



APLICACIÓN EN COBERTURA DE DOSIS DE UREA EN HÍBRIDOS DE MAÍZ

TOPDRESSING APPLICATION OF UREA RATES IN MAIZE HYBRIDS

Nathalia Elizabeth Duarte Lima¹, Modesto Osmar Da Silva Oviedo^{2*} y Florencio David Valdez Ocampo²

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: dasilva_modesto@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de dosis de urea en dos híbridos de maíz. La investigación fue realizada en la localidad de Romero Potrero, entre octubre del 2019 y enero del 2020. Los tratamientos consistieron en diferentes dosis de urea (0 kg ha^{-1} , 22.22 kg ha^{-1} , 88.88 kg ha^{-1} , $155.55 \text{ kg ha}^{-1}$, $222.22 \text{ kg ha}^{-1}$) en dos híbridos de maíz (DKB 255 VT3PRO y DKB 290 VT3PRO). El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar en parcelas subdivididas 2×5 (2 Híbridos \times 5 dosis de N) con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Para el trabajo se utilizaron 30 parcelas, considerando 1 parcela como una Unidad Experimental. Las determinaciones evaluadas fueron altura de la planta (m), longitud de espiga (cm), rendimiento de la planta (kg ha^{-1}) y peso de 1000 semillas con una humedad de 14% (kg). Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y al test de Fisher al 5%. La prueba posterior utilizada dependiendo de la naturaleza de los datos fue la prueba de Tukey y el análisis de regresión. En las mediciones realizadas para la variable altura de la planta no se registró diferencia significativa ($p > 0.05$), así también en la longitud de la espiga medidas a los 120 días después de la siembra, no se registraron valores significativos entre las diferentes dosis de urea utilizada, en cuanto a rendimiento de la planta, y peso de mil semillas se observaron diferencias significativas. Se concluye que para la variable rendimiento, la dosis $222.22 \text{ kg ha}^{-1}$ tuvo mejor comportamiento y en cuanto a la utilización del híbrido, el DKB 290 VT3PRO tuvo un mejor comportamiento comparado con el DKB 255 VT3PRO esto se observa mejor en la variable peso de 1000 semillas.

Palabras clave: *Zea mays*, híbrido, urea.

ABSTRACT

The objective of the work was to determine the effect of the application of urea doses in two corn hybrids. The research was conducted in the locality of Romero Potrero, between October 2019 and January 2020. The treatments consisted of different urea doses (0 kg ha^{-1} , 22.22 kg ha^{-1} , 88.88 kg ha^{-1} , $155.55 \text{ kg ha}^{-1}$, $222.22 \text{ kg ha}^{-1}$) on two corn hybrids (DKB 255 VT3PRO and DKB 290 VT3PRO). The experimental design used was randomized complete block design in 2×5 subdivided plots (2 Hybrids \times 5 N doses) with 10 treatments and 3 replications. Thirty plots were used for the work, considering one plot as an experimental unit. The determinations evaluated were plant height (m), spike length (cm), plant yield (kg ha^{-1}) and weight of 1000 seeds at 14% moisture (kg). The data obtained were subjected to analysis of variance and Fisher's test at 5%. The subsequent test used, depending on the nature of the data, was the Tukey test and regression analysis. In the measurements made for the plant height variable, no significant difference was recorded ($p > 0.05$), as well as in the length of the ear measured 120 days after sowing, no significant values were recorded between the different doses of urea used, as for plant yield and thousand seed weight, significant differences were observed. It is concluded that for the variable yield, the dose $222.22 \text{ kg ha}^{-1}$ had better performance and as for the use of the hybrid, the DKB 290 VT3PRO had better performance compared to DKB 255 VT3PRO this is best observed in the variable 1000 seed weight.

Keywords: *Zea mays*, hybrid, urea.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es uno de los más importantes en el mundo por su extensa área cultivada, así como su aporte a la alimentación humana, animal y a su uso industrial, además es un cultivo del cual dependen económicamente un alto porcentaje de pequeños agricultores del país. Además de su gran valor como rubro de consumo familiar, su cultivo se puede enfocar como rubro comercial ya que cuenta con mercado seguro y estable (DEKALB, 2012).

Entre los cultivos que exigen gran demanda de nitrógeno se encuentra el maíz y cuando se busca altas productividades de este cultivo la fertilización orgánica no siempre suple de manera adecuada la cantidad de nitrógeno necesaria por la planta, por tanto, es recomendado realizar la fertilización química de la misma (DEKALB, 2012).

La fertilización de manera general, es uno de los factores decisivos para lograr altos rendimientos, entre los macro elementos, el nitrógeno, fósforo y potasio son los limitantes en los suelos de nuestro departamento, por su baja presencia y disponibilidad, aunque el nitrógeno es el nutriente indispensable a considerar en el manejo de nutrición del cultivo de maíz. La fertilización con nitrógeno (N) luego de la emergencia del cultivo de maíz es una práctica de manejo orientada a sincronizar la oferta con la demanda del nutriente, con el fin de incrementar la absorción y reducir la susceptibilidad a pérdidas (López, 2014).

El uso adecuado, es uno de los factores que puede contribuir al aumento de la productividad. Una de las formas de eficientar la misma es evitando o reduciendo las pérdidas del fertilizante aplicado. Las que generalmente ocurren son las producidas por volatilización y/o por lavado de N. Los fertilizantes nitrogenados susceptibles a pérdidas por volatilización son la urea o aquellos fertilizantes que lo contengan en su composición y la magnitud de las mismas está influenciada por condiciones de suelo, clima, manejo y tiempo transcurrido entre la aplicación (López, 2014).

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la aplicación en cobertura de dosis de urea en dos híbridos de maíz, y los objetivos específicos fueron determinar la altura de planta después de la floración, comparar la longitud de espigas, establecer el número de líneas de semilla por espiga, evaluar el rendimiento en kg ha^{-1} , y determinar el peso de mil semillas. En el

experimento se planteó la hipótesis de que el híbrido DKB 290 VT3PRO con dosis de 88,88 kg ha^{-1} de urea, tendrá mejor rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo realizado se ubica en el tipo de estudio experimental cualitativo y cuantitativo. La investigación se desarrolló desde el mes de octubre del 2019 hasta enero del 2020. El trabajo de campo se realizó en la “Granja Villa Alegre” localidad Romero Potrero, ubicada a 14 km de la ciudad de Concepción entre los paralelos -23.3298670 S, y los meridianos -57.3668541 O.

La precipitación promedio para el departamento es de 1337 mm anuales, existiendo una variabilidad estacional de lluvias. La mayor precipitación ocurre de octubre hasta marzo, constituyendo julio y agosto los meses de menor precipitación, existiendo una variabilidad en la distribución de las lluvias mensuales en las diferentes localidades, siendo el clima tipo continental. Las temperaturas medias registradas en la región oscilan en el rango de 24 °C, con picos máximos de 45 °C de temperatura en la estación de verano, e invierno temperaturas de 20 °C con heladas leves (DINAC, 2016).

El suelo es clasificado como Arenic Paleudult, con textura arenosa de origen arenisca, que se caracteriza por tener un alto índice de infiltración, poca acumulación de materia orgánica y con nivel de fertilidad media (López et al., 1995).

El diseño utilizado fue DBCA en un arreglo de parcelas subdivididas 2×5 (2 Híbridos × 5 dosis de N) con 10 tratamientos y 3 repeticiones, donde 1 subparcela fue considerada como una Unidad Experimental (UE), totalizando 30 UE.

La dimensión de cada parcela fue de 16 m^2 totalizando así 574 m^2 . Los tratamientos consistieron en la combinación de diferentes dosis de urea (0 kg ha^{-1} , 22,22 kg ha^{-1} , 88,88 kg ha^{-1} , 155,55 kg ha^{-1} , 222,22 kg ha^{-1}) con híbridos de maíz (DKB 255 VT3PRO y DKB 290 VT3PRO); detallados en la Tabla 1.

Para la determinación de las características físico-químicas de la parcela experimental fue extraída una muestra de suelo a ser analizada antes del inicio del experimento. La preparación del suelo consistió en realizar una limpieza del terreno para una posterior labranza mínima, dichas actividades se llevaron a cabo en el periodo de la siembra definitiva ya indicada en cada tratamiento.

Después de realizar la arada y rastreada se realizó la marcación de las parcelas con la

utilización de estacas e hilo de ferretería, cada unidad experimental fue nombrada con los tratamientos correspondientes a través de estacas con carteles indicativos.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el Experimento. Romero Potrero, Concepción 2019.

Trat.	Factor	Dosis de urea (kg ha ⁻¹)
T1	DKB 255 VT 3PRO	0
T2	DKB 255 VT 3PRO	22,22
T3	DKB 255 VT 3PRO	88,88
T4	DKB 255 VT 3PRO	155,55
T5	DKB 255 VT 3PRO	222,22
T6	DKB 290 VT 3PRO	0
T7	DKB 290 VT 3PRO	22,22
T8	DKB 290 VT 3PRO	88,88
T9	DKB 290 VT 3PRO	155,55
T10	DKB 290 VT 3PRO	222,22

Una vez demarcadas las parcelas se realizó la siembra de forma manual, abriendo surcos de 0,03 m de profundidad aproximadamente, con una densidad de 5 plantas por metro lineal, es decir 0,20 m entre plantas dejando una semilla en cada hoyo y 0,70 m entre hileras, se utilizaron semillas de maíz híbrido que son de ciclo precoz y súper precoz con un alto potencial productivo.

La fuente de nitrógeno utilizado es urea 46 % de N, en el momento de la siembra se hizo una aplicación con una dosis de 20 kg ha⁻¹ en todas las parcelas. El 11 de noviembre se realizó la segunda fertilización con 5 a 6 hojas verdaderas con diferentes tratamientos.

El 3 de diciembre se aplicó alfacipermetrina para control de plagas, 5 días después se realizó una carpida para control de malezas. La cosecha se realizó de forma manual a los 120 días pos-siembra, de acuerdo al estado de madurez de las mismas.

Las mediciones se hicieron a los 50 días para la determinación altura de la planta y 120 días el rendimiento. Se realizaron según la Guía de Descriptores Mínimos de Maíz, establecido por el Servicio Nacional de Protección de Cultivares del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento del Brasil (1997).

Los siguientes parámetros fueron evaluados:

Altura de planta: Las mediciones de altura se realizaron después de la floración, con la ayuda de una cinta métrica, desde el suelo hasta el punto de inserción de la inflorescencia con 5 plantas elegidas al azar por cada unidad experimental (UE). Los resultados fueron registrados en metro.

Longitud de espiga: Se midió desde la base hasta el ápice de la mazorca utilizando una regla centimetrada. Los datos fueron registrados en cm.

Rendimiento en kg ha⁻¹: Al final del ciclo del cultivo se cosechó por separado cada tratamiento con sus repeticiones y posteriormente se procedió al pesaje de los granos, cuyos resultados fueron expresados en kg ha⁻¹.

Peso de mil semillas: De cada UE se extrajo 1000 semillas que fueron ajustadas al 14% de humedad en estufa y pesadas en balanza digital, se realizó al final del ciclo del cultivo. Los resultados fueron expresados en kg.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA), en los casos donde fueron detectadas diferencias significativas, se procedió a la comparación de medias por el Test de Tukey al 5% de probabilidad y al análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de planta

Efectuando el análisis de los resultados obtenidos en cuanto a altura de planta, no se ha encontrado diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (tabla 2), ni en la interacción entre los factores, indicando que, para las condiciones experimentales, es indiferente aplicar urea y en los híbridos utilizados.

Tabla 2. Análisis de medidas para altura de la planta (m) en dos híbridos de maíz. Romero Potrero, Concepción, 2019.

Parcela	Descripción	Altura (m)
Principal:	DKB 255 VT 3PRO	1,27 a
Híbridos	DKB 290 VT 3PRO	1,34 a
CV (%):		17,66
DMS:		0,3631
Subparcela:	22,22 kg ha ⁻¹	1,33 a
Dosis de urea	88,88 kg ha ⁻¹	1,32 a
	155,55 kg ha ⁻¹	1,31 a
	222,22 kg ha ⁻¹	1,29 a
	0 kg ha ⁻¹	1,27 a
CV (%):		7,09
DMS:		0,1644

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: Coeficiente de variación. DMS: diferencia mínima significativa.

No hubo diferencias significativas a nivel estadístico en los dos factores estudiados, tanto en los diferentes híbridos como en las dosis de urea aplicadas. Sin embargo, se puede observar en la tabla 2 que, entre los dos híbridos, el DKB 290 VT PRO numéricamente alcanzó el mayor promedio de altura con 1,34 m. Por otro lado, la dosis de 22,22 kg ha⁻¹ de urea presentó un promedio de 1,33 m. Estos resultados podrían estar relacionados con el clima presente en el año de evaluación y con la localidad donde se realizó el experimento.

Así mismo, Karajallo (2014) no encontró diferencias significativas en la altura de inserción de espigas en un experimento donde evaluó los efectos de fuentes y dosis de N sobre un cultivo de maíz safrita, obteniendo una media de 79 cm. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rivas (2014), quien, aplicando diferentes fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenado, tampoco encontró diferencias significativas para la altura de inserción de espigas.

Estos resultados fueron similares a los indicados por Grageda-Cabrera et al. (2012), quienes encontraron que no hubo diferencias significativas en la altura de las plantas con fertilizantes y microorganismos, y señalaron que, el efecto de la biofertilización fue en razón de diferentes factores agronómicos y ambientales: temperatura, humedad, acidez y otros componentes químicos del suelo, tales como el contenido de N, P, Ca, S, Mg, Mo, Fe y Co, los cuales pueden disminuir rápidamente la población de cualquier especie microbiana edáfica introducida.

Fertiberia (2003) menciona que el maíz es un cultivo muy exigente que extrae la mayoría de los nutrientes durante un periodo muy corto, de unas 5 semanas, empezando unos 10 días antes 30 días después. La absorción del nitrógeno al principio del cultivo resulta lenta, pero se acelera con el 75 % de sus necesidades durante el mes siguiente, fase de formación de la espiga.

Longitud de espiga

En la tabla 3 el resultado indica que, para la longitud de espigas de maíz de dos híbridos y diferentes dosis de urea, según el análisis de varianza (ANOVA), estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Los resultados fueron los siguientes: 12,01 cm y 11,82 cm, para los diferentes tratamientos utilizados T1, 12 cm; T2, 11,66 cm; T3, 11,66 cm; T4, 12,85 cm y T5, 11,4 cm. No se observó interacción entre híbridos utilizados y fertilización lo que nos indica que los materiales

responden de igual forma a la aplicación del fertilizante nitrogenado.

Para esta determinación se observa que las diferentes dosis de nitrógeno no influyeron en la longitud de la espiga de la planta, esto debido que cada híbrido desarrolla su capacidad de crecimiento acorde a su genética que no se vio afectada por la fertilización nitrogenada.

Tabla 3. Análisis de medias para longitud de la espiga (cm) en dos híbridos de maíz. Romero Potrero, Concepción, 2019.

Parcela	Descripción	Longitud de espiga (cm)
Principal:	DKB 255 VT 3PRO	12,01 a
Híbridos	DKB 290 VT 3PRO	11,82 a
CV (%):		9,24
DMS:		1,7298
Subparcela:	155,55 kg ha ⁻¹	12,85 a
	0 kg ha ⁻¹	12,00 a
Dosis de urea	88,88 kg ha ⁻¹	11,66 a
	22,22 kg ha ⁻¹	11,66 a
	222,22 kg ha ⁻¹	11,4 a
CV (%):		6,91
DMS:		1,4566

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: Coeficiente de variación. DMS: diferencia mínima significativa.

Entre las dosis de nitrógeno aplicadas, no existió diferencias significativas a nivel estadística, sin embargo, con los datos de la Tabla 3 se observa que existen diferencias numéricas en donde el mayor promedio se dio con la dosis de 155,55 kg ha⁻¹ de N alcanzando 12,85 cm de longitud y el promedio más bajo con la dosis 222,22 kg ha⁻¹ de N.

Valdez y Gray (2014) realizando un experimento con fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en maíz tampoco encontraron diferencias significativas en relación a la longitud de espigas, quienes obtuvieron una longitud promedio de 18 cm. Quintana (2012), realizando una evaluación de la fertilización nitrogenada, en diferentes momentos fenológicos del maíz no observó diferencias significativas en la longitud de las espigas.

Sin embargo, Intriago (2013), al evaluar dosis de fertilizante nitrogenado en dos híbridos de maíz, encontró diferencias significativas entre ambos factores (dosis de fertilizante nitrogenada e híbridos de maíz), siendo las dosis de 200 y 250 kg ha⁻¹ de urea los mejores tratamientos con promedios de 20,5 cm y 20,4

cm de longitud de espigas, respectivamente. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos en esta investigación.

Por su parte, Martínez (2014) en una evaluación de fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de maíz, no encontró diferencias significativas entre las fuentes, pero sí observaron diferencias significativas entre las dosis de nitrógeno evaluadas, siendo la mejor dosis 120 kg ha⁻¹ de N, con una longitud de 18,3 cm. Cabe resaltar que la fuente utilizada en este experimento es más propensa a volatilización a altas temperaturas.

Rendimiento

Según el análisis de varianza (ANOVA), para la determinación rendimiento aplicando con diferentes dosis de urea en dos híbridos de maíz, existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, siendo la dosis de 222,22 kg ha⁻¹ de urea con mejores resultados con un rendimiento promedio de 6502 kg ha⁻¹ en comparación con el tratamiento no fertilizado, no obstante, entre los dos híbridos estudiados no arrojaron diferencias estadísticamente significativas. La comparación de medias se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis de medias para rendimiento de maíz (kg ha⁻¹) en dos híbridos de maíz. Romero Potrero, Concepción, 2019.

Parcela	Descripción	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Principal: Híbridos	DKB 255 VT 3PRO	5766 a
	DKB 290 VT 3PRO	6297 a
CV (%):		9,41
DMS:		2280,82
Subparcela: Dosis de urea	222,22 kg ha ⁻¹	6502 a
	22,22 kg ha ⁻¹	6404 a
	88,88 kg ha ⁻¹	6394 a
	155,55 kg ha ⁻¹	6065 a
	0 kg ha ⁻¹	4794 b
CV%		24,08
DMS		1004,73

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: Coeficiente de variación. DMS: diferencia mínima significativa.

Se encontraron diferencias significativas entre el testigo y el T5, aumentando de 4794 kg ha⁻¹ a 6502 kg ha⁻¹, con un aumento de 1708 kg ha⁻¹. Dicho resultado concuerda con lo encontrado por Martínez y Valdez (2015), quienes sin embargo encontraron diferencias

mayores, obteniendo con la aplicación de 120 kg ha⁻¹ N en el maíz aumentos en el rendimiento en un 29 % en relación al testigo sin aplicación de N., también con lo encontrado por Barraco y Díaz-Zorita (2005), quienes en experimentos sobre suelos arenosos, obtuvieron los mayores rendimientos en el maíz con las aplicaciones de N, sin diferencias entre el momento de aplicación de N, siendo estas comparadas en la siembra y en el estadio V6 del cultivo.

Los híbridos de maíz utilizados no presentaron diferencias significativas entre las medias de los rendimientos (Tabla 4), donde los promedios oscilaron entre 5766 kg ha⁻¹, que se obtuvo con el DKB 255 VT PRO y 6297 kg ha⁻¹ que se obtuvo con el DKB 290 VT PRO.

Los resultados obtenidos en respuesta a la aplicación de las dosis de urea pueden ser explicados por las altas temperaturas registradas durante el periodo del experimento (octubre 2019 hasta enero del 2020), donde las mayores temperaturas se registraron en los meses de noviembre y diciembre.

Siendo que la segunda aplicación de lo restante de las dosis de urea fue realizada el 11 de noviembre, que fueron dosis muy altas, registrándose al momento de esta aplicación una alta temperatura, lo que pudo haber influido en gran manera en el aprovechamiento del nitrógeno por el cultivo de maíz (Galloway et al., 2004).

En cambio, Torres et al. (2012) no encontraron efectos significativos evaluando dosis y época de fertilización nitrogenada en el maíz, sin embargo, obtuvo rendimientos inferiores a los obtenidos en este experimento, siendo el promedio general de 4.871 kg ha⁻¹.

Intriago (2013) evaluando dosis de fertilizante nitrogenada en dos híbridos de maíz, no encontró diferencias significativas entre las dosis de urea, donde los rendimientos oscilaron entre 5625 kg ha⁻¹ y 5426 kg ha⁻¹ con las dosis de 250 y 300 kg ha⁻¹ de urea.

Sin embargo, Álvarez (2014) evaluando dos fuentes de fertilizantes nitrogenados (dosis de urea y sulfato de amonio) similares a este experimento en maíz encontró diferencias significativas con relación al testigo, quién obtuvo un rendimiento promedio de 5511 kg ha⁻¹ con las dosis de urea y 5164 kg ha⁻¹ con las dosis de sulfato de amonio, siendo el menor promedio 3984 kg ha⁻¹ el cual se dio con el testigo.

Gavilán (2010) realizando fertilización nitrogenada en maíz encontró diferencias significativas entre las dosis de urea, quien

alcanzó el mayor rendimiento de 7840 kg ha⁻¹ con la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N.

Resultado similar fue obtenido por Martínez (2014), quién evaluando fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en maíz encontró diferencias significativas entre las dosis de N aplicadas en relación al testigo, alcanzando el mejor rendimiento de 10219 kg ha⁻¹ con la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N.

Tabla 5. Análisis de medias para peso de 1000 semillas (kg) en dos híbridos de maíz. Romero Potrero, Concepción, 2019.

Parcela principal: Híbridos	Subparcela: Dosis de urea (kg ha ⁻¹)				
	0 kg ha ⁻¹	22,22 kg ha ⁻¹	88,88 kg ha ⁻¹	155,55 kg ha ⁻¹	222,22 kg ha ⁻¹
DKB 290 VT3PRO	0,15 a A	0,19 a A	0,22 a A	0,18 a A	0,16 b B
DKB 255 VT3PRO	0,17 a A	0,22 a A	0,15 b B	0,14 b B	0,22 a A

Medias seguidas por la misma letra minúscula en columnas y mayúscula en filas, no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

El mejor comportamiento en respuesta a la aplicación de urea fue observado en el T2 (22,22 kg ha⁻¹) y T3 (88,88 kg ha⁻¹), donde en este último se observa una diferencia significativa para los dos híbridos arrojando mejores resultados para el DKB 290 VT PRO, no obstante el T5 el DKB 255 VT PRO tuvo una mejor respuesta a la fertilización arrojando resultados superiores comparada con H1, esto podría deberse que cada híbrido se comporta de manera diferente conforme va pasando el periodo del establecimiento del cultivo.

En este experimento ambos componentes fueron afectados positivamente por la fertilización nitrogenada, incrementándose en los tratamientos fertilizados con respecto al testigo sin nitrógeno ($P \leq 0,05$). Lemcoff y Loomis (1986; 1994) y Osborne (2002) también hallaron que la disponibilidad de N incrementó el peso del grano, el número de granos por mazorca y el número de hileras por mazorca. Barbieri et al., 2010 y Stamp et al., 2000, encontraron además que el déficit de nitrógeno disminuye el número de granos por mazorca y el rendimiento total.

Es evidente que la fertilización nitrogenada tuvo un efecto importante en el aumento de peso de los granos, lo que se relaciona directamente con una mayor productividad del cultivo, ya que con la fertilización nitrogenada es posible aumentar la fracción de N de la planta que pasa al grano, lo cual también puede variar entre diferentes genotipos (Tsai et al., 1980; Ballesteros et al., 2015).

Peso de 1000 semillas

Según el análisis de varianza, para la determinación peso de 1000 semillas aplicando con diferentes dosis de N en dos híbridos de maíz, existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. En la tabla 5 se observa la interacción de los factores (parcelas).

La fertilización nitrogenada tuvo un efecto importante en el aumento de peso de los granos, lo que se relaciona directamente con una mayor productividad del cultivo, ya que con la fertilización nitrogenada es posible aumentar la fracción de N de la planta que pasa al grano, lo cual también puede variar entre diferentes genotipos (Tsai et al., 1980; Ballesteros et al., 2015).

CONCLUSIONES

Existe un efecto positivo y significativo de la fertilización nitrogenada sobre las variables rendimiento, peso de 1000 semillas.

Las dosis de urea utilizada no influyeron en el desarrollo vegetativo de la planta para las variables altura y longitud de espiga, no se encontraron diferencias significativas comparadas con el testigo. Para la variable rendimiento se observa que la dosis 222,22 kg ha⁻¹ tuvo mejor comportamiento, pero no lo suficiente para demostrar una diferencia significativa entre los tratamientos.

Por otro lado, entre los híbridos utilizados para las variables Altura de la planta, longitud de espiga y rendimiento no hubo diferencias significativas, no así para el peso de 1000 semillas donde el DKB 290 VT3PRO tuvo mejores resultados conforme iba aumentando la dosis aplicada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. E. (2014). *Estudio comparativo de cinco niveles de nitrógeno usando dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en*

- maíz (*Zea mays L.*) [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional Universidad de Guayaquil. <https://es.scribd.com/document/582301686/Tesis-Sobre-Meoramientp>
- Ballesteros, E., Morales, E., Mora, O., Santoyo, E., Estrada, G., & Gutiérrez, F. (2015). Manejo de fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de triticale. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 724–733. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000400005
- Barbieri, P. A., Echeverría, H. E., Sainz Rozas, H. R., & Maringolo, M. (2010). Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno. *Ciencia del Suelo*, 28(1), 57–66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4351945>
- Barraco, M., & Díaz-Zorita, M. (2005). Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en hapludos típicos. *Ciencia del suelo*, 23(2), 197–203. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672005000200010
- DEKALB. (2012). *Guía técnica de zafriña*. Monsanto Paraguay. <http://www.monsanto.com/global/py/products/.../guia-tecnica-zafrina-2012.pdf>
- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil). (2016). *Datos climáticos*. Dirección de Meteorología e Hidrología.
- FERTIBERIA. (2003). *Guía de abonado del maíz*. http://www.fertiberia.com/servicios_online/guia%20de%20abonado/ma%C3%ADz.html
- Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., Asner, G. P., Cleveland, C. C., Green, P. A., Holland, E. A., Karl, D. M., Michaels, A. F., Porter, J. H., Townsend, A. R., & Vöosmarty, C. J. (2004). Nitrogen cycles: Past, present, and future. *Biogeochemistry*, 70(2), 153–226. <https://doi.org/10.1007/s10533-004-0370-0>
- Gavilán, P. (2010). *Fertilización nitrogenada en maíz (*Zea mays L.*) variedad BR 106 en un Ultisol del Alto Paraná* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción].
- Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., & Vera-Nuñez, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3, 261–1274. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015
- Intriago, N. F. (2013). *Fertilización nitrogenada en dos híbridos de maíz (*Zea mays*) amarillo duro dk 1040 e iniap h-553 en el empalme* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/561>
- Karajallo, J. C. (2014). *Efectos de fuentes y dosis de nitrógeno sobre un cultivo de maíz safrita en sistema siembra directa* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Asunción].
- Lemcoff, J., & Loomis, R. (1986). Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Science*, 26, 1017–1022. <https://doi.org/10.2135/cropsci1986.0011183X002600050036x>
- López, C. (2014). *Efecto de dosis y fuentes de fertilizante nitrogenado sobre las características agronómicas del maíz (*Zea mays*) en un Suelo Paleudult* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción].
- Martínez, C., & Valdez, J. (2015). *Comparativo de fuentes orgánicas en la fertilización del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en suelo arenoso en invernadero* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria – La Molina].
- Martínez, D. G. (2014). *Evaluación de fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de maíz (*Zea mays*)* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción]. Consultado 5 de junio de 2020. Disponible en tmprespuesta_del_cultivo_de_maz_a_dosis_crecientes_de_ni.pdf
- Osborne, L., Scheppers, S., Francis, D., & Schlemmer, R. (2002). Use of spectral radiance to in-season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. *Crop Science*, 42, 165–171. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1650>

- Quintana, O. V. (2012). *Evaluación de la fertilización nitrogenada, en diferentes momentos fenológicos del maíz híbrido Dekalb 350 (Zea mays), en el distrito de Santa Rosa, Misiones* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción].
- Rivas, R. (2014). *Efectos de fuentes y dosis de fertilizante nitrogenado sobre las características agronómicas del maíz (Zea mays) en un suelo Paleudult* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción].
- Servicio Nacional de Protección de Cultivares del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento del Brasil. (1997). *Guía de Descriptores Mínimos de Maíz*.
- Stamp, P., Schowchong, S., Menzi, M., Weingarther, U., & Kaiser, O. (2000). Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited. *Crop Science*, 40, 1586–1587. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4061586x>
- Torres, C. A., Leguizamón, C. A., Causarano, H. J., & González, A. L. (2012). Dosis y época de fertilización nitrogenada en el maíz. En *III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias* (pp. 308–310). FCA-UNA. <http://www.agr.una.py/descargas/tapas/IICNCA2014.pdf>
- Tsai, C. Y., Haber, D. M., & Warren, H. L. (1980). A proposed role of zein and glutelin as N sinks in maize. *Plant Physiology*, 66, 330–333. <https://doi.org/10.1104/pp.66.2.330>
- Valdez, A. S., & Gray Acuña, M. G. (2014). Fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en maíz. En *III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias* (pp. 295–297). FCA-UNA. <http://www.agr.una.py/descargas/tapas/IICNCA2014.pdf>