumpliéndose con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. El porcentaje de emergencia registrado en el ensayo con residuos de cosecha se analizó mediante regresión no lineal, obteniéndose el mejor ajuste a través de un modelo logístico.

En todos estos análisis, se utilizó el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2014).



Todos los ensayos se repitieron tres veces.

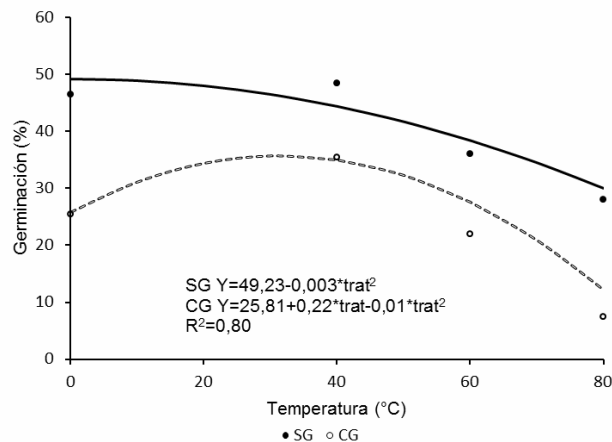
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Exposición a altas temperaturas

Las semillas de *M. maximus*, no germinaron cuando fueron expuestas a temperaturas superiores a 100 °C (datos no presentados). Para el resto de los tratamientos (temperaturas inferiores a 100 °C), la respuesta germinativa dependió de la condición de la semilla: sin glumas y glumelas y con glumas y glumelas y las temperaturas a las que fueron expuestas. Para porcentaje de germinación, no fue significativa la interacción de condición de semilla con la componente lineal y cuadrática, ni el efecto principal de la componente lineal, en cambio la condición de semilla y componente cuadrático fueron significativos, lo que generó dos curvas diferentes (Figura 1). Para TMG, todas las interacciones y los efectos principales de las componentes fueron significativos, lo que produjo dos curvas diferentes (Figura 2). En el caso de la biomasa, las interacciones entre la condición de las semillas y el componente lineal y cuadrático no fueron significativas, ni tampoco lo fueron para el efecto principal condición de las semillas, pero sí fueron significativas para el componente lineal y componente cuadrático, lo cual generó una única curva (Figura 3).

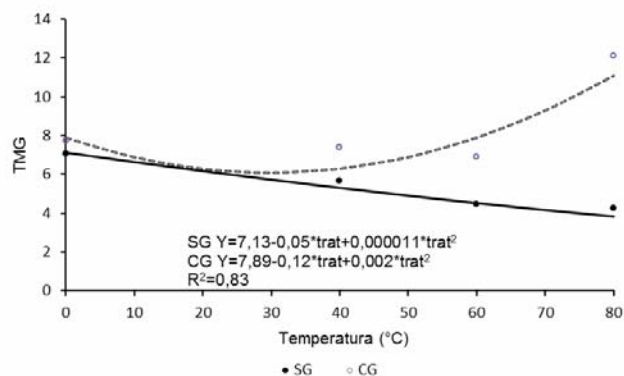
Para las semillas sin glumas y glumelas, el máximo porcentaje de germinación (48%) se obtuvo al exponer las semillas a 40 °C, mientras que el mínimo valor (28%) se obtuvo cuando las semillas fueron expuestas a 80 °C. Los tratamientos con una exposición a temperaturas de 0 y 40 °C presentaron valores similares. En el caso de semillas con glumas y glumelas, el máximo porcentaje de germinación (35%) se obtuvo con el tratamiento a 40 °C, mientras que el mínimo valor (7%) se registró en el tratamiento con exposición a 80 °C. Por su parte, el testigo presentó una germinación 10% menor que la del tratamiento a 40 °C. Con ambas condiciones de semillas, la germinación fue nula con semillas expuestas a 100 °C y superiores.

En cuanto al TMG, para las semillas sin glumas y glumelas en los tratamientos a 40;



La línea llena corresponde a semillas sin glumas y glumelas (SG) y la línea punteada corresponde a semillas con glumas y glumelas (CG). Ambas líneas responden a un modelo cuadrático.

**Figura 1** - Efecto de diferentes temperaturas sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Megathyrus maximus*.



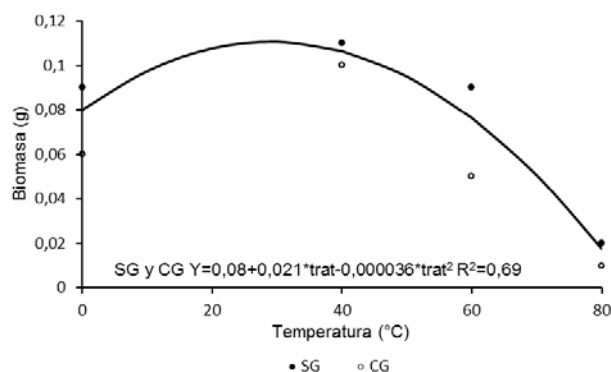
La línea llena corresponde a semillas sin glumas y glumelas (SG) y la línea punteada corresponde a semillas con glumas y glumelas (CG). Ambas líneas responden a un modelo cuadrático.

**Figura 2** - Efecto de diferentes temperaturas sobre el tiempo medio de germinación (TMG) de semillas de *Megathyrus maximus*.

60 y 80 °C se registró un menor tiempo medio necesario para la germinación (5.68 a 4.25) que en el testigo (7.10). En el caso de semillas con glumas y glumelas, este índice varió entre 7.73 y 12.13 para semillas expuestas a temperaturas comprendidas entre 0 y 80 °C.

Por último, para ambas condiciones de semilla, la biomasa fue mayor para el tratamiento con exposición a 40 °C, mientras que los menores valores correspondieron a aquellas semillas que se expusieron a 80 °C.





La línea llena corresponde a un modelo cuadrático que representa a ambas condiciones de semillas (SG y CG).

**Figura 3** - Efecto de diferentes temperaturas sobre la biomasa de plántulas de *Megathyrsus maximus*.

En el sistema de caña de azúcar, *M. maximus* domina la vegetación después de la quema, debido a que su estructura subterránea le permite rebrotar (Procópio et al., 2003). En muchos cultivos, dicha práctica influye en la germinación, un evento clave para producir nuevas infestaciones. En el manejo de ciertas especies de malezas, las altas temperaturas resultan positivas, pues tienen un efecto físico de secado caliente en la cubierta seminal, ocasionando la muerte en algunos casos (Overbeck et al., 2006; Radosevich et al., 2007). En el caso de la maleza en estudio, se observó que la exposición a altas temperaturas constituye una herramienta útil de control, ya que afecta tanto la germinación de sus semillas (en ambas condiciones de estas) como la biomasa de las plántulas. En ambas variables, los valores registrados siempre fueron mayores para semillas sin glumas y glumelas.

Con respecto al TMG, la influencia de las glumas y glumelas fue más marcada: en semillas sin glumas y glumelas este índice disminuyó, mientras que en semillas con glumas y glumelas, el valor aumentó. Debe destacarse al respecto que, en muchas gramíneas, las glumas y glumelas contienen sustancias químicas que tienen efectos negativos en la germinación (Radosevich et al., 2007; Duclos et al., 2014). Las variables analizadas en este trabajo reflejan dicho efecto.

Las semillas de *M. maximus* germinaron cuando estuvieron expuestas a temperaturas de hasta 80 °C. Si las temperaturas fueran superiores, la ubicación de las semillas en el suelo tendría influencia en su destino. Cuando la temperatura en la superficie se encuentra entre los 270 y 550 °C (Cook, 1939), esta disminuye 100 °C por centímetro, en promedio, en los primeros 5 cm del perfil del suelo (Chauhan & Johnson, 2009).

Los resultados mencionados y aquellos reportados en estudios precedentes permitirían deducir que la germinación, a diferencia de la brotación a partir de rizomas, se ve afectada por las altas temperaturas. Es posible, entonces, que en condiciones de campo las semillas que se encuentren en la superficie mueran, mientras que el destino de aquellas otras ubicadas a una mayor profundidad dependa de su localización en el perfil del suelo.

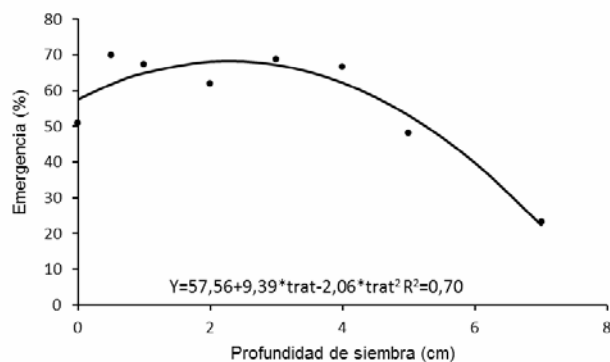
### Profundidad de entierro

El porcentaje de emergencia de semillas de *M. maximus* sembradas a diferentes profundidades fue modelado mediante una función cuadrática (Figura 4). Los mayores porcentajes de emergencia se registraron entre los 0.5 y 4 cm de profundidad de siembra, con valores medios de 70 a 66.67% respectivamente, en tanto que la germinación de semillas sembradas superficialmente fue del 51%; a partir de los 8 cm de profundidad la emergencia fue nula.

En cuanto al TME, este fue modelado a través de una función lineal (Figura 5). A medida que aumentó la profundidad de siembra, este índice también incrementó su valor. Entre los 0 y 2 cm de profundidad, se registró un valor de TME de aproximadamente 9. A partir de los 3 cm, este índice se incrementó continuamente, alcanzando el valor de 15.39 a los 7 cm de profundidad.

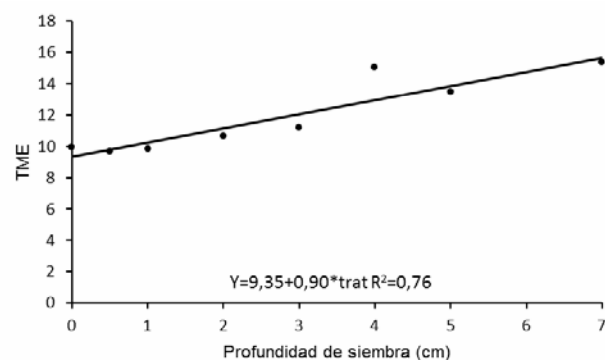
De hecho, se conoce ampliamente que el porcentaje de emergencia disminuye a medida que aumenta la profundidad de entierro. Sin embargo, dicha disminución varía según las distintas especies. Así es que, mientras las semillas de *M. maximus* son capaces de emerger hasta los 7 cm de profundidad, otras





La línea representa el ajuste de los datos mediante un modelo cuadrático.

**Figura 4** - Porcentaje de emergencia de plántulas de *Megathyrsus maximus* en diferentes profundidades de siembra.



La línea representa el ajuste de los datos mediante un modelo lineal.

**Figura 5** - Efecto de las diferentes profundidades de siembra en el tiempo medio de emergencia (TME) en semillas de *Megathyrsus maximus*.

gramíneas como *Rottboellia cochinchinensis* y *Echinochloa crus-galli* emergen hasta los 8 cm de profundidad (Bolfrey-Arku et al., 2011; Sadeghloo et al., 2013).

El factor luz no sería una limitante para la germinación de *M. maximus*; las semillas enterradas a una profundidad de 2 mm reciben menos del 1% de la radiación solar incidente (Wolley & Stoller, 1978). La maleza mantuvo altos porcentajes de emergencia (de un 70 a un 66.7%) entre los 0.5 cm y 4.0 cm de profundidad, y valores de tiempo medio de emergencia similares (9.97 a 9.86) entre los 0 cm y 2 cm de profundidad.

A partir de los 8 cm de profundidad, las semillas de *M. maximus* no germinaron. Por otro lado, a partir de los 3 cm de profundidad, la maleza presentó un tiempo medio de emergencia superior a 11, lo cual sugiere que otros factores como las reservas energéticas de las semillas, que varían de acuerdo al tamaño y la concentración de dióxido de carbono y oxígeno, podrían influir en la capacidad de emergencia de la especie en estudio (Benvenuti, 2003; Reis et al., 2014).

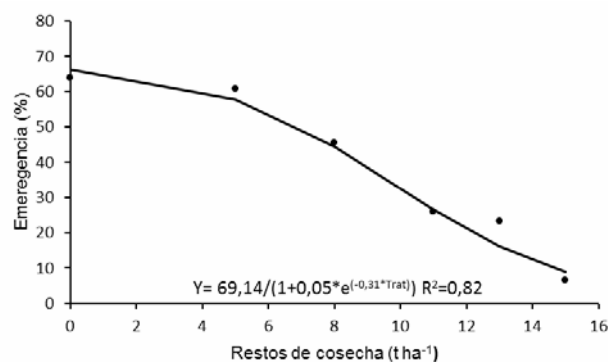
La tasa de emergencia de la maleza podría ser alta en un sistema agrícola cañero con labranza cero, ya que la mayoría de las semillas quedarían retenidas en los primeros centímetros de suelo.

### Presencia de residuos de cosecha

La emergencia de *M. maximus* fue modelada mediante regresión no lineal y respondió a un modelo logístico (Figura 6). Se observó una disminución de la emergencia de plántulas a medida que aumentó la cantidad de residuos de cosecha por unidad de superficie. El mayor porcentaje de germinación correspondió al testigo (64.8%). A partir de 11 t ha<sup>-1</sup> de residuos, la emergencia disminuyó marcadamente alcanzando la nulidad con 18 t ha<sup>-1</sup>. Mediante el modelo, se estimó que la emergencia fue superior al 50% con cantidades de residuos que variaron entre 0 y 6.6 t ha<sup>-1</sup>.

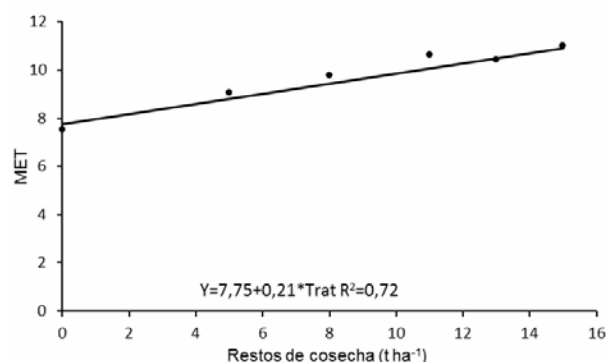
El TME fue modelado mediante regresión lineal (Figura 7). Este índice incrementó su valor a medida que aumentó la cantidad de residuos de cosecha por unidad de superficie. Para el testigo, el TME medio fue de 7.54, mientras que con 11 t ha<sup>-1</sup> o más de residuos de cosecha en campo, este valor fue superior a 10.

Diversos autores destacan la reducción de la emergencia de malezas a medida que aumenta la cantidad de residuos por unidad de superficie (Chauhan & Johnson, 2009; Bolfrey-Arku et al., 2011; Chauhan, 2012). Se comprobaron reducciones en la emergencia de *M. maximus* por la presencia de residuos de leguminosas; sin embargo, la magnitud del efecto depende de la cantidad y del tipo de residuos (Gomes & Christoffoleti, 2008).



La línea representa el ajuste de los datos mediante un modelo logístico.

**Figura 6** - Efecto de diferentes cantidades de residuos de cosecha en la emergencia de *Megathyrus maximus*.



La línea representa el ajuste de los datos mediante un modelo lineal.

**Figura 7** - Tiempo medio de emergencia (TME) de *Megathyrus maximus* en función de diferentes cantidades de residuos de cosecha.

La cantidad de residuos acumulados luego de la cosecha del cultivo de caña de azúcar en la Argentina varía entre 14 y 20 t ha<sup>-1</sup> (Digonzelli et al., 2009). En Brasil, se ha reportado que los residuos de caña de azúcar dejados en el campo como cobertura tienen la capacidad de suprimir la emergencia de gramíneas, cuando alcanzan volúmenes de 9 a 15 t ha<sup>-1</sup> (Silva Junior, 2014).

Los resultados documentados por estos autores coinciden con los obtenidos en el presente estudio sobre *M. maximus*, que mostró una reducción significativa en su tasa de emergencia cuando los residuos de cosecha llegaban a cantidades de 11 t ha<sup>-1</sup>. Con el valor

mencionado, la emergencia registrada fue de un 23% y llegó a ser nula cuando las cantidades de residuos sumaban 18 t ha<sup>-1</sup>. El aumento progresivo del TME a medida que aumentó la cantidad de residuos confirma que la presencia de un volumen cada vez mayor de residuos de cosecha en el campo tiene un efecto negativo en la emergencia de la maleza. Por lo tanto, en caña de azúcar, el control de *M. maximus* será más eficiente cuanto mayor sea la capacidad del cultivo de generar residuos.

En conclusión, podemos afirmar que la emergencia de las semillas de *M. maximus* estará condicionada por el tipo de manejo de cultivo que se lleve a cabo en las distintas regiones agroecológicas de Tucumán. Específicamente, se puede puntualizar lo siguiente: A) las altas temperaturas ejercerán un buen control de las semillas de la maleza que estén ubicadas en la superficie; B) las operaciones de labranza a una profundidad superior a 8 cm serán efectivas para el control de la maleza; y C) los residuos dejados en la superficie del suelo ejercerán un buen control sobre la emergencia de la maleza, por lo que será conveniente emplear variedades que generen mayor cantidad de residuos de cosecha.

## LITERATURA CITADA

- BENVENUTI, S. Soil texture involvement in germination and emergence of buried weed seeds. **Agron. J.**, v. 95, n. 1, p. 191-198, 2003.
- BOLFREY-ARKU G. E. K. et al. Seed germination ecology of Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*). **Weed Sci.**, v. 59, n. 2, p. 182-187, 2011.
- CHAILA, S.; SOBRERO, M. T. **Principales malezas en el cultivo de caña de azúcar**. Santiago del Estero, Argentina: 2009. p. 9-10.
- CHAUHAN, B. S. Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. **Weed Technol.**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 2012.
- CHAUHAN, B.; JOHNSON, D. E. Seed germination ecology of Junglerice (*Echinochloa colona*): A major weed of rice. **Weed Sci.**, v. 57, n. 3, p. 235-240, 2009.
- COOK, L. A contribution to our information on grass burning. **South Afr J Sci.**, v. 36, n. 1, p. 270-282, 1939.



- DIGONZELLI, P. A. et al. Práticas para el cultivo de caña de azúcar. In: ROMERO, E. R.; DIGONZELLI, P.; SCANDALIARIS, J. **Manual del cañero**. Tucumán: Estación Experimental agroindustrial Obispo Colombres: 2009. 248 p.
- DI RIENZO J. A. et al. **InfoStat** versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponível em: <URL <http://www.infostat.com.ar>>. Acesso em: 1 de junio de 2014.
- DUCLOS D. V. et al. Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum* L.): Elucidating the effect of temperature regimes and plant hormones on embryo dormancy. **Indus. Crop Prod.**, v. 58, n. 1, p. 148-159, 2014.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v. 71, n. 1, p. 428-434, 1958.
- GOMES J. R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biología e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.
- HOLM, L. G. et al. The world's worst weeds. Hawaii, Honolulu: University Press, 1977. 609 p.
- HUGO, E. et al. Germination characteristics of the grassweed *Digitaria nuda* (Schumach.). **South Afr. J. Bot.**, v. 90, n. 1, p. 52-58, 2014.
- KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.
- OVERBECK, G. E. et al. No heat-stimulated germination found in herbaceous species from burned subtropical grassland. **Plant Ecol.**, v. 184, n. 2, p. 237-243, 2006.
- PROCÓPIO, S. O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar**. Vicosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.
- RADOSEVICH, S. R. et al. **Ecology of weed and invasive plant relationship to agriculture and natural resource management**. 3.ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 439 p.
- REIS, F. C. et al. Germination and emergence of trumpet flower (*Tecoma stans*) under different environmental condition. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 283-290, 2014.
- ROMERO, E. et al. Práticas para el cultivo de caña de azúcar In: ROMERO, E. R.; DIGONZELLI, P.; SCANDALIARIS, J. **Manual del cañero**. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, 2009. 248 p.
- SADEGHLOO, A. et al. Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 259-266, 2013.
- SILVA JR., A. C. **Efeito da cobertura do solo com palhico de cana de açúcar na emergência de monocotiledóneas infestantes em campo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Estado de São Paulo, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2014.
- SINGH, M. et al. Seed bank dynamics and emergence pattern of weeds as affected by tillage systems in dry direct-seeded rice. **Crop Protec.**, v. 67, n. 1, p. 168-177, 2015.
- VIDOTTO, F. et al. Effect of short-duration high temperature on weed seed germination. **Ann. Appl Biol.**, v. 163, n. 3, p. 454-465, 2013.
- WOOLLEY, J. T.; STOLLER, E. Light penetration and light-induced seed germination in soil. **Plant Physiol.** v. 61, n. 4, p. 597-600, 1978.

