

## EFFECTOS DE DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZANTES QUÍMICOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea maíz L.*)

### EFFECTS OF DIFFERENT SOURCES OF CHEMICAL FERTILIZERS ON CORN CROPS (*Zea maíz L.*)

Manayay-Mendoza, D.\*; Mendoza-Pérez, C.; Rubiños-Panta, J.E.

Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco C.P. 56264.

\* E-mail: [manayay.denis@colpos.mx](mailto:manayay.denis@colpos.mx)

Fecha de envío: 15, abril, 2025

Fecha de publicación: 20, julio, 2025

#### Resumen:

El cultivo de maíz se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, su gran demanda alimenticia, conlleva a alcanzar su máximo potencial de rendimiento, esto se podría lograr con el aporte adecuado de nutrientes, sin embargo, se debe conocer el efecto de los fertilizantes. En este estudio se planteó evaluar la respuesta del maíz (*Zea mays L.*) en la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes químicos evaluados durante 49 DDS en condiciones de invernadero. El sustrato utilizado fue arena de sílice: turba (90:10) envasados en macetas de 5 L, los fertilizantes fueron: Triple 15; Nitrato de potasio; Urea; Solución Nutritiva (SN). Las variables evaluadas fueron la tasa de germinación; altura de planta; estado fenológico (escala BBCH); peso fresco del vástago y contenido de clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ). Los tratamientos fueron Distribuidos en Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con 4 repeticiones, los datos resultantes de las variables se analizaron con ANOVA y prueba de Tukey para determinar la varianza y la diferencia significativa entre tratamientos con un 95% de confianza. Los resultados determinaron una reducción significativa de la tasa de germinación con el aporte de fondo del fertilizante triple 15 y urea, en la altura de planta no se encontraron diferencias significativas, con respecto al estado fenológico presentaron aumentos significativos a los 49 DDS con la aplicación de solución nutritiva, el peso fresco del vástago del tratamiento con solución nutritiva sólo superó significativamente al control, finalmente el contenido de clorofila de los tratamientos que recibieron fertilización resultaron significativamente mejor que el control. Se concluye que la fertilización influye en la tasa de germinación, estado fenológico, contenido de clorofila y peso fresco del vástago, además con un aporte en exceso de fondo al momento de siembra generará una disminución de la germinación de semillas.

**Palabras clave:** tasa de germinación, contenido de clorofila, salinidad, vástago.

### **Abstract:**

Corn cultivation is widely distributed throughout the world, its high nutritional demand leads to reaching its maximum yield potential, this could be achieved with the adequate contribution of nutrients, however, it is necessary to know the effect of fertilizers. This study aimed to evaluate the response of corn (*Zea mays* L.) to the application of different types of chemical fertilizers evaluated during 49 DAS under greenhouse conditions. The substrate used was silica sand: peat (90:10) packed in 5 L pots, the fertilizers were: Triple 15; Potassium Nitrate; Urea; Nutrient Solution (NS). The variables evaluated were germination rate; plant height; phenological stage (BBCH scale); fresh shoot weight and chlorophyll content (mg / m<sup>2</sup>). The treatments were distributed in completely randomized blocks (CRB) with 4 replicates, the resulting data of the variables were analyzed with ANOVA and Tukey's test to determine the variance and the significant difference between treatments with 95% confidence. The results determined a significant reduction in the germination rate with the background contribution of triple 15 fertilizer and urea, in the height of the plant no significant differences were found, regarding the phenological state they presented significant increases at 49 DAS with the application of nutrient solution, the fresh weight of the shoot of the treatment with nutrient solution only significantly exceeded the control, finally the chlorophyll content of the treatments that received fertilization were significantly better than the control. It is concluded that fertilization influences the germination rate, phenological state, chlorophyll content and fresh weight of the shoot, in addition with an excess of background contribution at the time of sowing will generate a decrease in seed germination.

**Keywords:** germination rate, chlorophyll content, salinity, stem.

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de maíz está ampliamente distribuido en todo el mundo, la demanda de alimento cada vez es mayor, esto requiere utilizar técnicas que aumenten la producción, una opción es mejorar la fertilización con diversas fuentes. Durante los años 2020 y 2021 el área de siembra del maíz ha aumentado considerablemente llegando a los 7.4 millones de hectáreas con una producción 60.5 M ton. de granos y con un incremento del rendimiento en el segundo quinquenio del 7.6% (Gastón et al., 2024).

El cultivo maíz demanda nutrientes al igual que otros cultivos, el nitrógeno es el macronutriente más limitante y primordial en la mayoría los cultivos, por lo que una planta con dosis adecuada de nitrógeno logrará buenos rendimientos sin mencionar que su dinámica en el suelo es muy variada y su eficiencia depende también de las prácticas agronómicas (Silvera et al., 2024), este cultivo no es ajeno a ello para



lograr altos rendimientos (Sotomayor et al., 2017), por esta razón la fertilización nitrogenada es fundamental en los cultivos.

El Nitrógeno (N) está relacionado con los cloroplastos que son los responsables de la coloración verde en las hojas y con la capacidad de absorber la luz utilizada para el proceso de fotosíntesis, el contenido de nitrógeno en las hojas es un indicador del estado nutricional de las plantas. Esto está fundamentado en que el órgano de la planta que más rápido muestra las deficiencias de nutrientes o respuesta del estado nutricional frente al aporte de los fertilizantes son las hojas (Zavaschi et al., 2014).

El lograr determinar el correcto distanciamiento del fertilizante es tan relevante como hacer un correcto diagnóstico mediante el análisis de suelo, para obtener la dosis de fertilizante a aplicar. En la actualidad existen diversos métodos de ubicación de los fertilizantes (foliar, al suelo y en la solución nutritiva). Este aspecto influye en el uso eficiente del fertilizante, un manejo incorrecto ocasionará efectos negativos desde una disminución en la tasa de germinación de las semillas hasta la pérdida total de las plántulas (Havlin et al., 2023). Sin embargo, la eficiencia de los nutrientes depende también si estas van de forma diluida en solución facilitando el movimiento hacia las raíces y consecuentemente incrementado la absorción (Vera et al., 2024). Cuando se fertiliza se está aportando sales al suelo y el efecto por la salinidad resulta distinto entre las especies, como variedades e incluso en cultivares producto de la variabilidad de tolerancia entre los genotipos (Torabi et al., 2011). La alta salinidad produce un estrés abiótico provocando efectos durante la fase de germinación (Luo et al., 2018), como también durante el desarrollo y crecimiento de los cultivos (Dou et al., 2024).

Por ello se planteó evaluar la respuesta del cultivo maíz a la aplicación de diferentes tipos y fuentes de fertilizantes cultivado bajo condiciones de invernadero en su primera etapa de crecimiento.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se desarrolló en condiciones de invernadero de la Universidad Politécnica de Valencia en la Latitud y longitud: +39° 28' 56.53", -0° 20' 36.88", sin control de las variables climáticas, tuvo una duración de 49 días, se utilizó



semillas de maíz híbrido CB sembrados en sustrato de arena de sílice: turba (9:10), se usaron macetas de macetas de 30 cm de profundidad y 15 cm de diámetro, las cuales fueron rellenas hasta los 5 cm del borde. El primer riego se realizó con 1 L de agua por cada maceta y se aplicó una fertilización de fondo en los 5 primeros cm del sustrato, posteriormente se sembraron 10 semillas por maceta, una vez germinadas se seleccionó una planta promedio. Se evaluaron 4 tipos de fertilizantes y un control con 4 repeticiones cada uno, debido a que la regla general como mínimo se requieren 3 repeticiones: Triple 15 (15 N-15 P-15 K) con aplicación de fondo (200 UF (N, P, K)) sin coberteras; Nitrato de potasio (13 N-0 P-46 K) con aplicación de fondo (50 UF N), cobertera a los 21, 35 DDS (Días Después de Siembra) (50 UF N); fertilizante Urea (46 N-0 P-0 K) con aplicación de fondo (50 UF N), cobertera a los 21, 35 DDS (50 UF N); solución nutritiva (SN) Cuadro 1 con aplicación de fondo (100 ml/maceta) se aplicó después de la siembra en forma agua de riego, cobertera a los 21, 35 DDS (200 ml/maceta) aplicados como agua de riego; control. Se emplearon 100 ml de agua después de la fertilización de fondo por cada maceta y 200 ml de agua para las coberteras a excepción del tratamiento con solución nutritiva que fue regada con la SN.

Variables medidas. El efecto los diferentes tratamientos en el maíz se evaluó a través de los parámetros siguientes:

- Germinación: Tasa de germinación por maceta (%) a los 21 DDS. Se determinó utilizando la siguiente relación:

$$TG (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ semillas germinadas}}{\text{Total semillas sembrada}} \times 100$$

- Crecimiento: Altura de planta (cm), se realizó la medición con una cinta métrica desde la base del tallo hasta la última hoja desplegada durante los 21, 35 y 49 DDS.
- Estado fenológico (escala BBCH). Se determinó contabilizando el número de hojas desplegadas por planta, a los 21, 35 y 49 DDS, siguiendo la escala BBCH definida por (Weber & Bleiholder., 1990); (Lancashire et al., 1991);
- Peso fresco de la parte aérea (vástago) (g). Para esta variable se extrajeron las plantas, desde la parte basal y se procedieron a pesar la biomasa aérea (tallos + hojas) en una báscula digital, a los 49 DDS.



- Contenido de clorofila: la medición se realizó utilizando el medidor portátil CL-01 en la antepenúltima hoja desplegada por planta de maíz (parte media de la hoja) a los 49 DDS.

**Cuadro 1.** Contenido de nutrientes de la Solución Nutritiva (SN) en mMol/l

**Table 1.** Nutrient content of the Nutrient Solution (NS) in mMol/l

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	B	Mn	Zn	Cu	Mo	Seq.
16	1.2	2.45	0.5	1.2	6	5	3.8	0.03	0.03	4x10 <sup>-3</sup>	5x10 <sup>-4</sup>	2x10 <sup>-5</sup>	16.67

\* se restringió el contenido de cloro y sodio para evitar su efecto fitotóxico en las plantas.

Diseño experimental y estadístico. El experimento se manejó bajo un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA) para reducir el error del clima debido a que no se controlaron las condiciones climáticas dentro del invernadero. Los resultados de las variables evaluadas fueron analizados significativamente mediante el análisis de varianza (ANOVA). La diferencia estadística entre las medias de los tipos de fertilizantes se discriminó mediante el método de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey con un nivel de confianza de 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tasa de germinación

En el análisis de varianza de las medias entre los diferentes fertilizantes y la tasa de germinación muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) como se observa en el Cuadro 2, el efecto del fertilizante triple 15 redujo estadísticamente la tasa de germinación con respecto a los otros fertilizantes a excepción de la fertilización con urea, que sólo tiene diferencia significativa con el control; la fertilización con nitrato de potasio y solución nutritiva no presentaron diferencias estadísticas. Esto demuestra que la dosis y fuente de fertilizantes aplicados de fondo influyen en la tasa de germinación de las semillas en maíz.

Respecto del tipo de fertilizante de fuentes nitrogenadas, el triple 15 y la urea presenta el mayor nivel de N-amoniaco, Zelaya-Benavidez et al. (2021) indican que en concentraciones elevadas se inhibe la germinación. Este proceso ocurre rápidamente cuando las condiciones de temperatura del suelo están encima de



los 10°C, aumentando el proceso cuando la temperatura máxima es de 25°C. Esta reacción química es catalizada por la ureasa una enzima presente en todos los suelos agrícolas y que se incrementa a medida que aumenta la materia orgánica (MO) del suelo.

El fertilizante es una sal que se disocia en contacto con la solución del suelo. Todas las sales solubles en el suelo reducen el potencial osmótico de estas, por consiguiente, del potencial hídrico del suelo. Esto trae como resultado la restricción de la disponibilidad hídrica para la plántula, generando la deshidratación de sus tejidos (denominado plasmólisis) y su posterior muerte. El nivel de capacidad para reducir el potencial osmótico es distinto entre los fertilizantes y es cuantificado mediante el valor del “índice salino”. El índice salino indica el aumento de la tensión osmótica en el suelo y esta a su vez provoca toxicidad iónica en el desarrollo vegetal y diferentes cambios fisiológicos, morfológicos y bioquímicos de las plantas (Piraneque-Gambasica et al., 2025). Castroluna et al. (2014) indican que la inhibición ocasionada por la sal en la germinación de las semillas se debió al efecto osmótico y ion específico presente, ocasionando una lenta absorción de agua e impidiendo a las reservas la movilización hacia el eje embrionario para su crecimiento.

## Cuadro 2. Tasa de germinación de semillas de maíz.

Table 2. Germination rate of corn seeds.

Fertilizante	Tasa de germinación (%)
Triple 15	57.5 a
Urea	75.0 ab
Nitrato de potasio	90.0 bc
Solución Nutritiva	90.0 bc
Control	97.5 c
± SE	4.92
p	0.0003

a, b, c las letras diferentes entre fertilizantes indican diferencias significativas en la tasa de germinación según la prueba de rangos múltiples de Tukey HSD ( $p < 0.05$ ), ± SE= Error Estándar.



Además, resultados encontrados por Luo et al., (2018) determinaron que el cultivo de maíz es más susceptible al estrés salino en la etapa de germinación. Es por ello que los resultados obtenidos demuestran que a mayor dosis y concentración de sales como lo es el tratamiento con triple 15 reduce significativamente la tasa de germinación del maíz en un 41% con respecto al tratamiento control. Sin embargo, esta difiere en los demás tratamientos porque es dependiente de la dosis y concentración tal como se observa en el Cuadro 2. Además, un factor resultante de ello es el aumento del esfuerzo de humedad del suelo generado en el tratamiento con triple 15 por lo que el suelo llegó a contener mayor cantidad de sales. El aumento de sales en la superficie del suelo incrementa la succión total y reduce el gradiente de presión de vapor, lo que disminuye la pérdida de humedad. Esto afecta la hidratación de la semilla, reduciendo su imbibición (Fredlund et al., 2012).

### **Altura de planta (cm) y Estado fenológico**

El análisis de varianza para la altura de plantas de maíz (Cuadro 3) muestra que no hubo diferencias significativas entre los fertilizantes utilizados a los 21, 35 y 49 DDS, estos resultados coinciden con los encontrados por Silvera et al., (2024) en donde es indiferente el uso de distintas fuentes en la altura de planta del maíz. Sin embargo, las plantas fertilizadas con SN denotan un mayor crecimiento en altura de planta superando en un 22.1% al Control, lo que podría deberse a que el nitrógeno es un nutriente muy móvil y que cumple distintos roles estructurales en la planta por su demanda esencial para la formación de proteínas, la forma de nitrógeno en amonio y nitrato presentes en la SN sin duda alguna han logrado ser más asimilables por las plantas tratadas, por lo que la respuesta no sólo difiere en el nutriente aportado sino además por la forma en que estas están siendo aplicados químicamente para la asimilación eficiente en el cultivo (Sosa-Rodriguez & García-Vivas, 2018). Por lo tanto, la respuesta al uso tipo y fertilizante está en función del balance entre la demanda de nutrientes (formas muy fácilmente asimilables) y la oferta (contenido iónico soluble presente en la solución del suelo) (Tilleria & Ortiz, 2024).



En la evaluación del estado fenológico a partir de los 35 DDS se presentaron con diferencias significativas entre la fertilización con SN con respecto a triple 15 y el Control; a los 49 DDS continuó presentando diferencias significativas la fertilización con la SN comparado con Triple 15, Control y Nitrato de potasio, producto de ello las plantas fertilizadas con SN obtuvieron un incremento del número de hojas reflejadas en un avance del desarrollo fenológico (18) y las que tuvieron un retraso en el estado fenológico fueron las plantas fertilizadas con triple 15 (16), Control (16) y Nitrato de potasio (16). De acuerdo con los resultados encontrados por Shah et al. (2014) indican que la absorción de nitrógeno es muy variable en plantas de maíz según las diversas etapas fenológicas en la que se encuentre.

**Cuadro 3.** Respuesta en altura de planta y estado fenológico del maíz.

**Table 3.** Plant height response and phenological state of corn.

Fertilizantes	21 DDS		35 DDS		49 DDS	
	AP	EF	AP	EF	AP	EF
Triple 15	31,9 a	13 a	64,0 a	15 a	86,1 a	16 a
Control	36,2 a	13 a	67,1 a	15 a	79,4 a	16 a
KNO <sub>3</sub>	37,9 a	13 a	71,1 a	15 ab	89,6 a	16 a
Urea	42,0 a	13 a	73,4 a	15 ab	93,1 a	17 ab
Sol. Nutritiva	43,2 a	13 a	76,0 a	16 b	97,0 a	18 b
± SE	2.64	0.13	4.73	0.28	6.03	0.29
p	0.053	0.0528	0.422	0.0391	0.3306	0.0016

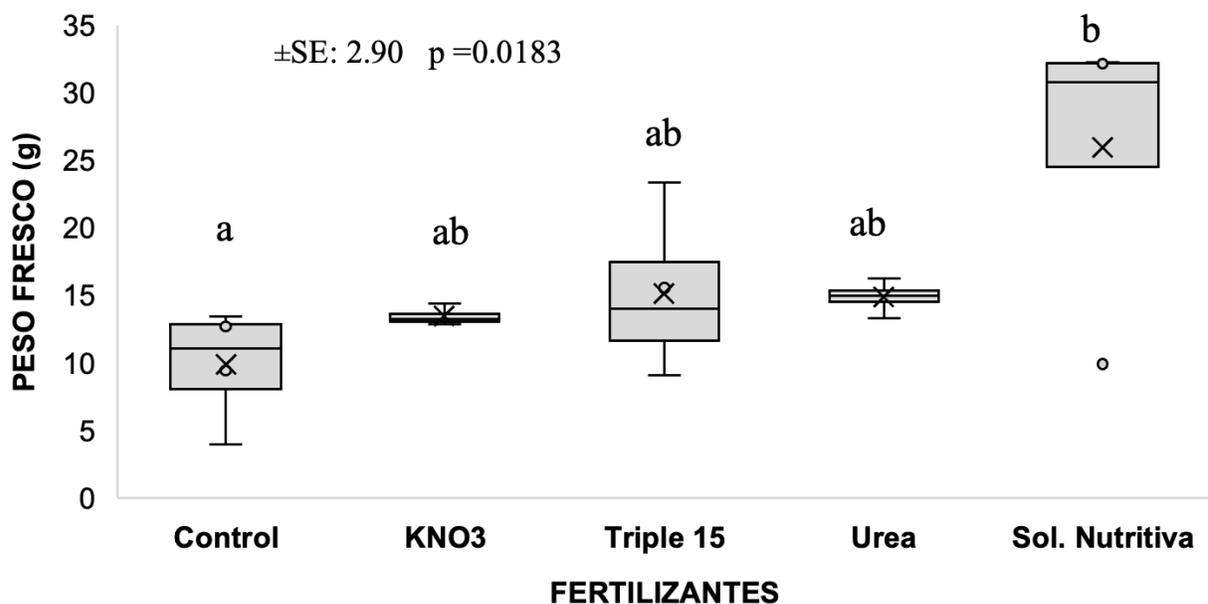
AP = Altura de Planta; EF = Estado Fenológico; <sup>a, b</sup> las letras diferentes entre fertilizantes por columnas indican diferencias significativas en AP y EF según la prueba de rangos múltiples de Tukey HSD ( $p < 0.05$ ), ± SE= Error Estándar.

En los primeros estadios, en la germinación fue lenta la absorción de nitrógeno y relativamente escasa, aumentando conforme va creciendo. Los resultados obtenidos indican que los fertilizantes tienen influencia en el desarrollo del estado fenológico de las plantas de maíz evaluadas, esta diferencia se muestra muy marcada entre la fertilización con SN y el Control. Además, las plantas tratadas con triple 15 solo recibieron fertilización de fondo. Por lo tanto, la fertilización en el suelo fue fundamental para tener un mejor desarrollo fenológico de cultivo, considerando la etapa fenológica en que se encuentra para que su asimilación se realice de manera oportuna y eficiente.



## Peso fresco del vástago

En el análisis para el peso fresco del vástago a los 49 DDS se encontró diferencias estadísticamente significativas dado que la biomasa fresca dependió del tipo de fertilizante utilizado como se observa en la Figura 1. Complementariamente las plantas fertilizadas con SN obtuvieron mayor peso fresco con respecto a las plantas Control. Es así que Mejía et al. (2023) definen a la SN como sales minerales en agua que están compuestas por formas iónicas de macro y micronutrientes que serán absorbidas por las raíces para el desarrollo y crecimiento de las plantas.



**Figura 1.** Peso fresco promedio del vástago de maíz bajo diferentes fertilizantes. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey HSD ( $p < 0.05$ )  $\pm$  Error estándar.

**Figure 1.** Average fresh weight of maize stalk under different fertilizers. Different letters indicate significant differences according to Tukey's HSD test ( $p < 0.05$ )  $\pm$  Standard Error.

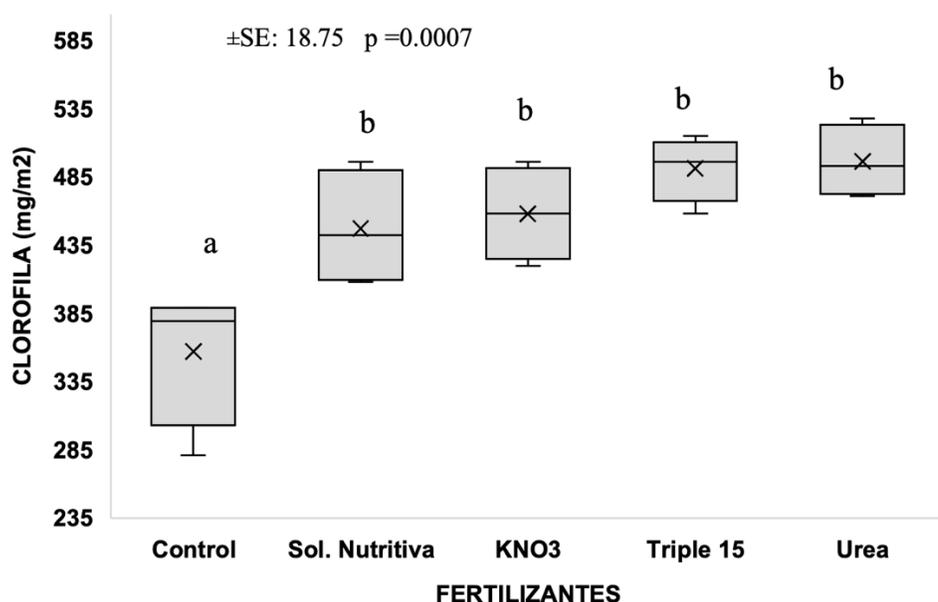
Por lo tanto, se puede decir que en la SN se encuentran los nutrientes en iones disueltos con el agua. La solución nutritiva aplicada estuvo constituida por fuentes nitrogenadas de nitrato y amonio, según García et al. (2024) estas 2 formas son las más asimilables generando un equilibrio en el metabolismo de las plantas

para la elaboración de proteínas y carbohidratos que se ven reflejado en el aumento de la biomasa. Otros autores encontraron un alto coeficiente de determinación entre el contenido de nitrógeno y la acumulación de biomasa de la planta (Elsayed et al., 2018).

### Contenido de clorofila

Referente al contenido de clorofila (Figura 2) a los 49 DDS el análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas según la fertilización empleada. Esto tendría efecto por las fuentes de fertilizantes evaluados que tienen nitrógeno a excepción del Control, debido a que la clorofila esta correlacionada con el nivel de nitrógeno y magnesio

La capacidad de las hojas de realizar fotosíntesis está relacionada principalmente con el contenido de clorofila estas estructuras como proteínas solubles del ciclo de Calvin están compuestas de nitrógeno (Chou et al., 2020).



**Figura 2.** Contenido promedio de clorofila en hojas. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey HSD ( $p < 0.05$ )  $\pm$  Error estándar

**Figure 2.** Average chlorophyll content in leaves. Different letters indicate significant differences according to Tukey's HSD test ( $p < 0.05$ )  $\pm$  Standard Error.

Así, una de las formas para medir la eficiencia de absorción de nitrógeno es midiendo el contenido de clorofila de las hojas y si la fuente es en forma de N-NO<sub>3</sub> la correlación aumentará de manera significativa (Mendoza-Tafolla et al., 2022). Esto debido a que el nitrógeno ayuda a la absorción de Mg, interviniendo en la síntesis de la clorofila (Gárate & Bonilla, 2013) y viceversa el Mg ejerce un efecto positivo en la eficiencia de absorción de nitrógeno cuando esta es deficiente en su aplicación (Parra-Terraza et al., 2022). Por ende, la existencia de esta relación directa entre el contenido de nitrógeno y el contenido de clorofila presentes en las hojas de maíz (Peralta et al., 2022).

## CONCLUSIÓN

La reducción de la tasa de germinación con el aumento de dosis y tipo de fertilizante se reduce hasta en un 41% al utilizar el fertilizante de fondo triple 15, sin embargo, la altura de planta no presentó efecto por la fuente de fertilización en la evaluación del estado fenológico se logró aumentar el desarrollo de la planta a los 49 DDS con el aporte de la solución nutritiva, así como el peso fresco del vástago, finalmente las plantas fertilizadas lograron un aumento significativo del contenido de clorofila con respecto al control.

## Agradecimientos

A los profesores Cándido Mendoza Pérez y Juan E. Rubiños Panta por la oportunidad de contribuir a la elaboración del presente artículo.

## LITERATURA CITADA

- Castroluna, A., Ruiz, O. H., Quiroga, A. M. & Pedranzani, H. E. (2014). Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(1), 39-50. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/837/83729789005/>
- Chou, S., Chen, B., Chen, J., Wang, M., Wang, S., Croft, H. & Shih, Q. (2020). Estimation of leaf photosynthetic capacity from the photochemical reflectance



- index and leaf pigments. *Ecological Indicators*, 110. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105867>
- Dou, D., Sun, J., Abou-Elwafa, S. F., Guo, X., Guo, Y., Wang, D., Ding, C. & Alotaibi, N. M. (2024). ZmLL1 confers salt stress tolerance by regulating genes of phytohormone response in maize. *Environmental and Experimental Botany*, 224, 1-32. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105673>
- Elsayed, S., Barmeier, G. & Schmidhalter, U. (2018). Passive reflectance sensing and digital image analysis allows for assessing the biomass and nitrogen status of wheat in early and late tillering stages. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1978-1989. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01478>
- Fredlund, D. G., Rahardjo, H. & Fredlund M. D. (2012). *Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice*. Canada: JOHN WILEY & SONS, INC.
- Gárate, A., & Bonilla, I. (2013). Nutrición mineral y producción vegetal. En J. Azcón-Bieto, & M. Talón, *Fundamentos de fisiología vegetal* (2da ed., págs. 143-164). Barcelona: McGraw-Hill Interamericana de España, S.L.
- García-Juárez, H. D., Silva-Mejías, E. S., Rodríguez-Abraham, A. R., López-Córdova, J. J., & Piñarreta-Olivares, R. A. (2024). Efectividad de tres dosis de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 8(24), 691-706. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.295>
- Gastón-Oliva, D., Micca-Ramirez, M. V. & Raquel-Andrada, N. (2024). Comportamiento sanitario de maíz frente a la aplicación de aminoácidos en Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *CIENTIFICA*(1), 35-52. Obtenido de <https://revistas.fica.unsl.edu.ar/index.php/edicion-2024-no1-cientifica/>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L. Beaton & James D. (2023). *Soil Fertility and Fertilizers: an introduction to nutrient management*. Pearson. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/148361>
- Lancashire et al. (1991). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.*, 119, 561-601.
- Luo, M., Zhao, Y., Weisong, W., Ruyang, Z., Su, A., Li, C., Wang, X., Xing, J., Shi, Z. & Zhao, J.. (2018). Effect of saline stress on the physiology and growth of



- maize hybrids and their related inbred lines. *Maydica*, 62(2), 1-8. Obtenido de <https://journals-crea.4science.it/index.php/maydica/article/view/1569/1079>
- Mejía Pérez, M. A., Beltrán Mendiola, P. I., Pérez Negrete, D., Morales Rodríguez, C., Héctor Gordon Núñez Palenius, H. G. N. P., & Graciela María de la Luz Ruiz Aguilar & G. M. de la L. R. A. (2023). Sustratos y soluciones nutritivas en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annum* L.). *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 21, 1-8. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/articulo/view/4089>
- Mendoza-Tafolla, R., Juárez-Lopez, P., Ontiveros-Capurata, R., Alia-Tejacal, I., Guillén-Sánchez, D., Villegas-Torres, O., & Chávez-Bárceñas, A.. (2022). Estimation of concentration of chlorophyll, N, and biomass using non-destructive measurements in arugula (*Eruca sativa*). *Bioagro*, 34(2), 151-162. doi:<https://doi.org/10.51372/bioagro342.5>
- Parra-Terraza, S., Angulo-Castro, A., López-Rodas, C. F., & Retes-Manjarrez, J. E. (2022). Relaciones magnesio y nitrógeno en soluciones nutritivas y el rendimiento de pepino en sistema hidropónico cerrado. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-13. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1048>
- Peralta-Nava J. A., García-Guzmán R. A., Ramírez-Ramírez M. de J., Amador-Camacho O., Ramírez-Ramírez F., Murguía-Vadillo C. G. & Gama-Moreno L. A. (2022). Detección de deficiencias de nitrógeno mediante el porcentaje de clorofila en maíz (*Zea mays*). En C. E. Ail Catzim, B. M. Montiel Batalla, & M. Galicia Juárez, *Investigación en Ciencias Agrícolas. Desarrollo científico y tecnológico en la producción agrícola sustentable* (págs. 723-729). Baja California: Astra Ediciones S. A. de C. V.
- Piraneque-Gambasica, N. V., Aguirre-Forero, S. E., & Cruz-O'Byrne, R. K. (2025). Índice de Tolerancia a Salinidad de Ecotipos de Mango (*Mangifera indica*) en el Caribe Seco Colombiano. *Revista EIA*, 22(43), 1-23. doi:<https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1821>
- Shah, S., Shah, Z., Khalail, S. K., Jan, K., Jan, M. T., Afzal, M., Akbar, H., Khan, H., Rahman, H. U., Nawab K., Farhatullah, Muhammad, F., Hussain, Z., Kakar, K. M. & Khan, I. (2014). Effects of variable nitrogen source and rate on leaf



area index and total dry matter accumulation in maize (*Zea mays* L.) genotypes under calcareous soils. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 276-284. doi:<https://doi.org/10.17557/tjfc.90307>

Silvera - Pablo, C., Mallqui - Chavez, M., Barrenechea - Mejía, R. & Calderón-N, G. (2024). Efecto de la fuente nitrogenada en la producción de biomasa de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de invernadero. *Revista Investigación Agraria*, 6(2), 62-69. doi:Revista Investigación Agraria. 2024; 6(2) 62-6962<http://doi.org/10.47840/ReInA.6.2.2134>

Sosa-Rodriguez, B. A., & García-Vivas, Y. S. (2018). Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 207-219. doi:<https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27127>

Sotomayor-Alvarez, R., Chura-Chuquiya, J., Calderón-Mendoza, C., Sevilla-Panizo, R., & Blas-Sevillano, R. (2017). Sources and doses of nitrogen on productivity of field corn under twin-row and single-row. *Anales Científicos*, 78(2), 232-240. doi:<https://doi.org/10.21704/ac.v78i2.1061>

Tilleria, L., & Ortiz, A. (2024). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre cobertura de abonos verdes de invierno en maíz (*Zea mays* L.). *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico (Encarnación)*, 18(18), 1-6. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9781752>

Torabi, M., Halim, RA, Sinniah, UR & Choukan, R. (2011). Influence of salinity on the germination of Iranian alfalfa ecotypes. *African Journal of Agricultural Research*, 6(19), 4624-4630. doi:<https://doi.org/10.5897/AJAR11.248>

Vera-Bravo, V. A., Avellan, B., Cedeño-García, G. A., del Rocío Velásquez-Cedeño, S., López-Álava, G. A., & Zambrano Mendoza, J. L. (2024). Efectividad de la fertilización líquida y bioestimulación en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para consumo en fresco. *Avances en ciencias e ingenierías*, 16(2), 1-19. doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3350>

Weber, E., & Bleiholder., H. (1990). Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse - mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen*, 42, 308-321.

Zavaschi, E. Faria, L., Vitti, G. C., Nascimento, C. A.C., Moura, T. A., Vale, D. W., Latanze-Mendes, F. & Yassuo-Kamogawaal, M. (2014). Ammonia



volatilization and yield components after application of polymer-coated urea to maize. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 38(4), 1200-6. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000400016>

Zelaya-Benavidez, E. A., Martínez-Gutiérrez, G. A, Escamirosa-Tinoco, C., & Morales, I. (2021). Vinazas de mezcal y su efecto biofertilizante en el rendimiento de hortalizas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*(8), 1-12. doi:<https://doi.org/10.19136/era.a8n3.3159>

