

## **Efecto de la fuente nitrogenada en la producción de biomasa de maíz (*Zea mays* L) bajo condiciones de invernadero**

Effect of nitrogen source on corn (*Zea mays* L) biomass production under greenhouse conditions

Celia Silvera P<sup>1\*</sup>, Mario Mallqui, Ch<sup>2</sup>, Rolly Barrenechea M<sup>3</sup>, Gustavo Calderón N<sup>4</sup>

Correo: \*csilvera@unab.edu.pe

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Barranca, Barranca – Perú ([csilvera@unab.edu.pe](mailto:csilvera@unab.edu.pe)).

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Barranca, Barranca – Perú ([mmallqui2021@unab.edu.pe](mailto:mmallqui2021@unab.edu.pe))

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Barranca, Barranca – Perú ([rbarrenechea2020@unab.edu.pe](mailto:rbarrenechea2020@unab.edu.pe)).

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Barranca, Barranca – Perú ([gcalderon2021@unab.edu.pe](mailto:gcalderon2021@unab.edu.pe)).

### **RESUMEN**

El N en el agroecosistema, es el nutriente limitante para la mayoría de los cultivos, entre ellos el cultivo de maíz. Una planta bien fertilizada con N obtiene buenos rendimientos. El N promueve la fotosíntesis, la floración, e incluso el número de semillas y peso por mazorca. En el mercado de los fertilizantes, existe fuentes nitrogenadas, las que presenta diversas concentraciones y forma de N, siendo necesario en el contexto actual, determinar que fuentes presentan mejores condiciones de absorción y eficiencia de uso por parte de la planta.

Este experimento evaluó la respuesta del maíz a la aplicación de 250 kg N ha<sup>-1</sup>, probando diferentes fuentes nitrogenadas, entre ellas, úrea, nitrato de amonio y sulfato de amonio, bajo condiciones de invernadero. Los resultados muestran que, entre las fuentes nitrogenadas no hubo diferencias significativas, sin embargo, el sulfato de amonio, presentó mejor comportamiento para la altura del maíz, con 71.7 cm, diámetro de tallo 1.61 cm, biomasa fresca 83.7g/planta y seca 15.16 g/planta. Podemos concluir que los fertilizantes nitrogenados influyen positivamente en el crecimiento del maíz, siendo importante considerar la fuente utilizada y la cantidad existente de N en las etapas iniciales del cultivo, siendo en esta etapa relativo la fuente utilizada, por su alta movilidad del nutriente en el suelo y su fácil disponibilidad para la planta.

**Palabras clave:** Fuentes nitrogenadas, maíz, nitrógeno, disponibilidad

### **ABSTRACT**

El N in the agroecosystem is the limiting nutrient for most crops, including corn. A plant well fertilized with N obtains good yields. N promotes photosynthesis, flowering, and even the number of seeds and weight per ear. In the fertilizer market, there are nitrogenous sources, which present various concentrations and forms of N, making it necessary in the current context to determine which sources have better absorption conditions and efficiency of use by the plant.

Revista Investigación Agraria. 2024; 6(2) 62-69

This experiment evaluated the response of corn to the application of 250 kg N ha<sup>-1</sup>, testing different nitrogen sources, including urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate, under greenhouse conditions. The results show that, among the nitrogen sources, there were no significant differences, however, ammonium sulfate presented better performance for the height of corn, with 71.7 cm, stem diameter 1.61 cm, fresh biomass 83.7g/plant and dry biomass 15.16 g/plant. We can conclude that nitrogen fertilizers positively influence the growth of corn, it being important to consider the source used and the existing amount of N in the initial stages of the crop, being at this stage the source used relative, due to its high mobility of the nutrient in the soil and its easy availability for the plant.

**Keywords:** Nitrogen sources, corn, nitrogen, availability

ISSN N° 2708-9843

Recibido: 20 de mayo de 2024

Aceptado para su publicación :20 de agosto de 2024

## INTRODUCCIÓN

La nutrición en el cultivo de maíz es una actividad determinante para la productividad. A nivel mundial este cultivo tiene problemas de incremento del rendimiento por pérdida de la fertilidad del suelo, especialmente el N, además de las variedades con baja producción y prácticas agronómicas inadecuadas que contaminan el ecosistema (García y Espinosa, 2009).

El abastecimiento de N en maíz al margen de las tecnologías utilizadas está enfocado a que el cultivo exprese su máxima capacidad productiva con el uso de este nutriente. Existe un efecto proporcional en la dosis de fertilización nitrogenada y el rendimiento proyectado, es decir mayores niveles de N, incrementa los niveles de producción (Alvarez *et al.*, 2003).

Sin embargo, en la búsqueda de la obtención de mejores rendimientos, pocas veces se considera el tipo de fuente nitrogenada utilizada, que puede repercutir en los parámetros biométricos, así como en la biomasa. Reportes de García y Espinoza

(2009) en este cultivo mostraron valores sobre la repercusión del N en el cultivo a nivel agronómico,

En este experimento se hace uso de 3 fuentes nitrogenadas, siendo la urea la más utilizada en el cultivo de maíz en la costa por su alto contenido nutricional, y con la finalidad de evidenciar la relevancia de cada fuente nitrogenada en los parámetros biométricos y biomasa de este cultivo. Para ello se realizó la aplicación de los insumos en 3 momentos, a fin de evaluar las respuestas en cada caso (De Grazia *et al.*, 2006)

Se busca que a través de los resultados obtenidos sean de utilidad para definir qué tipo de fuente fertilizante nitrogenada es la más sostenible para la obtención de biomasa en maíz, es decir a menor costo y mayor productividad. Por ello que el objetivo de esta investigación es evaluar el comportamiento de los tipos de fuentes nitrogenadas aplicadas en el crecimiento y biomasa del cultivo de maíz, bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental Buena Vista, ubicada en el Sector los Anitos, de la Universidad Nacional de Barranca. ubicado en Barranca a 76 m.s.n.m. El suelo utilizado fue de textura franco Arenoso, pH ligeramente alcalino y bajo en materia orgánica (Tabla 01), El

experimento consistió en la aplicación de 3 tipos de fuentes nitrogenadas en a una dosis de N 250 kg/ha, con un tratamiento testigo y un PK. Como variable de medición fue maíz amarillo duro var. Dekalb 7088, por un periodo de 60 días bajo condiciones de invernadero.

**Tabla 01:** Condiciones del suelo del presente estudio

ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS
PH (1:1)	N/A	7,08
C.E. (1:1)	dS/m	0,98
CACO <sub>3</sub>	%	0.86
M.O	%	0,65
P	ppm	16,7
K	ppm	84
TEXTURA	Clase textural	Franco Arenoso (Fr.A)
CIC	meq/100g	7,52

**Diseño experimental.** Se utilizó un diseño randomizado al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos considerados fueron la siguientes: T1: Urea, T2: Nitrato de Amonio; T3: Sulfato de Amonio y T4: Sin N, todos los tratamientos recibieron P y K cuyas fuentes fueron Fosfato di amónico y Sulfato de Potasio. Se utilizó el híbrido de maíz Dekalb-7088. Cada unidad experimental

estuvo conformada por 2 plantas /maceta. La forma de aplicación del fertilizante fue manual, incorporado y 5 cm del cuello de planta. Todas las fuentes nitrogenadas fueron aplicadas en tres momentos a los 15, 30 y 45 días se aplicó en dos fracciones iguales. El control de malezas y fitosanitario fue químico y manual, los riegos fueron interdiarios.

**Tabla 02:** Tratamientos en estudio

*Efecto de la fuente nitrogenada en la producción de biomasa de maíz (Zea mays L) bajo condiciones de invernadero*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>FUENTES</b>
<b>T1</b>	Urea
<b>T2</b>	Nitrato de Amonio
<b>T3</b>	Sulfato de Amonio
<b>T4</b>	Sin Nitrógeno

Se colocó 4 semillas por maceta, las que fueron sembradas el 31/08/2023 y a partir de los 15 días después de la siembra fueron aplicados los fertilizantes según los

tratamientos correspondientes, a los 30 y 45 días se realizó la fertilización granulada según los tratamientos correspondientes. El corte se realizó a los 60 días después de la siembra

**Figura 1.** *Tratamientos en estudio*



**Variables evaluadas en el presente estudio**

**Altura de planta (AP).** Se obtuvo a los 60 días después de la siembra, mediante la medida longitudinal desde el cuello de planta hasta el ápice de la hoja

**Número de hojas.** Se realizó a los 60 días después de la siembra, mediante el conteo del número de hojas/planta

**Diámetro del Tallo (cm).** Con la ayuda del vernier, se determinó el diámetro del tallo del maíz.

**Peso Fresco.** - Se realizó a los 60 días después de la siembra, para el cual se pesó la biomasa de la parte aérea y raíz de todas las

plantas en estudio, en una balanza de precisión de 0.1g

**Peso Seco.** - Se realizó a los 65 días después de la siembra, para el cual previamente se secó la muestra en estufa por 72 horas a 70°C, luego se pesó la biomasa de la parte aérea y raíz de todas las plantas en estudio, en una balanza de estudio de 0.01g

**Análisis estadístico.** Los datos fueron sistematizados y analizados haciendo uso del software estadístico INFOSTAT; se realizó el ANVA al 95% de confianza, según el diseño experimental planteado y la prueba de comparación de medias que se utilizó fue Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sobre los componentes biométricos (altura, Numero de hojas y diámetro del tallo)

Considerando que el maíz es un cultivo dependiente del N (Khan et al., 2011), es decir requiere dosis altas de fertilizantes nitrogenados para lograr acumular biomasa y producción además siendo la fuente fertilizante nitrogenada más utilizada para este cultivo la urea, los resultados alcanzados se muestran en la Tabla 3.

En el análisis de variancia en los componentes biométricos se ha encontrado diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, ello indica que para las condiciones del presente estudio, para el crecimiento longitudinal (Altura), es indiferente utilizar Urea o Sulfato de Amonio, asimismo se puede evidenciar que para esta primera etapa, el Nitrógeno presente en el suelo + el aporte del N proveniente del fosfato di amónico, fue suficiente cubrir las necesidades nutricionales para lograr mayor altura. Los resultados coinciden con Valadares *et al.* (2014) y Araldi y Bigaton (2020) quienes tampoco encontraron efecto de la fuente de N sobre la producción de materia verde de maíz.

En cuanto al número de hojas por planta, se ha encontrado diferencias significativas entre los tratamientos, donde se visualiza un mejor comportamiento a la fuente nitrato de amonio a comparación de las otras fuentes nitrogenadas, logrando la producción de mayor numero de hojas/planta.

En cuanto al diámetro de tallo, se evidencia entre las fuentes nitrogenadas un mejor comportamiento al sulfato de amonio frente a la urea, sin diferencias significativas, sin embargo, si existe diferencias frente al nitrato de amonio, se puede evidenciar que para esta primera etapa el Nitrógeno del suelo + el N proveniente del fosfato di amónico, fue suficiente, logrando mayor diámetro.

Los resultados obtenidos son similares a los del Programa de maíz de la Universidad Nacional Agraria – La Molina que en sus investigaciones de los años 1970-80 reportó que el cultivo de maíz responde mejor a sulfato de amonio, y que, por el contrario, no encontró respuesta a la urea (Salhuana *et al.*, 2004), las que se muestran en la Tabla 03.

**Tabla 3.** Efecto de los tratamientos sobre las variables de crecimiento del cultivo de maíz a nivel de invernadero a los 60 días después de la siembra. Barranca. Perú

Tratamientos	Denominación	Altura de planta (cm)	Número de hojas	Diámetro de tallos (mm)
T1	Urea	70.55 a b	7.50 b	1.57 a b
T2	Nitrato de Amonio	68.63 b	8.90 a	1.55 b

T3	Sulfato de Amonio	71.79 a b	7.50 b	1.61 a b
T4	Sin N	80.66 a	8.80 a	1.81 a

**Figura 02: Evaluación comparativa entre los tratamientos en estudio a los 60 días después de la siembra**



**Sobre los componentes de biomasa (peso fresco total, peso seco total)**

Los resultados referidos en la Tabla 04, evidencia que en el peso fresco y seco del cultivo de maíz el sulfato de amonio presenta un mejor comportamiento frente a las otras fuentes nitrogenadas, siendo coincidente con lo referido por Salhuana *et al* (2004); Sotomayor *et al* (2016).

Asimismo, bajo las condiciones del presente estudio, en los componentes de biomasa, se puede evidenciar que para esta primera etapa, el Nitrógeno presente en el suelo + el aporte del N proveniente del fosfato di amónico, fue suficiente para cubrir las necesidades nutricionales para obtener mayor biomasa frente a los otros tratamientos en estudio.

**Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre las variables de biomasa (peso fresco y seco) del cultivo de maíz a nivel de invernadero a los 60 días después de la siembra. Barranca. Perú**

Tratamiento	Denominación	Peso Fresco (g/planta)	Peso Seco (g/planta)
T1	Urea	82.70 b	13.91 b
T2	Nitrato de Amonio	73.40 b	13.08 b
T3	Sulfato de Amonio	83.70 b	15.16 b
T4	Sin N	115.50 a	21.30 a

*Efecto de la fuente nitrogenada en la producción de biomasa de maíz (Zea mays L) bajo condiciones de invernadero*

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, para las condiciones experimentales y los tratamientos establecidos, las fuentes nitrogenadas tuvieron comportamiento estadísticamente similar, sin embargo, la fuente nitrogenada que presentó mejor comportamiento fue el sulfato de amonio en altura de planta, diámetro de tallos, peso fresco y peso seco.

Asimismo, cabe mencionar que el Nitrógeno proveniente del suelo y del fosfato di

amónico, fue suficiente en cumplir los requerimientos nutricionales del maíz en esta primera etapa, presentando mejores resultados en las variables en estudio.

Cabe mencionar que la dinámica del N en el suelo es muy compleja, y su eficiencia está sujeta a factores como el suelo, clima, así como la movilidad del nutriente, además de las prácticas agronómicas en que se desarrolla el cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, R., H.S. Steinbach, C.R. Alvarez, y S. Grigera. (2003). Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada. *Informaciones Agronómicas* 18:14-19.
- Araldi, F.D., Bigaton, J.M. (2020). Eficiência de diferentes fontes de nitrogênio na produção de milho silagem. (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) Instituto Federal De Santa Catarina Câmpus São Miguel do Oeste Agronomia. 28 p. Consultado 04 de noviembre. 2023. Disponible en: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2112>
- De Grazia, J.; Tittonell, P.A.; Chiesa, A. (2007). Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 34(3), 195-204.
- Ballesteros, E., E. Morales, O. Mora, E. Santoyo, G. Estrada y F. Gutiérrez. (2015). Manejo de fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de triticale. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6(4): 724-733.
- Barrios, Marta; Basso, Carmen (2018) Efecto de la fertilización nitrogenada sobre componentes del rendimiento y calidad nutricional del grano de seis híbridos de maíz Bioagro vol.30 (1):39-48.
- García, J.P., Espinosa, J. (2009). Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. *Informaciones Agronómicas* 72:1- Consultado 04 nov. 2023. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F6C2CDE6735C18CF852579A0006B1E93/\\$FILE/Efecto%20del%20Fraccionamiento%20de%20Nitr%20C3](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F6C2CDE6735C18CF852579A0006B1E93/$FILE/Efecto%20del%20Fraccionamiento%20de%20Nitr%20C3)

%B3geno%20en%20la%20Productividad  
ad%20.....pdf

- Sotomayor, R ; Chura, J; Calderón, C ; Sevilla, R.; Blas, R (2016) Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú-Anales Científicos, 78 (2): 232-240
- Sánchez, V. (2007). Efecto de fertilización nitrogenada potásica en el crecimiento y rendimiento de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo RLAF: goteo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria – La Molina.
- Salhuana, W.; Valdez, A.; Scheuch, F. y Davelouis, J. (2004) Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM), 1953 – 2003. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz ©. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Vásquez, S. (2007). Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de zinc bajo dos modalidades: foliar y al suelo, en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) híbrido PM-702 bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria – La Molina.
- Valadares V, R., Valadares V, S., Fernandes A, L., Sampaio A, R. (2014). Teores de nutrientes no solo e nutrição mineral do milho em áreas irrigadas com água calcária. Revista Caatinga, 27(3):169-176. Consultado 04 nov. 2023. Disponible en: [https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2736/pdf\\_151](https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2736/pdf_151)