



MEDICIONES DE ÍNDICES DE VERDOR RELACIONADAS CON ÁREA FOLIAR Y PRODUCTIVIDAD DE HÍBRIDO DE MAÍZ

Measurements of index of greenery related to foliar area and corn hybrid productivity

Miguel A. Castellanos Reyes^{1✉}, Ramiro Valdés Carmenate², Aldo López Gómez² y Fernando Guridi Izquierdo²

ABSTRACT. In human and animal feeding, maize (*Zea mays* L.) is one of the most used, also in the production of biofuel, hence its importance at world level. Nitrogen (N) leaf and chlorophyll contents are positively correlated. This reflects the nutritional status of this important nutrient. For this reason, the goal was to measure the greenery index at different physiological times using the portable Minolta® SPAD 502 chlorophyll meter (fast and non-destructive method) and to relate it to the leaf area index and the productivity of a corn hybrid. The factors under study were related to innovative technological aspects for the cultivation: two fertilizer formulas incorporated in bands parallel to the planting line and three evaluation moments. The variables evaluated were: chlorophyll index, leaf area index and yield. It was found that the indices of greenery and leaf area did not show significant differences with the fertilizer formulations used and it was established in relation to the measurements of greenery index at the beginning of flowering and the production of corn grain at 125 days after emergence (DAE). The innovative contributions allowed to project a training system or social actors, contributing to be more effective the decision making in the productive process.

Key words: chlorophyll, fertilization, incorporated, leaf area index, yield

RESUMEN. En la alimentación humana y animal, el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es de los más utilizados, igualmente en la producción de biocombustible, de ahí su importancia a nivel mundial. El contenido de Nitrógeno (N) foliar y el contenido de clorofila están positivamente correlacionadas. Lo cual refleja el estado nutricional respecto a este importante nutriente. Por esta razón se planteó como objetivo, medir en diferentes momentos fisiológicos el índice de verdor empleando el medidor portátil de clorofila Minolta® SPAD 502 (método rápido y no destructivo) y relacionarlo con el índice de área foliar y la productividad de un híbrido de maíz. Los factores en estudio estuvieron relacionados con aspectos tecnológicos innovadores para el cultivo: dos fórmulas de fertilizantes incorporados en bandas paralelo a la línea de siembra y tres momentos de evaluación. Las variables evaluadas fueron: índice de clorofila, índice de área foliar y rendimiento. Se encontró que los índices de verdor y área foliar no mostraron diferencias significativas con las formulaciones de fertilizantes empleadas y se estableció relación con las mediciones de índice de verdor a inicios de floración y la producción de grano de maíz a los 125 días después de emergido (DDE). Los aportes novedosos permitieron proyectar un sistema de capacitación o los actores sociales, contribuyendo a ser más efectiva la toma de decisiones en el proceso productivo.

Palabras clave: clorofila, fertilización, incorporado, índice de área foliar, rendimiento

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en los proceso de alimentación humana y animal, y en la producción de etanol, el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los más utilizados, de ahí su valor a nivel mundial.

En Colombia, el cultivo de maíz es de mucha importancia económica. Se siembra bajo diferentes condiciones ambientales de temperatura, humedad, régimen de lluvias, luminosidad y suelos. El departamento del Tolima-Colombia, siembra aproximadamente 23 450 hectáreas anuales de maíz para producción de grano con rendimientos promedios de 6 t ha⁻¹ en maíces blancos tecnificados; siendo día a día un cultivo en crecimiento en área de siembra y que como

¹ Universidad del Tolima-Colombia, estudiante doctorado UNAH

² Universidad Agraria de La Habana UNAH, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

✉ miandcas@hotmail.com

sistema productivo, entre el total de sus costos de producción, dirige la mayor parte (31 %) al segmento nutricional de los fertilizantes edáficos (1).

El rendimiento promedio de maíz en Colombia es inferior a lo observado en otros países, en campos experimentales y zonas con mayor uso de tecnología. Por consiguiente, se hace imperativo incrementar los niveles de productividad para poder satisfacer la demanda de este cereal.

Una de las alternativas para incrementar el rendimiento de grano, es realizar un equilibrado programa nutricional (2). Las exigencias de sostenibilidad económica y de producción de mínimos impactos ambientales que actualmente condicionan la actividad agrícola obligan a que la aplicación de fertilizantes minerales se calcule y aplique con el máximo rigor científico y técnico (3). El nitrógeno (N) es el nutriente absorbido en cantidades más grandes por el maíz y como resultado, es muy sensible a este nutriente, con aumentos en varias características que influyen en la producción final.

El N aplicado al suelo está sujeto a la pérdida por lixiviación, escorrentía, desnitrificación, volatilización de amoníaco y mediante la inmovilización de la biomasa microbiana (4).

Generalmente, el estado nutricional de las plantas se evalúa por análisis químico del tejido vegetal (hoja) y, normalmente, en su interpretación se utilizan concentraciones críticas o rangos de concentración. Sin embargo, estos métodos presentan ciertas limitaciones por el tiempo de ejecución y alto costo lo que no permite corregir rápidamente deficiencias nutricionales (4).

Los métodos de diagnóstico alternativos para valorar el estado nutricional de las plantas, involucran la evaluación de indicadores biológicos y el estado nitrogenado de las plantas, en tiempo real y en el propio campo, empleando para ello, entre otros, el índice de verdor a través del medidor portátil de clorofila o Minolta® SPAD 502 (Soil Plant Analysis Development). Este equipo permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650 y 940 nm (5). Igualmente sirve como técnica auxiliar en la toma de decisión sobre la fertilización nitrogenada, debido a que la clorofila, pigmento que da el color verde de las hojas y que se encarga de absorber la luz necesaria para realizar actividad fotosintética, se ha correlacionado positivamente con el contenido de N en la planta. Este pigmento refleja la condición nitrogenada del cultivo (6).

Uno de los principales objetivos del manejo de cultivos es que aprovechen la mayor parte de la radiación solar disponible, ya que la misma es la fuente de energía utilizada para la producción de la materia seca, a través de la fotosíntesis (7). El índice de área foliar (IAF) es una expresión numérica que permite

estimar la capacidad fotosintética de las plantas y ayuda a entender las relaciones entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes de una región determinada (8).

Es importante la adopción de sistemas que permitan ser eficiente en la utilización de buenas prácticas agronómicas; por lo tanto, en el presente trabajo experimental se plantea como objetivo, medir en diferentes momentos el índice de verdor y relacionarlo con el índice de área foliar y la productividad de un híbrido de maíz. A partir del Índice de Verdor, la idea es tomar decisiones que permitan corregir las deficiencias nutricionales que se presenten. Esto se puede hacer con la aplicación de productos fertilizantes edáficos o de nutrición foliar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los meses de octubre de 2014 a marzo de 2015 en el municipio Espinal, departamento del Tolima en Colombia. Situado a 4°07'19,37"N -74°49'40,02"W, con altitud de 297 ms.n.m., temperatura promedio de 28 °C, precipitación media anual de 1745 mm y humedad relativa de 69 %. Los suelos son de topografía plana y ligeramente plana, con pendientes de 0-3 y 3-7 % respectivamente, mecanizables, moderadamente profundos, bien drenados, de baja fertilidad y con textura franco arenosa (9). Previo a la siembra y antes de toda fertilización, se tomó muestra de suelo utilizando un barreno a profundidad de 0 a 0,2 m (después de 0,2 m se encontró capa compactada). Se sacaron ocho submuestras que representaron las condiciones del terreno y en su conjunto determinaron la muestra que se envió al laboratorio para evaluar algunas propiedades químicas (C.E.: Conductividad Eléctrica; C.O.: Carbono Orgánico; S: Azufre; P: Fosforo; Na: Sodio; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; CICE: Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva; Cu: Cobre; Zn: Zinc; Fe: Hierro; Mn: Manganeso; B: Boro). El área experimental contó con disponibilidad de agua para riego, por tal razón se realizaron tres riegos por gravedad para suplir las necesidades hídricas del cultivo (en V10, V13 y en grano lechoso) manteniendo a capacidad de campo el suelo. En esta área se siembra maíz en rotación con el cultivo de arroz.

En el experimento se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, con un arreglo de tratamientos bifactorial. Los factores en estudio fueron dos dosis de nutrientes: 140 kg ha⁻¹ de Nitrógeno Ureico (Urea), 50 kg ha⁻¹ de Fósforo como P₂O₅ y 100 kg ha⁻¹ de Potasio como K₂O (fertilización manejo promedio agricultores de la zona a partir de intercambio con los mismos), y 175 kg ha⁻¹ de Nitrógeno Ureico (Urea), 70 kg ha⁻¹ de Fósforo como P₂O₅ y 140 kg ha⁻¹ de Potasio como K₂O (fertilización sugerida por la marca distribuidora de la semilla sembrada).

Se realizaron tres momentos de evaluación: en V5 (cinco hojas verdaderas) promedio 16 DDE (días después de emergencia), en V10 (diez hojas verdaderas) promedio 32 DDE y a los 52 DDE (inicio de floración masculina). Las variables evaluadas fueron: índice de verdor de hojas utilizando SPAD-502, Konica Minolta, Tokyo, Japan^A.

Para determinar la concentración de clorofila en la lámina foliar del maíz, se realizaron en los tres momentos establecidos, mediciones en 20 plantas por tratamiento y se obtuvo el dato promedio. Las lecturas se hicieron en el tercio medio de la planta, en la hoja 11 y en la mitad de la hoja, donde se encuentran los contenidos de clorofila más altos significativamente (5).

Las evaluaciones de área foliar (cm²) se efectuaron según Montgomery (10), utilizando la fórmula (largo de la hoja (cm) x ancho de la hoja (cm) x 0,75 (coeficiente de corrección para maíz)), evaluando en las mismas hojas y momentos que el índice de verdor, el rendimiento. Se estimó en kg la producción por parcela y se llevó a t ha⁻¹, evaluando a los 125 DDE (fecha de recolección) variables de rendimiento como: prolificidad (número de mazorcas por planta), número de hileras por mazorca, número de granos por mazorca, masa promedio granos. Todos los factores estudiados se evaluaron en 20 plantas al azar, ubicadas en los surcos centrales de cada parcela tratamiento. Los resultados obtenidos de las evaluaciones en momentos fenológicos similares, se procesaron estadísticamente a través de un análisis de varianza de clasificación doble y a las medias se les aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan (11) en caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos y se realizaron análisis de regresión simple utilizando STATGRAPHICS[®] Plus versión 5,1 (12).

Los fertilizantes en todos los casos fueron incorporados en bandas paralelas a la línea de siembra, utilizando una máquina abonadora que incorpora el fertilizante. Los mismos se realizaron en tres momentos: en V0 (a la siembra), en V4 (cuatro hojas verdaderas promedio 13 DDE) y V8 (ocho hojas verdaderas promedio 26 DDE).

^A La mención de marcas comerciales de los equipos, instrumentos o materiales específicos obedece únicamente a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con el (los) autor(es).

A la siembra se aplicó el 100 % del P, el N y K se dividió en partes iguales (33,33 %) para las tres fertilizaciones. Cada unidad experimental (tratamiento) consistió de 72 m², con ocho surcos de siembra a 0,8 m de distancia entre surcos y 10 m de longitud. La cosecha por parcela se realizó con densidad de cinco plantas por metro lineal, para un total por tratamiento de 400 plantas. Se realizó la siembra del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) blanco P4082WHR. Los tratamientos fueron representados como lo explica la Tabla I.

Tabla I. Tratamientos planteados en tres localidades para medir índices de verdor relacionados con la productividad de un híbrido de maíz (*Zea mays* L.)

Tratamientos	Descripción
T1	Fertilización 140 kg ha ⁻¹ N, 50 kg ha ⁻¹ P y 100 kg ha ⁻¹ K con fertilizante incorporado en todas las fertilizaciones (En la siembra (20 % N, 100 % P, 10 % K), en V4 (40 % N, 50 % K) y en V8 (40 % N, 40 % K)).
T2	Fertilización 175 kg ha ⁻¹ N, 70 kg ha ⁻¹ P y 140 kg ha ⁻¹ K con fertilizante incorporado en todas las fertilizaciones (En la siembra (20 % N, 100 % P, 10 % K), en V4 (40 % N, 50 % K) y en V8 (40 % N, 40 % K)).

RESULTADOS

Con el análisis de la muestra de suelo se determinó que en general el aporte inicial al cultivo por parte de los nutrientes asimilables del suelo es mínimo. El bajo contenido de Carbono Orgánico (0,52 %), Materia Orgánica (0,9 %) y de arcillas (19 %), refleja la baja capacidad de intercambio catiónico y de contenido de agregados que definen una inadecuada estructura en el suelo, además de una baja fertilidad lo cual hace aún más necesaria la aplicación de fertilizantes para incrementar la productividad agrícola, esto motivado aún más por el uso intensivo del suelo con la rotación arroz, maíz. (Tabla II).

Tabla II. Resultado análisis físico-químico del suelo en el área experimental. Previo a la siembra y antes de toda fertilización

Textura			D. Ap.	C. E.	Ph	C.o	S	P	Bases de cambio				Elementos menores					
% A	% L	% Ar	Gr cc ⁻¹	uS cm ⁻¹		%	Mg kg ⁻¹		Na	K	Ca	Mg	Cice	Cu	Zn	Fe	Mn	B
									Cmol kg ⁻¹				Mg kg ⁻¹					
66	15	19						1,7	0,3	0,32	4,67	1,37	7	0,61	0,38	53	33	0,28
Franco Arenoso			1,21	229,5	6	0,52	14		Solubles									
									1,7	0,25	0,2	2,12	0,65	0,25				

A: Arena; L: Limo; Ar: Arcilla; D.Ap.: Densidad Aparente; C.E.: Conductividad Eléctrica; C.O.: Carbono Orgánico; S: Azufre; P: Fosforo; Na: Sodio; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; CICE: Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva; Cu: Cobre; Zn: Zinc; Fe: Hierro; Mn: Manganeso; B: Boro

No se encontró interacción entre las fórmulas de fertilizante y los momentos de evaluación. Los resultados de índice de verdor y área foliar no se ven influenciados por las dos fórmulas de fertilizante empleadas, manifestando diferencias no significativas (Tabla III).

El índice de verdor a los 16 y 32 DDE, no presentó diferencias significativas, en el maíz se presentó poca variación en las dos épocas. No obstante, las lecturas realizadas a inicio de floración fueron superiores a los otros valores mostrando diferencias significativas (Tabla IV).

Las dosis 140 kg ha⁻¹ N, 50 kg ha⁻¹ P, 100 kg ha⁻¹ K y 175 kg ha⁻¹ N, 70 kg ha⁻¹ P, 140 kg ha⁻¹ K en lo que respecta al rendimiento de grano, no mostraron diferencias significativas en la productividad del cultivo (Tabla V).

Tabla III. Influencia de las dosis de fertilizante en los índices de área foliar y de verdor a inicio de floración masculina (52 DDE)

Dosis	\bar{X} Índice Área Foliar (cm)	\bar{X} Índice de Verdor (Unidades SPAD)
140 kg ha ⁻¹ N, 50 kg ha ⁻¹ P y 100 kg ha ⁻¹ K	739,20	58,31
175 kg ha ⁻¹ N, 70 kg ha ⁻¹ P y 140 kg ha ⁻¹ K	742,38	58,65
S \bar{X}	4,08 NS	0,11 NS

Tabla IV. Influencia de los diferentes momentos de evaluación sobre el Índice de Verdor

Momentos de evaluación	\bar{X} Índice Verdor (unidades SPAD)
V5 (16 días después de la emergencia (DDE))	49,55 a
V10 (32DDE)	50,98 a
Inicio floración masculina (52DDE)	58,47 b
S \bar{X}	0,88 *

Letras diferentes difieren a 1 % de probabilidad según Duncan

Tabla V. Influencia de las dosis de fertilizantes sobre los rendimientos del maíz para grano

Dosis de Fertilizantes	\bar{X} Rendimientos t ha ⁻¹
140 kg ha ⁻¹ N, 50 kg ha ⁻¹ P y 100 kg ha ⁻¹ K	6,40
175 kg ha ⁻¹ N, 70 kg ha ⁻¹ P y 140 kg ha ⁻¹ K	6,66
S \bar{X}	1,48 NS

DISCUSIÓN

El incremento de los niveles de fertilización química no muestra diferencias significativas en producción. La técnica de incorporar el fertilizante, constituye una importante estrategia para el aprovechamiento eficiente y racional de los recursos agrícolas, genera menos impactos ambientales y mejora las características del cultivo (3).

Las lecturas de los índices de verdor y área foliar no manifiestan diferencias significativas con las dos fórmulas de fertilizante empleadas, lo cual difiere con otro estudio que sostiene que con la realización de aplicaciones diferentes de fertilizantes minerales en el cultivo de maíz se modifican características agronómicas entre ellas el área foliar (13).

Los valores de índice de verdor encontrados a inicios de floración (superior de 50 unidades SPAD) determinan un valor adecuado de clorofila para un buen rendimiento de grano de maíz. Como valor crítico para el maíz se reportan 35,3 unidades SPAD (14). Esto indica una buena disponibilidad de N se ha encontrado que entre el 20 y 60 % del N total del grano es translocado antes de la anthesis posiblemente desde las reservas del tallo y hojas maduras principalmente, donde es almacenado, para luego ser aprovechado en épocas de llenado de grano (15). El N está asociado a los cloroplastos responsables del color verde de la hoja y encargado de absorber la luz necesaria para realizar actividad fotosintética y la concentración de N en la hoja indica el estado nutricional de la planta. Esto está basado en que las hojas son los órganos de la planta que más rápido responden a los cambios en el suministro de nutrientes del suelo y los fertilizantes (16).

Se estableció relación entre las mediciones de índice de verdor en las plantas de maíz a inicios de floración y la producción de grano de maíz a los 125 DDE, arrojando mayor rendimiento las plantas que reportaron las más altas unidades SPAD. Los resultados de la medición del índice de verdor son consistentes con el estado nutricional de las plantas de maíz. El índice de verdor proporciona aumento de producción, las hojas tienen mejor índice de área foliar (IAF) cubriendo poco a poco un área disponible, aumentando gradualmente la capacidad del vegetal para aprovechar la energía solar (17).

Con base a los resultados obtenidos, para expresar su potencial de rendimiento, los maíces requieren de un equilibrado programa de fertilización química e ir acompañado de buenas labores agrícolas durante el desarrollo del cultivo. Por consiguiente, los híbridos expresan mayor potencial genético a través del rendimiento de grano (7).

A partir de los resultados alcanzados se realizaron tres talleres con los actores sociales involucrados, partiendo de exposiciones donde se hizo énfasis en el cumplimiento de los objetivos trazados, que en síntesis constituyen propuestas de innovación tecnológica.

CONCLUSIONES

- ◆ No se detectaron diferencias entre las mediciones de índices de verdor y área foliar empleando las formulaciones 140 kg ha⁻¹ N, 50 kg ha⁻¹ P, 100 kg ha⁻¹ K y 175 kg ha⁻¹ N, 70 kg ha⁻¹ P, 140 kg ha⁻¹ K. Con la práctica agrícola de incorporar el fertilizante en bandas paralelos a la línea de siembra, el rendimiento del grano no mostró diferencias significativas en la productividad del cultivo.
- ◆ Como práctica agrícola, las evaluaciones de índice de verdor de las plantas, en tiempo real, en forma no destructiva y en el propio campo, son un método de diagnóstico alternativo que sirve como técnica auxiliar en la toma de decisión sobre la fertilización.
- ◆ El índice de verdor se relaciona con el rendimiento y el área foliar, a partir de este resultado, se sugiere hacer otros ensayos donde se logren diferencias en las variables analizadas y así llegar a ecuaciones que estimen el rendimiento relacionado con el índice de verdor y el área foliar.

BIBLIOGRAFÍA

1. FENALCE (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas). Caracterización de los Cereales y Leguminosas [Internet]. Aspectos técnicos para la producción de maíz en Colombia. 2016 [cited 2016 Jan 15]. Available from: <http://www.fenalce.org>
2. Marcillo MCA. Estudiar los efectos de la aplicación de n, k, mg, s, ca y mn en el cultivo del maíz híbrido 'dekalb dk - 1040' en la zona de Quevedo [Internet] [Tesis de Diploma]. [Ecuador]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2011 [cited 2017 Jul 4]. Available from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/936>
3. Bocchi S, Malgioglio A. *Azolla-Anabaena* as a Biofertilizer for Rice Paddy Fields in the Po Valley, a Temperate Rice Area in Northern Italy. *International Journal of Agronomy*. 2010;2010:1–5. doi:10.1155/2010/152158
4. Kappes C, Arf O, Andrade JADC. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2013;1310–21. doi:10.1590/S0100-06832013000500020
5. Rincón CÁ, Ligarreto GA. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2010;11(2):122–8.
6. Sánchez A, Delgado R, Lorbes J, Rodríguez V, Figueredo L, Gómez C. Diagnóstico e índice para fertilización nitrogenada en etapa vegetativa del cultivo maíz (*Zea mays* L.). *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. 2015;33(0):75–82.
7. Díaz VS, García F, Caviglia O. Maíz tardío en Entre Ríos, Argentina: Calibración de umbrales críticos en nitrógeno. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. 2014;13:18–20.
8. Intagri. El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz [Internet]. Intagri S.C. 2017 [cited 2017 Jul 5]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>
9. Cortolima (Corporación Autónoma Regional del Tolima). Plan de Acción Trienal [Internet]. Colombia: Oficina de Planeación, Consejo Directivo, Ministerio de Agricultura; 2014 [cited 2014 Nov 10]. Available from: <https://www.cortolima.gov.co/>
10. Montgomery E. Correlation studies of corn. Nebraska, Mo, USA: Agricultural Experiment Station; 1911.
11. Duncan DB. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*. 1955;11(1):1–42. doi:10.2307/3001478
12. Statistical Graphics Crop. STATGRAPHICS® Plus [Internet]. 2000. (Profesional). Available from: <http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>
13. Zamudio-González B, Tadeo-Robledo M, Espinosa-Calderón A, Rodríguez M, Nelson J, Euan C, et al. Eficiencia agronómica de fertilización al suelo de macro nutrientes en híbridos de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2015;6(7):1557–69.
14. Novoa R, Villagrán N. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agricultura Técnica*. 2002;62(1):166–71. doi:10.4067/S0365-28072002000100017
15. Martínez JM, Landriscini MR, Minoldo GV, Galantini JA. Uso de un clorofilómetro para el diagnóstico de fertilización nitrogenada en la región del sudoeste bonaerense en trigo de secano sobre dos antecesores. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 2016;0(28):035–43.
16. Zavaschi E, Faria L de A, Vitti GC, Nascimento CA da C, Moura TA de, Vale DW do, et al. Ammonia volatilization and yield components after application of polymer-coated urea to maize. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2014;38(4):1200–6. doi:10.1590/S0100-06832014000400016
17. Bernal JH, Navas GE, Hernández RS. Requerimientos y respuestas a la fertilización del maíz en suelos de sabanas ácidas de Colombia. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. 2014;15:6–10.

Recibido: 6 de abril de 2017

Aceptado: 5 de julio de 2017