

FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE VARIEDADES DE MAÍZ EN DOS LOCALIDADES MAICERAS DE COSTA RICA

Nevio A. Bonilla Morales¹

RESUMEN

Fertilización nitrogenada de variedades de maíz en dos localidades maiceras de Costa Rica.

Se determinó el efecto del nitrógeno, en el rendimiento de las variedades de maíz. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de cuatro variedades de maíz, tres repeticiones y cuatro niveles de nitrógeno. Las variedades fueron UPIAV-G6, Los Diamantes 8843, JSAENZ y EJNI2 y los niveles 0, 80, 160 y 240 kg nitrógeno/ha. El tratamiento de 240 kg de N/ha y la variedad UPIAV-G6 presentaron el mayor rendimiento (6,1 y 5,1 t/ha respectivamente). El tratamiento 0 kg de N/ha y la variedad JSáenz mostraron rendimientos de 4,3 y 4,7 t/ha respectivamente. Los contrastes ortogonales determinaron que se presentaron diferencias entre los niveles de nitrógeno por variedad.

Palabras clave: nitrógeno, UPIAV-G6, regresión, *Zea mays*

INTRODUCCION

El manejo del nitrógeno en el cultivo de maíz en Costa Rica se basa en información generada hace 30 o 40 años y poco se ha modificado en su conformación básica. Las recomendaciones de fertilización obedecen a criterios válidos de la fenología del cultivo, pero estos criterios deben ser enriquecidos con investigaciones que los actualicen, de manera que permitan definir alternativas para condiciones particulares de suelo, clima y variedad entre otros. Las condiciones particulares de una región o localidad requieren precisar recomendaciones específicas para la dosis y épocas de aplicación del nitrógeno. Como ejemplo está el caso del elemento zinc en las regiones Chorotega y Brunca, que se beneficia cuando se considera el tipo de suelo donde se siembran actualmente las áreas de maíz (Bonilla 2009).

Los principales factores que afectan la producción del cultivo son la fertilidad y el manejo de los suelos, la deficiente distribución de las lluvias, el inadecuado manejo agronómico y la presencia de enfermedades y plagas.

La producción de maíz en Costa Rica se desarrolla en diversidad de ambientes que provocan en muchos casos, bajos rendimientos.

Debido a que el cultivo de maíz ha perdido importancia económica y a la carencia de personal técnico especializado en el área de fertilidad de suelos que lleve a cabo trabajos de investigación, en los últimos 10 años en Costa Rica se han dado pocos esfuerzos relacionados con la determinación de las necesidades nutricionales de los cultivares de maíz que se ofrecen a los agricultores.

El área de fertilidad de suelos en el cultivo de maíz, constituye un campo de investigación importante y diverso en la región centroamericana, sin embargo, se reportan pocos trabajos, en algunos casos por las razones expuestas previamente. Además dichos estudios requieren continuidad en los sitios donde se llevan a cabo, principalmente si éstos se realizan en fincas de agricultores. Estas condiciones se refieren a tiempo, espacio y manejo de las parcelas experimentales. Los trabajos realizados por Caceros *et al.* (1990); Saín y Acosta (1993); Barreto *et al.* (1994); Gordon *et al.* (1997), Sainz Rozas *et al.* (2004), García (2003) y Hernández *et al.* (2003)

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA .Costa Rica. nbonilla@ inta.go.cr.

evidencian de manera clara estos conceptos. Lo anterior se incrementa en complejidad si se considera la respuesta diferencial de las variedades al nitrógeno, ya que no todas tienen un comportamiento similar ante una misma cantidad de nitrógeno. Las nuevas variedades de maíz se seleccionan bajo un manejo estándar del nitrógeno, de manera que se puedan comparar en igualdad de condiciones y para ello es importante realizar trabajos de investigación para determinar las necesidades particulares del elemento para cada variedad.

Los trabajos de investigación en fertilidad del cultivo del maíz consideran aspectos de densidad de siembra, cultivares, rotación con leguminosas y épocas de siembra. De igual manera, los trabajos llevados a cabo por Zea (1993); Saín y Acosta (1993); Barreto *et al.* (1994) y Gordon *et al.* (1997); Tosquy y Castañón (1998); Morales (1998) y Cano *et al.* (2001) presentan resultados al respecto, donde se reportan interacciones entre densidad de siembra épocas de siembra y cultivares; así también la dinámica de la rotación maíz-frijol en función del manejo de la fertilización.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del nitrógeno en el rendimiento de las variedades de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se estableció en las localidades de Pejibaye de Pérez Zeledón y Upala de Alajuela en las dos épocas de siembra (mayo-agosto y setiembre-diciembre) de los años 2008-2009.

Se estableció un experimento de campo que consistió en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 3 x 4 cuatro variedades de maíz, UPIAV-G6, Los Diamantes 8843, JSAENZ y EJN2; tres repeticiones y cuatro niveles de nitrógeno (0, 80, 160 y 240 kg/ha). Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cuatro surcos de 5,0 metros

de longitud separados 0,75 m. La parcela útil fueron los dos surcos centrales con un área de 8,25 m². Las plantas estuvieron distanciadas 0,5 m entre sí, utilizando tres semillas por golpe de siembra, se raleó a dos plantas por golpe a los 15 días después de sembradas, para tener una población homogénea y un número constante de plantas durante todo el ciclo del cultivo. La población fue de 53 333 plantas por hectárea.

El nitrógeno se aplicó un 25% a la siembra y un 75% a los 25 días después de la siembra. Solamente los tratamientos con 0 nitrógeno no llevaron este elemento. El fósforo y el potasio se aplicaron en un 100% al momento de la siembra en todos los tratamientos. La fuente de nitrógeno fue la fórmula química comercial 10-30-10 a la siembra y nitrato de amonio a los 25 días después de la siembra.

La genealogía de las variedades es la siguiente: UPIAV-G6 (S00ACTLW); Los Diamantes 8843 (sintético de ocho líneas de la Población 43), EJN2 (Guararé); JSAENZ (criolla).

Variables evaluadas. (CIMMYT 1995)

En campo.

1. Número de plantas establecidas (a los 15 días de siembra).
2. Días a floración masculina (número de días con 50% de plantas floreadas).
3. Días a floración femenina (número de días con 50% de plantas floreadas).
4. Altura de planta (en centímetros al momento de la cosecha).
5. Altura de mazorca (en centímetros al momento de la cosecha).
6. Acame de raíz (número de plantas).
7. Acame de tallo (número de plantas).
8. Daño por enfermedades foliares (escala 1 a 5 donde 1 es sano).
9. Daño por insectos plaga (escala 1 a 5 donde 1 es sano).
10. Aspecto de planta (escala donde 1 es excelente y 5 deficiente).
11. Aspecto de mazorca (escala donde 1 es excelente).

12. Cobertura de mazorca (número de mazorcas con mala cobertura).
13. Número de plantas cosechadas.
14. Número de mazorcas podridas (al momento de la cosecha).
15. Peso de campo (en kilogramos por parcela útil).
16. Humedad de grano a cosecha (porcentaje medido con determinador portátil).

Se realizó un análisis de suelo de cada sitio de siembra previo al establecimiento de la misma.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza para la variable rendimiento. Las otras variables se registraron como referencia y complemento del rendimiento.

El análisis de la varianza se realizó mediante el procedimiento GLM del programa Statistical Analysis System (SAS) (SAS Institute Inc. 1985). Se utilizó la prueba de separación de medias Diferencia Mínima Significativa (DMS).

En este artículo se presentan los resultados correspondientes a los años 2008 y 2009, específicamente a cuatro ensayos ubicados en las localidades de Upala y Pejibaye de Pérez Zeledón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los ensayos de los años 2008 y 2009 donde se muestran los rendimientos obtenidos para cada uno de los niveles de nitrógeno y las variedades consideradas se presentan en el Cuadro 1.

La variedad UPIAV-G6 y el nivel de 240 kg/ha de nitrógeno mostraron los mayores rendimientos, siendo estos diferentes de manera significativa de los otros tratamientos. La variedad JSáenz mostró los menores rendimientos y los niveles 0 y 60 igualmente presentaron los menores rendimientos.

Cuadro 1. Rendimiento de variedades de maíz según nivel de nitrógeno. El Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón, CR. 2008-2009.

NIVEL NITRÓGENO/ VARIEDAD	RENDIMIENTO t/ ha
0	3,29 a
80	3,58 a
160	4,83 b
240	6,13 c
JSAENZ	3,68 a
EJN2	4,35 b
LD8843	4,71 b
UPIAV G6	5,11 c

Letras diferentes indican diferencias significativas

En los resultados obtenidos se muestran los rendimientos para cada uno de los niveles de nitrógeno y las variedades consideradas en el Cuadro 1. La variedad UPIAV-G6 y el nivel de 240 kg/ha de nitrógeno mostraron los mayores rendimientos (5,11 y 6,13 t/ha respectivamente), siendo estos diferentes significativamente ($\alpha=0,05$) con respecto a los otros tratamientos.

Los ensayos de 2008 y 2009 presentaron diferencias significativas en cuanto a rendimiento para los factores variedad y nivel de nitrógeno aplicado de acuerdo con la prueba de separación de medias DMS (Diferencia Mínima Significativa). Las diferencias se señalan en el Cuadro 1.

El coeficiente de determinación para la variable rendimiento fue de 0,70. El análisis de contrastes ortogonales indica para las medias de tratamientos que efectivamente se presentaron diferencias varietales en cuanto a los niveles de nitrógeno, es decir la respuesta en la producción de grano.

Así mismo, para el factor nivel de nitrógeno la prueba de diferencia de medias señala que el nivel 240 kg/ha de nitrógeno presentó el mayor rendimiento (6,13 t/ha) y el nivel 0 kg/ha el menor rendimiento (3,29 t/ha). La variedad UPIAV-G6 presentó el mayor rendimiento (5,11 t/ha) siendo este diferente significativamente ($\alpha=0,05$) de las otras variedades (Cuadros 2 y 3). La variedad JSAENZ mostró rendimientos de 3,7 t/ha. Esto indica que ambas variedades difieren en la dinámica de absorción y aprovechamiento del nitrógeno en la planta, siendo más eficiente en esta conversión

UPIAV-G6 que JSAENZ. Esto permite señalar que la no aplicación del elemento reduce significativamente el rendimiento, así mismo la variedad mencionada presenta una respuesta diferencial al nitrógeno, posiblemente no lineal.

Los contrastes ortogonales entre medias de tratamiento determinaron que existen diferencias entre los niveles de nitrógeno en cada variedad coincidiendo con la respuesta de cada variedad a la aplicación de nitrógeno en cuando al rendimiento de grano.

Cuadro 2. Rendimiento de grano (t/ha), lecturas de SPAD y porcentaje de nitrógeno por nivel de fertilización y variedad de maíz. El Águila, Pejibaye, San José, CR. 2008-2009.

VARIEDAD	NIVEL NITROGENO (kg/ ha)	RENDIMIENTO t/ ha	LECTURA SPAD	PORCENTAJE DE NITROGENO
EJN2	0	2,5	44,9	3,0
	80	3,2	50,6	2,9
	160	4,0	53,4	2,9
	240	3,5	51,2	2,9
JSAENZ	0	2,9	45,8	3,0
	80	3,4	45,5	2,8
	160	3,2	49,4	3,0
	240	3,5	54,9	3,3
LD8843	0	1,9	44,4	2,9
	80	2,0	49,1	3,1
	160	2,4	50,4	3,0
	240	2,6	54,8	3,0
UPIAV-G6	0	3,3	44,9	2,9
	80	3,9	49,0	2,9
	160	3,7	49,9	3,0
	240	4,9	53,3	3,1

Cuadro 3. Rendimiento de grano por tratamiento de nitrógeno y variedad de maíz. Upala, Alajuela, CR. 2008-2009.

VARIEDAD	NIVEL NITRÓGENO (kg/ ha)	RENDIMIENTO (t/ ha)	LECTURA SPAD	PORCENTAJE DE NITROGENO
EJN2	0	3,8	53,2	2,9
	80	5,8	54,3	3,0
	160	4,3	52,6	3,0
	240	3,7	52,1	3,0
JSAENZ	0	2,8	46,4	2,9
	80	2,6	49,3	3,1
	160	3,5	49,6	3,1
	240	3,7	54,8	3,2
LD8843	0	2,9	49,7	2,9
	80	2,2	54,5	3,1
	160	5,6	51,4	3,2
	240	4,4	53,9	2,9
UPIAVG6	0	2,7	49,7	2,9
	80	5,3	50,4	2,9
	160	4,9	50,9	3,0
	240	4,6	54,2	3,1

LITERATURA CITADA

Barreto, H. J.; Pérez, C.; Fuentes, M.R.; Quemé, J.L.; Larios, L. 1994. Efecto de dosis de urea-N en el rendimiento del maíz bajo un sistema de rotación con leguminosas de cobertura. *Agronomía Mesoamericana* 5:88-95.

Bonilla, N. 2009. Manual de recomendaciones del Cultivo del Maíz. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. 78 p.

Cano, O.; Tosquy, O.H.; Sierra, M.; Rodríguez, F.A. 2001 Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. *Agronomía Mesoamericana* 12(2):199-203.

Caceros, O. A.; González, P.; Hidalgo, I.; Moscoso, B.; Raun, W.R. 1990. Ensayo exploratorio de métodos e interacciones de elementos en la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 1:7-13.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo). 1995. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F. 20 p.

García, F.O. 2003. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur Acassuso – Argentina. 21 p.

Gordón, R.; Franco, J.; De Gracia, N.; González, A. 1997. Respuesta del maíz al nitrógeno y la rotación con canavalia, bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1993-94. *Agronomía Mesoamericana* 8(2):78-84.

Hernández, A; Barrientos, V; Chassaigne, A; Alezones, J. 2003. Evaluación y selección de poblaciones y líneas de maíz (*Zea mays* L.) eficientes en la asimilación de nitrógeno. *Bioagro* 15(2):115-120.

Morales, J.A. 1998. Fertilización y densidad de población en líneas de maíz en el noreste de México. *Agronomía Mesoamericana* 9 (2):125-130.

Saín, G.; Acosta M. A. 1993 Recomendaciones condicionadas de fertilización con nitrógeno y fósforo usando un modelo cuadrático en la provincia de Chiriquí, Panamá. *Agronomía Mesoamericana* 4:11-17.

Sainz Rozas, H; Echeverría, H.E; Barbieri, P. 2004. Desnitrificación en un suelo bajo siembra directa en función de la presencia de plantas de maíz y de la dosis de nitrógeno. *Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Ciencia del Suelo* 22(1):27-35.

Tosquy, H.; Castañón, G. 1998. Respuesta de fertilización y densidad de siembra en líneas de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 9(2):113-118.

Zea, J.L. 1993. Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en nueve localidades de Centroamérica. *Agronomía Mesoamericana* 4:18-22.