

# Evaluación de la Respuesta del Maíz (*Zea Mays L.*) ante cambios en la Densidad de Siembra y Dosis de Nitrógeno

Autor: Aldo Andrés Ortiz Alfonso<sup>1</sup>

## Resumen

El trabajo de investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y tres densidades de siembra sobre el rendimiento del maíz en San Juan del Paraná-Itapúa, el diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas dispuestas en bloques completos al azar con tres repeticiones. El experimento se ejecutó desde enero hasta junio del 2015. Los tratamientos consistieron en la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno (N): 0 kg.ha-1, 80 kg.ha-1 y 150 kg.ha-1, las distintas dosis de N fueron consideradas sub parcelas; las densidades estudiadas fueron: 35 mil/plan.ha-1, 55 mil/plan.ha-1 y 75 mil/plan.ha-1, como parcela principal fueron consideradas las distintas densidades de siembra evaluada. Diferencias significativas se obtuvieron en las variables rendimiento de grano y peso de 100 granos, el mayor rendimiento se obtuvo con la combinación de 150 kg.ha-1 y 55 mil/pl.ha-1. El nitrógeno y las distintas densidades de siembra son entre otros factores los que tienen alta influencia en la producción del maíz.

**Palabras Clave:** Nitrógeno, Maíz, Densidad

## Abstract

The research work was carried out with the objective of evaluating the effect of nitrogen fertilization and three planting densities on maize yield in San Juan del Paraná - Itapúa, the experimental design used was divided plots arranged in complete blocks Random with three repetitions. The experiment was carried out from January to June 2015. The treatments consisted of the application of different doses of nitrogen (N): 0 kg.ha-1, 80 kg.ha-1 and 150 kg.ha-1, the different doses Of N were considered subplots; The densities studied were: 35 thousand/plan.ha-1, 55 thousand/plan.ha-1 and 75 thousand/plan.ha-1, as the main plot the different seed densities evaluated were considered. Significant differences were obtained in the grain yield and weight of 100 grains, the highest yield was obtained with the combination of 150 kg.ha-1 and 55 thousand/pl.ha-1. Nitrogen and the different planting densities are among others factors that have a high influence on maize production.

**Keywords:** Nitrogen, Corn, Density

<sup>1</sup>Profesor Investigador de la UNI e-mail: aldoaortiz.2009@hotmail.com  
Recibido: 04/05/2016 Aceptado: 03/08/2016

## Introducción

En la zona sur del Paraguay existe escasa información disponible acerca de la respuesta a la fertilización nitrogenada del maíz ante cambios en la densidad.

En el Paraguay el área de maíz sembrado ha experimentado un incremento en la última década, la superficie de maíz sembrada en el 2.003 fue de 440.000 ha con un promedio de rendimiento de 2.545 kg/ha, según estimaciones en el año 2.014 la superficie de maíz sembrada sería de 649.733 ha con una media de 4.954 kg/ha de rendimiento de grano aumentando en comparación a la superficie sembrada en el año 2.003, así mismo se nota un importante aumento en el rendimiento (CAPECO 2013).

Los rendimientos promedios obtenidos en el Paraguay demuestran la existencia de una importante diferencia entre el potencial de rendimiento de los cultivares sembrados por los productores que son híbridos con potencial de rendimiento que pueden lograr doblar los rendimientos medios obtenidos por los productores, los factores ambientales como la radiación solar y la temperatura del ambiente tienen influencia significativa sobre el potencial de rendimiento del maíz (Ortiz y Paytas 2016).

Debido a estos factores mencionados surge la necesidad de ajustar la densidad de siembra del maíz, ya que en condiciones de menor oferta lumínica y disponibilidad hídrica se debe disminuir la cantidad de plantas por hectárea considerando que en el cultivo del maíz la densidad de siembra es una de las prácticas de manejo que define la capacidad del cultivo de interceptar recursos como la radiación, el agua o los nutrientes (Proot et al., 2.011).

El estrés de nitrógeno reduce la tasa de crecimiento del maíz en el periodo crítico. Una buena nutrición en momentos de alta demanda permite un buen crecimiento foliar y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa, así mismo una densidad óptima permite máximo rendimiento (Andrade et al., 1.996).

La fertilización y la densidad poblacional se

consideran como los factores que pueden ser controlados y que son de importancia para la obtención de mejores rendimientos en los cultivos, en el maíz estos factores ejercen mucha influencia sobre los componentes del rendimiento (Tosquy Valle et al 1.998).

Below (2.002) menciona que la deficiencia del nitrógeno en el maíz produce disminución en el rendimiento de grano, el incremento en la dosis de nitrógeno produce un mayor número de granos debido al menor número de aborto.

La densidad de siembra permite definir la capacidad del cultivo de interceptar recursos como la radiación, el agua o los nutrientes, una baja oferta de nitrógeno supone una mayor restricción al desarrollo de los cultivos en una densidad de siembra alta. Así para una densidad de siembra de 95.000 plantas por hectárea la dosis óptima de nitrógeno es de 151 kg.ha<sup>-1</sup> (Proot et al., 2.011).

Según la guía técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010) del Paraguay la densidad de siembra ideal del maíz es de 55.000 plantas por hectárea.

El estrés de nitrógeno reduce la tasa de crecimiento de maíz en el periodo crítico, esto se maximiza en condiciones de alta competencia (Proot et al., 2.011).

Por lo mencionado se planteó la hipótesis que el incremento en la oferta de nitrógeno produce mayor rendimiento de maíz, la misma es influenciada de manera positiva por una densidad de plantación ideal.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y tres densidades de siembra sobre el rendimiento y el peso de 100 granos del maíz.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en la localidad de San Juan del Paraná, departamento de Itapúa, República del Paraguay, ubicada en la latitud 27°15' 37" S y longitud 55° 58' 24" O. El clima del lugar es subtropical con temperatura promedio de 21-°C y precipitación media anual de 1700

mm. El periodo de ejecución del experimento fue desde enero hasta junio del 2015.

El híbrido de maíz utilizado en el experimento fue DK 7910 VT3PRO (ciclo precoz). La unidad experimental estuvo constituida por: 6 hileras de 8 m de longitud, el distanciamiento entre hileras utilizado fue de 0,45 m totalizando 21,6 m<sup>2</sup> por cada unidad experimental.

El diseño experimental fue de parcelas divididas, donde los tratamientos estuvieron dispuestos en bloques completos al azar en tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en la combinación de diferentes dosis de N: 0 kg.ha<sup>-1</sup>, 80 kg.ha<sup>-1</sup> y 150 kg.ha<sup>-1</sup> consideradas sub parcelas y las densidades: 35 mil/plan.ha<sup>-1</sup>, 55 mil/plan.ha<sup>-1</sup> y 75 mil/plan.ha<sup>-1</sup> consideradas como parcela principal. Las variables evaluadas fueron rendimiento de granos y peso de 100 granos.

La fuente de nitrógeno utilizada fue Urea 46 00 00, la aplicación se realizó fraccionada en dos momentos, la mitad de la dosis de los tratamientos cuando el cultivo se encontraba en el estadio vegetativo V4, completando las dosis en el estadio vegetativo V8. Los resultados del análisis de suelo se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Resultados de análisis de suelo realizado antes de la siembra, muestras tomadas de 0-20 cm de profundidad.

Numero	Ident.	pH	P	K	Na	MO	hT	CE
Muestra	Prof. Cm		ppm	cmol <sub>c</sub> /kg	cmol <sub>c</sub> /kg	%	%	mmho/cm
18282	0-20	5,6	3,6	0,53	0,34	1,51	0,08	0,08

Se aplicó calcáreo a razón de 2,69 t.ha<sup>-1</sup> para la corrección del pH del suelo. La fertilización de base se realizó aplicando 64,75 kg.ha<sup>-1</sup> de P y 96 kg.ha<sup>-1</sup> de K al momento de la siembra del experimento.

Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza ANAVA. Las relaciones entre variables medidas se efectuaron mediante la comparación de medias con el test de Tukey, en el caso de que

las diferencias entre las mismas sean significativas. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico InfoStat.

## Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos para la variable rendimiento de grano. El rendimiento de granos del cultivo de maíz presentó diferencia significativa en el análisis de varianza para el efecto de los factores evaluados (densidad y nitrógeno), así mismo la interacción de los factores resultó con diferencia altamente significativa. Las dosis de N resultaron diferentes estadísticamente entre sí, las densidades 55 y 75 mil plantas por hectárea fueron estadísticamente similares, por otro lado la densidad 35 mil plantas por hectárea fue diferente estadísticamente a las demás densidades. El mayor rendimiento de granos de 6739 kg/ha se obtuvo con la interacción 55 mil/plantas.ha<sup>-1</sup> y 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, este tratamiento fue similar estadísticamente al tratamiento de 75 mil/plantas/ha combinado con 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

**Tabla 1.** Rendimiento de granos expresado en kg.ha<sup>-1</sup> de maíz evaluado en distintas densidades de siembra y dosis de nitrógeno. San Juan del Paraná 2015.

Densidad (mil.ha <sup>-1</sup> )	Dosis de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			Medias
	0	80	150	
35	2256 a	2535 b	5871 ef	2887 A
55	3720 bc	4880 cd	6739 g	4975 B
75	3723 bc	3100 ef	6605 fg	5149 B
Medias	3230 A	4387 B	6403 C	4987
Fc Interacción				6,18**
Fc N				112,32**
Fc Densidad				17,18**
CV %				8,78

**Nota:** Fc † calculado en el análisis de varianza; \*\*, altamente significativo; CV: coeficiente de variación; Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas (p<=0.05) en la interacción. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas (p<=0.05) para N y densidades.

Lo obtenido concuerda con Tosquy Valle et al. (1.998) quienes manifiestan que el maíz es un cultivo que es afectado por los factores densidad poblacional y fertilización, estos son controlables e inciden directamente sobre el rendimiento. Así mismo coincide con lo expresado por Proot et al., (2.011) quienes expresan que el estrés de nitrógeno reduce la tasa de crecimiento de maíz en el periodo crítico, esto se maximiza en condiciones de alta competencia.

El peso de 100 granos se presenta en la tabla 2, esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis de varianza para la interacción entre las densidades y las dosis de nitrógeno, esto indica que la combinación de distintas dosis de N y densidad de siembra no afecta al peso de 100 granos, por otro lado los efectos individuales presentaron diferencias altamente significativas.

**Tabla 2.**

**Peso de 100 granos expresado en gramos del maíz evaluado en distintas densidades de siembra y distintas dosis de nitrógeno. San Juan del Paraná 2015.**

Densidad (mil.ha <sup>-1</sup> )	Dosis de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			Medias
	0	80	150	
35	30	33	32	32 A
55	34	36	34	35 B
75	35	38	36	36 C
Medias	33 A	35 B	34 C	34
Fc Interacción				2,23 <sup>ns</sup>
Fc Nitrógeno				20,82 <sup>**</sup>
Fc Densidad				85,14 <sup>**</sup>
CV %				2,21

Nota: Fc: f calculada en el análisis de varianza; \*\*: altamente significativo; CV: coeficiente de variación; ns: no significativo; Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Below (2.002) manifiesta que la deficiencia del nitrógeno produce disminución en el rendimiento del grano, esto coincide con lo obtenido en este experimento donde el efecto del nitrógeno afectó al peso de granos que se obtuvo con el maíz tratado con distintas dosis de nitrógeno. Lo obtenido con el peso de 100 granos concuerda con lo expresado por el mencionado autor ya que los efectos de las distintas dosis de N y densidades de siembra influyeron sobre esta variable componente principal del rendimiento de grano.

## Conclusiones

El rendimiento y peso de 100 granos del maíz son afectados por las distintas dosis de N y densidad de siembra. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la densidad 55 mil/planta.ha-1 y 150 kg.ha-1 de N.

## Referencias Bibliográficas

- Andrade, F., Cirilo, A., Uhart, S., Otegui, M. (1996). Ecofisiología del cultivo de maíz. Buenos Aires. Editorial La Barrosa.

- Below, F. (2002). Fisiología, nutrición e abubazo nitrogenada do milho. Informação agronômica. Editorial Potafos.
- Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). 2015. Área de Siembra, Producción y Rendimiento del maíz. Recuperado de: <http://www.capeco.org.py>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2010). Guía técnica de rubros agropecuarios. Recuperado de: <http://www.mag.gov.py/guia%20tecnica.pdf>.
- Ortiz, A., Paytas, M. (2016). Respuesta a la fertilización nitrogenada y densidad de siembra de un híbrido de maíz en época tardía en el sur de Paraguay. Editorial EUDENE.
- Proob, A., Barroco, M., Scianca, C., Álvarez, C. (2011). Efecto de la fertilización nitrogenada y de la densidad de siembra sobre los rendimientos y de la eficiencia de uso de agua en maíces tardíos en la pampa arenosa. Recuperado de: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpmt2011\\_proot\\_efecto\\_fertilizacion\\_nitrogenada.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpmt2011_proot_efecto_fertilizacion_nitrogenada.pdf)
- Tosquy, H., de la Garza, R., Castañón, G., Morenos, R (1.998). Fertilización edáfica y densidades de población para producción de semillas de líneas de maíz. Recuperado de: <http://www.acuedi.org/ddata/1278.pdf>