



APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN MAÍZ EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS

APPLICATION OF GIBBERELLIC ACID IN MAIZE AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES

Rosalino Ramón Lugo Cuttier¹, Florencio David Valdez Ocampo² y Wilfrido Daniel Lugo Pereira^{2*}

¹ Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

² Profesor, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción Paraguay.

*Autor por correspondencia: wdlugo.26@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto de la aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos en la producción de maíz. El experimento fue implantado en la localidad de María Auxiliadora, distrito de Belén, Departamento de Concepción. Se utilizaron veinte tratamientos con tres repeticiones con arreglo bifactorial, en donde el factor A pertenece a momentos de aplicación o estados fenológicos V1, V3, V6 y V9 y factor B pertenece a dosis. 0; 0,5; 1; 1,5 y 2 g/ha, fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar. La preparación del ácido giberélico se realizó de la siguiente manera: en una botella descartable de 2 litros se diluyó con agua las dosis. Se utilizó un pulverizador a mochila para efectuar la aplicación de los tratamientos. El análisis de varianza muestra que se obtuvieron diferencias altamente significativas a nivel estadístico para todas las determinaciones evaluadas. La aplicación del Ácido giberélico en el estado fenológico V6 se recomienda en este estudio para el cultivo de maíz, siendo la dosis que obtuvo mejores resultados en todas las determinaciones con la dosis de 1,5 g/ha.

Palabras clave: Fenología, ácido giberélico, maíz.

ABSTRACT

The objective of evaluating the effect of the application of gibberellic acid in different phenological stages in the production of corn. The experiment was implemented in the town of Maria Auxiliadora, Belén district, Department of Concepción. Twenty treatments with three replications were used with a bifactorial arrangement, where the factor A belongs to moments of application or phenological stages V1, V3, V6 and V9 and factor B belongs to dose. 0; 0.5; 1; 1.5 and 2 g/ha, were distributed in a randomized complete block design. The preparation of gibberellic acid was carried out in the following manner: in a disposable bottle of 2 liters the doses were diluted with water. A backpack sprayer was used to carry out the application of the treatments. The analysis of variance shows that statistically significant differences were obtained for all determinations evaluated. The application of gibberellic acid in the phenological stage V6 is recommended in this study for the cultivation of maize, being the dose that obtained better results in all the determinations with the dose of 1,5 g/ha.

Keywords: Phenology, gibberellic acid, corn.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos más diversificados que existen en el mundo, siendo producidos tanto en pequeñas como en grandes extensiones, su producción es utilizada tanto en la alimentación humana, así como de todo tipo de animales como aves, hasta vacunos de carne y leche.

Las giberelinas modifican sustancialmente los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción de la floración, en el crecimiento y producción de flores, y en el cuajado y desarrollo de los frutos (Azcón-Bieto y Talón, 2000). La aplicación de giberelinas a los tallos produce un incremento pronunciado de la división celular en el meristemo subapical (Ghosh y Halder, 2018).

Para incrementar el rendimiento de granos por unidad de área, se podría conseguir con el empleo de semillas transgénicas con alta capacidad productiva de grano y aplicación de un eficiente manejo tecnológico del cultivo, como bioestimulantes de crecimiento, en el caso de las giberelinas en diferentes etapas de su crecimiento vegetativo.

El objetivo general evaluar el efecto de la aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos en la producción de maíz y como objetivos específicos la de determinar la altura de la planta, medir altura de inserción de la mazorca, determinar la longitud y el diámetro de la espiga, determinar el rendimiento en kg ha⁻¹ y el peso de cien granos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es del tipo experimental cualcuantitativo. El experimento se realizó en la localidad de Huguá Ocampo a 27 km de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, Departamento de Concepción.

La precipitación promedio anual varía entre 1300 mm hasta 1700 mm en la Región Oriental. El suelo de la región posee las siguientes características, taxonómicamente pertenece al orden Alfisol de textura franco arcillosa. (López et al., 1995).

Para el experimento se realizó análisis de suelo del área experimental. Las características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento fueron: Profundidad 0-20 Cm; pH agua 6,0; M.O. 1,2%, Al³⁺ 0,0; Ca +Mg 4.8 Cmol_c.dm⁻³; P 12,0 mg kg⁻¹; K 80 mg kg⁻¹ y Textura franco arenosa.

El experimento realizado tuvo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 20 tratamientos y tres repeticiones con esquema

bifactorial; factor A: momento de aplicación (estados fenológicos) y factor B: dosis. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 4 x 2,5 metros totalizando 10m² por cada parcela.

Proceso de instalación y desarrollo del experimento: La siembra se realizó a finales de agosto, en forma manual con la utilización de una matraca, abriendo surcos de 3,5 cm de profundidad aproximadamente, con una densidad de 3 plantas por metro lineal, es decir, 0,30 m entre plantas dejando 1 semilla en cada hoyo y 0,70 m entre hileras.

La aplicación del producto se realizó en los estadios fenológicos V1, V3, V6 y V9, y las dosis de Ácido Giberélico en cada una de estas en las diferentes dosis como se muestra más arriba.

A los 20, 40 y 70 días después de la emergencia se realizó cuidados culturales como limpieza del cultivo, realizando manualmente con el implemento que es la azada, en este lapso de tiempo se realizó también monitoreo constante de plagas y enfermedades, en ningún momento no requirió aplicación de fitosanitarios. La preparación del ácido giberélico se realizó de la siguiente manera: en una botella descartable de 2 litros se diluyó con agua las dosis mencionadas más arriba para una hectárea, a partir de esto el cálculo que se realiza es por regla de tres simples para las parcelas del experimento. Se utilizó un pulverizador a mochila para efectuar la aplicación de los tratamientos en los diferentes estados fenológicos de las plantas.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

Altura de la planta: se evaluó al final del ciclo del cultivo. Para determinar se midieron 5 plantas elegidas al azar de cada unidad experimental, desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera, utilizando cintas métricas expresadas en cm.

Altura de inserción de la mazorca: se midió desde la base del suelo hasta la inserción de la mazorca más alta. La medición es expresada en centímetros.

Diámetro y longitud de espigas: Se midieron las 5 mazorcas de las plantas elegidas al azar de cada unidad experimental, para ello las mazorcas fueron retiradas de la planta durante la cosecha separadas en bolsas, posteriormente llevadas al laboratorio para despejar y proceder a la medición de longitud y diámetro medidos por un paquímetro, las unidades son expresadas en centímetros.

Rendimiento: Para esta determinación se procedió a la cosecha en cada unidad experimental y los granos fueron pesados en una

balanza digital, luego los resultados fueron extrapolados a kg ha^{-1} .

Peso de cien granos: se desgranaron las espigas cosechadas de cada unidad experimental, se procedió a contabilizar cien granos elegidos al azar para el pesaje de las mismas, expresado en gramos.

Los datos obtenidos en el estudio fueron evaluados estadísticamente, que para el efecto se recurrió al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existieron o no diferencia significativa entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de las plantas

Como se observa en la figura 1, los resultados obtenidos en el experimento, entre las dosis utilizadas, se encontró diferencias altamente significativas a nivel estadístico, y entre los estados fenológicos no se encontró diferencias.

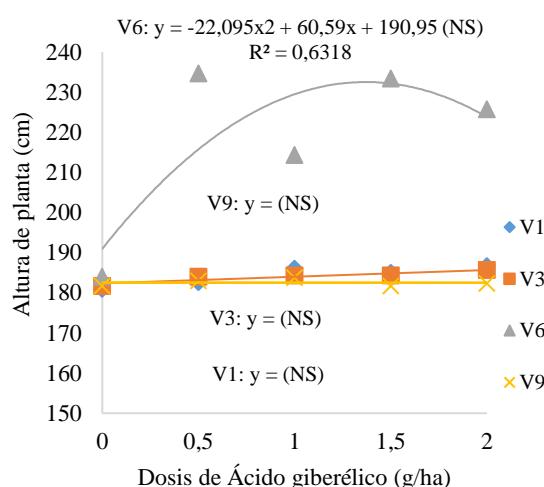


Figura 1. Curvas ajustadas de altura de plantas de maíz con aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos. Concepción, 2018.

El estado fenológico V6 obtuvo mejores resultados con la dosis de $0,5 \text{ gr ha}^{-1}$ con 234,67 cm de altura, siendo el valor inferior el testigo con 181 cm.

En los estados V1, V3 y V9 todos los datos fueron semejantes entre sí, inferiores a lo obtenido con el V6, en este estado las dosis utilizadas demostraron buenos resultados, superiores a los demás, es decir, efecto positivo para aumentar la altura de las plantas de maíz, el cual serviría mucho sin el destino de la producción fuese para forraje.

En un estudio realizado por Cárdenas et al. (2010) se encontró que al aplicar ácido

giberélico en plántulas de cacao se incrementó la altura de los injertos; así mismo, Paraguay et al. (2010) observaron que la aplicación combinada de ácido giberélico y de 6-Bencilaminopurina logró un incremento en la altura de planta de espárrago de 11,3% en las plantas tratadas; esto indica, que la aplicación de GA3 puede lograr un incremento significativo en la altura de plántula como se muestra en este trabajo de investigación.

Altura de inserción de mazorca

En la figura 2 se observan los valores de las medias de las alturas de inserción de la mazorca (cm) donde se constata que las dosis y estados fenológicos influyen estadísticamente en los resultados obtenidos, en esta determinación siguió la misma tendencia de lo obtenido en altura de la planta, la dosis que encontró mejor resultado fue el de $1,5 \text{ g/ha}$ con 124,17 cm.

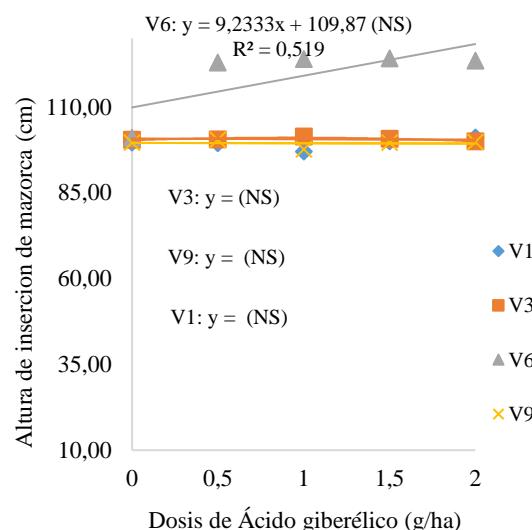


Figura 2. Curvas ajustadas de la altura de inserción de la mazorca con aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos. Concepción, 2018.

Valores inferiores fueron encontrados por Ferraris y Couretot (2007) en una investigación sobre respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07. Donde en la variable altura de inserción de espiga no presentaron diferencia estadística con una altura mayor de 105 cm; en este trabajo se obtuvo valores mayores, donde pudo haber influido la variedad utilizada.

En el análisis de regresión efectuado no se encontraron ecuaciones que se ajusten a ningún modelo matemático para la determinación altura de inserción de la mazorca de maíz.

Diámetro de espiga

En la figura 3 se muestran los resultados del diámetro de la mazorca, donde se obtuvo los mejores resultados con el estado fenológico V6 y la dosis de 2 g/ha con 5,39 cm, superior a los demás tratamientos.

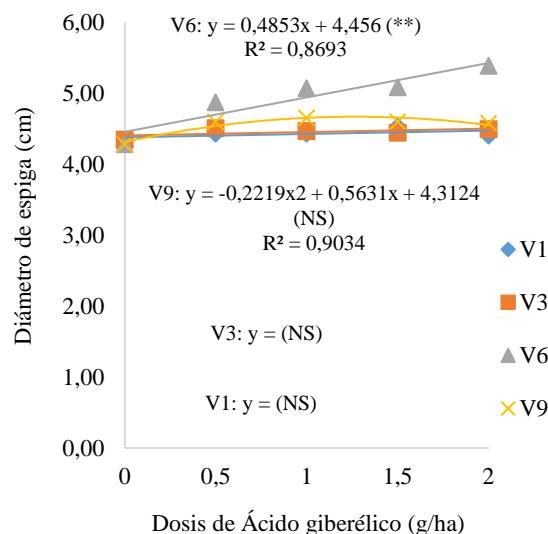


Figura 3. Curvas ajustadas para el diámetro de espiga con aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos. Concepción, 2018.

En el análisis de regresión efectuado se observa para los estados V1, V3 y V9 que no se encontraron ecuaciones que se ajusten a ningún modelo matemático para la determinación de diámetro de la espiga, sin embargo, para el estado V6 se detectó el efecto lineal. La relación entre las dosis de ácido giberélico y diferentes estados fenológicos, donde se nota que el diámetro de la mazorca no llegó a decrecer, siguió un modelo lineal positivo, entonces, aplicando o aumentando la dosis de ácido giberélico tendrá un efecto positivo.

Longitud de espiga

En la figura 4 se muestran los datos de la longitud de espiga, en donde se obtuvo los mejores resultados con el estado fenológico V6 y la dosis de 2 g/ha con 22,45 cm, superior a los demás tratamientos.

Cruz-Lázaro et al. (2009), encontraron que la longitud de espiga en un experimento con diferentes densidades obtuvo un valor de 15,02 cm presentando una diferencia significativa entre los tratamientos en una investigación realizada en México denominada “Caracterización y rendimiento de maíz en diferentes densidades”, este valor es inferior a lo encontrado en esta investigación donde este

experimento se logró la longitud de espiga de 22,45 cm.

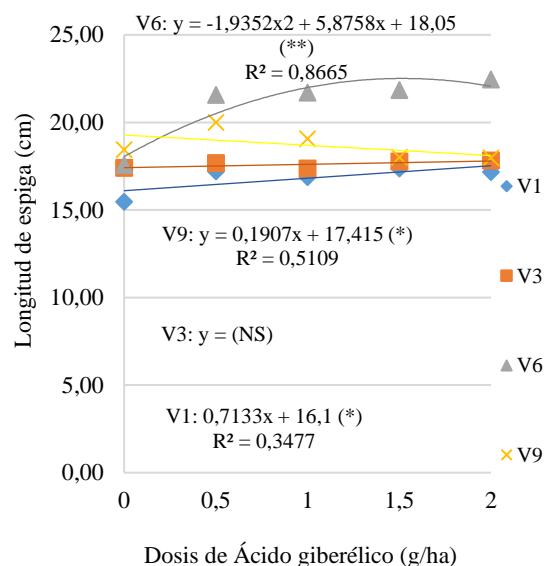


Figura 4. Curvas ajustadas para la longitud de espiga con aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos. Concepción, 2018.

Peso de cien granos

En la figura 5 se muestran los datos de peso de cien granos, en donde se obtuvo los mejores resultados con el estado fenológico V6 y la dosis de 1,5 g/ha con 45,18 cm, superior a los demás tratamientos.

Ferraris y Couretot (2008) mostraron trabajando con variedades de maíz en un experimento de “Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colón (Bs As), campaña 2007/08” que el peso promedio de 100 granos de maíz es de 37 gramos con un espaciamiento entre hileras de 0,50 m; este valor es inferior a lo encontrado en este experimento donde se muestra que el peso de 100 granos es de 45,18 gramos.

En el análisis de regresión efectuado se observa para el estado V9 únicamente no se encontró ecuación que se ajuste a ningún modelo matemático para la determinación de longitud de la espiga, sin embargo, para el estado V1, V3 se detectó el efecto lineal positivo y para el V6 la ecuación cuadrática, en donde determina la relación entre las dosis de ácido giberélico y el estado fenológico, donde se nota el peso de cien granos que llegó a un punto máximo y en la cual aplicando dosis mayores este decrece, entonces, aplicando o aumentando la dosis de ácido giberélico tendrá un efecto adverso a lo que el productor desea.

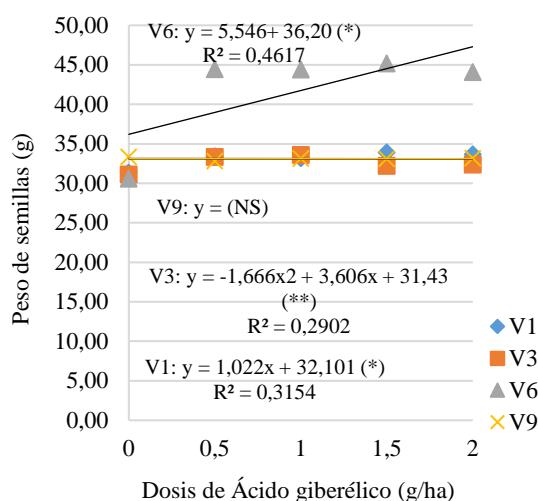


Figura 5. Curvas ajustadas para el peso de cien granos con aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos. Concepción, 2018.

Rendimiento

En la figura 6 se muestran los resultados del rendimiento, en donde se obtuvo los mejores resultados con el estado fenológico V6 y la dosis de 1,5 g/ha con 5.594,46 kg ha⁻¹ superior a los demás tratamientos.

Se puede notar que los estados V1, V3 y V9 obtuvieron los menores resultados, además los datos son similares entre sí, se tuvo un aumento de 1.072,92 kg ha⁻¹ con la dosis de 1,5 g/ha cumpliendo lo recomendado de la etiqueta del producto utilizada.

Los resultados estadísticos muestran que las diferentes aplicaciones de ácido giberélico ayudan a incrementar el potencial híbrido, debido a que ayuda a mejorar la absorción de los nutrientes, siendo el proceso de nutrición más adecuado en las etapas de desarrollo fenológico no afectando el rendimiento del cultivo.

En el análisis de regresión efectuado, para los estados V1, V3 y V9 que no se encontraron ecuaciones que se ajusten a ningún modelo matemático para la determinación de rendimiento, sin embargo, para el estado V6 se detectó la ecuación cuadrática. La ecuación cuadrática, en donde determina la relación entre las dosis de ácido giberélico y el estado fenológico, donde se nota el rendimiento que llegó a un punto máximo y en la cual aplicando dosis mayores este decrece, entonces, aplicando o aumentando la dosis de ácido giberélico tendrá un efecto adverso a lo que el productor desea.

Según Poveda (2016), los bioestimulantes o activadores fisiológicos son utilizados para generar una potente activación de determinados procesos fisiológicos de las plantas como son la

fotosíntesis, la absorción de nutrientes, la brotación, el desarrollo vegetativo y radicular, la floración, producción granos y la maduración, etc. Todos ellos están enfocados tanto a maximizar los rendimientos de los cultivos, como a optimizar la calidad de la producción obtenida, como se pudo demostrar en este trabajo de investigación.

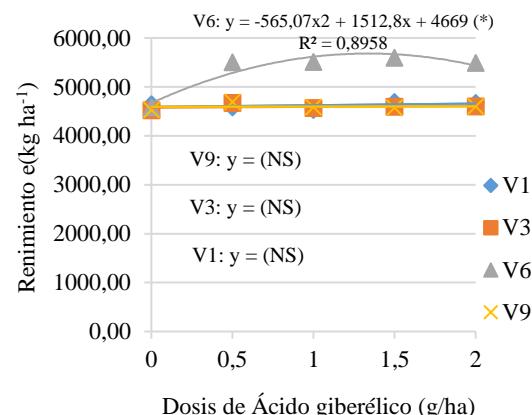


Figura 6. Curvas ajustadas para el rendimiento con aplicación de ácido giberélico en diferentes estados fenológicos. Concepción, 2018.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron diferencias altamente significativas para todas las determinaciones realizadas en el experimento, tanto entre los tratamientos y para las interacciones de los tratamientos.

El estado fenológico que mejor resultado obtuvo en todas las determinaciones fue el V6 con la aplicación de las diferentes dosis de ácido giberélico.

La aplicación del Ácido giberélico en el estado fenológico V6 se recomienda en este estudio para el cultivo de maíz, siendo la dosis correcta hasta 1,5 g/ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw-Hill Interamericana.
- Cárdenas, H. J. F., Álvarez, H. J. G., Barragán, O. E., & Rivera, C. M. (2010). Efecto del ácido giberélico y la 6-bencilaminopurina sobre el desarrollo de yemas en injertos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agronomía Colombiana*, 28(1), 19–27. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000100003

- Cruz-Lázaro, E., Córdova-Orellana, H., Estrada-Botello, M., Mendoza-Palacios, J. D., Gómez-Vázquez, A., & Brito-Manzano, N. (2009). Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. *Universidad y ciencia*, 25(1), 93–98.
- <https://doi.org/10.19136/ERA.A25N1.223>
- Ferraris, G., & Courerot, L. (2007). Ensayo comparativo de híbridos comerciales de maíz en la localidad de Colón (Bs. As.). En *Maíz. Cultivares, promotores de crecimiento y otras experiencias en el cultivo de maíz 2007* (pp. 75–85). Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas.
- Ghosh, S., & Halder, S. (2018). Effect of different kinds of gibberellin on temperate fruit crops: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 7(3), 315–319.
- López, O. E., González, E., De Llamas, P. A., Molinas, A. S., Franco, E. S., García, S., & Ríos, E. (1995). *Reconocimientos de suelos y capacidad de uso de las tierras: Región Oriental, Paraguay*. MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental, Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra, Convenio 3445 P.A.–Banco Mundial.
- Paraguay, M. J., Bardales, V. C., León, T. C., Rodríguez, C. N., & Linares, L. G. (2010). Incremento del área foliar de *Asparagus officinalis* L. cv. UC 157 F1 “espárrago” mediante la aspersión de giberelina (AG3) y 6-bencilaminopurina (6-BAP). *Scientia Agropecuaria*, 1(3–4), 191–196.
- <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633696002.pdf>
- Poveda, G. N. A. (2016). *Efectos de promotores orgánicos de crecimiento sobre el comportamiento agronómico de híbridos de maíz (Zea mays)* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio UTB.
- [https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6108/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000182.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=De%20acuerdo%20a%20SEI%20PASA%20\(2012\)%20los%20activadores,brotaci%C3%B3n%2C%20el%20desarrollo%20vegetativo%20y%20radicular%2C%20la](https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6108/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000182.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=De%20acuerdo%20a%20SEI%20PASA%20(2012)%20los%20activadores,brotaci%C3%B3n%2C%20el%20desarrollo%20vegetativo%20y%20radicular%2C%20la)