



Respuesta morfológica de cuatro híbridos comerciales de maíz (*Zea mays L.*) por fertilización edáfica y edáfica-foliar

Morphologic Response of Four Commercial Hybrids of Maize (*Zea mays L.*) by Soil and Soil-leaf Fertilization.

Luigy Barragán Rosado¹, Carmen Rosero Guillen¹, David Campi Ortiz, Javier Auhing Arcos¹, Hayron Canchignia Martínez².

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1.5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. EC.120501. Quevedo, Ecuador. luigybarragan@gmail.com; carmen.rosero@uteq.edu.ec; javier.auhing@uteq.edu.ec

² Área de Microbiología Molecular del Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1.5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. EC.120501. Quevedo, Ecuador.

Autor de correspondencia: Hayron Fabricio Canchignia Martínez; hfcanma@gmail.com; hcanchignia@uteq.edu.ec

Rec.: 24.07.2017. Acept.: 13.11.2017
Publicado el 2 de Julio de 2018

Resumen

El rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador se encuentra por debajo del potencial genético de los híbridos cultivados. Entre los factores limitantes se encuentra la deficiencia de micronutrientes. La fertilización foliar es una práctica empleada para corregir las deficiencias nutricionales no suministradas por la fertilización edáfica. El objetivo fue evaluar la eficiencia de los fertilizantes foliares en los caracteres morfológicos de los híbridos: H.Das-3383, 2B-604, Insignia-105 y Dekalb-7500. Se empleó un diseño de bloques al azar, con ocho tratamientos. La fertilización foliar acelera el proceso de formación de órganos florales al híbrido 2B-604 a DFM y DFF con 50 y 53 días, también mejora la AP y AIM, con 244 y 146.67 cm. El DM y LM es incrementada con 4.9 y 18,91 cm. Los híbridos 2B-604 e Insignia-105 alcanzaron los mayores rendimientos con 7,19 y 7,18 t/ha¹ respectivamente. El programa de fertilización edáfica+foliar, realiza el potencial genético de los híbridos 2B-604 e Insignia-105, por la asimilación de nutrientes a través de sus hojas

Palabras clave: potencial genético, micronutrientes, fertilización foliar.

Abstract

Corn crop yields are below the genetic potential of hybrids grown in Ecuador. Among the limiting factors is micronutrient deficiency. Foliar fertilization is a practice used to correct nutritional deficiencies not provided by edaphic fertilization. The objective was to evaluate the efficiency of foliar fertilizers in the morphological characters of the hybrids: H.Das-3383, 2B-604, Insignia-105 and Dekalb-7500. A randomized block design was used, with eight treatments. The foliar fertilization accelerates the process of formation of floral organs to the hybrid 2B-604 to DFM and DFF with 50 and 53 days, also improves the AP and AIM, with 244 and 146.67 cm. The DM and LM is increased with 4.9 and 18.91 cm. The hybrids 2B-604 and Insignia-105 reached the highest yields with 7.19 and 7.18 t / ha¹ respectively. The program of edaphic + foliar fertilization, enhances the genetic potential of the hybrids 2B-604 and Insignia-105, by the assimilation of nutrients through its leaves.

Keywords: genetic potential, micronutrients, foliar fertilization.

Introducción

La fertilización foliar es una alternativa complementaria a fertilización edáfica, para incrementar los rendimientos de cultivos por la aportación de macro y micronutrientes que son rápidamente asimilables durante el desarrollo del maíz (Bautista et al., 2002). La fertilización foliar con moléculas húmicas incrementa la retención de agua y el proceso fotosintético en hojas (Fu Jiu et al., 1995). Además, aumenta el sistema radicular y el índice de área foliar (Figliolia et al., 1994). Donde los fertilizantes foliares favorece a las plantas en división y desarrollo celular de tejido meristemático y la aceleración en madurez (Zeidan et al., 2010), por la presencia de ácido indol-3-acético (AIA) en los abonos foliares que incrementa en longitud y número de hojas y rendimiento en grano (Thavaprakash et al., 2007).

El cultivo de *Zea mays L.* tiene demandas nutricionales altas, especialmente de nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P), nutrientes esenciales de la mayoría de fertilizantes químicos, en forma individual o combinados en fórmulas (Dunja, 2000). Además de N, P y K, las plantas necesitan de otros elementos del suelo, requeridos en menor proporción como calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y los denominados micronutrientes componentes de abonos foliares (Dunja, 2000).

Los fertilizantes foliares con contenidos de P y Zn, incrementa el desarrollo de los caracteres morfológicos en altura y diámetro del maíz (Bukvić et al., 2003), al mejorar este aspecto fisiológico de la planta beneficia con el aumento en productividad, mazorcas de mayor longitud en comparación de fertilización edáfica con N, P, K (Potarzycki y Grzebisz, 2009). Donde P en fertilizantes foliares aumenta el número de semillas, biomasa y peso de semillas (Khaliq y Sanderz, 2000). En respuesta de la fertilización foliar por ácido indolbutírico (IBA) y ácido giberélico (GA) en maíz, incrementando en número de semillas por fila por mazorca (Ghodrat et al., 2012). Las auxinas juegan un importante rol en la formación de granos y el aumento de transporte de compuestos metabólicos a los granos (Prochazka, 1978).

En Ecuador existen 310787.8 ha, destinado a la producción de maíz duro con una producción promedio de 4.8 t/ha (Monteros, 2015). Los problemas al rendimiento del maíz en la provincia,

se originan por fertilizaciones inadecuadas o empíricas que ocasionan un desbalance en el crecimiento vegetativo de la planta (Shahid et al., 2014). Esta investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento de dos programas de fertilización en la mejora de las características morfológicas en híbridos comerciales de maíz, H.Das-3383, 2B-604, Insignia-105 y Dekalb-7500.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Finca “El Azúcar” del cantón Valencia, provincia de Los Ríos (Ecuador), en las coordenadas geográficas: Norte 0° 96' 67" y Oeste 79° 38' 42", a 173 msnm. El clima tiene las siguientes características: temperatura promedio anual de 24,89 °C, precipitación promedio anual de 2554,94 mm, humedad relativa promedio de 83.24% y 895.48 horas luz al año. Los estudios se efectuaron en la época seca del año 2015.

Se utilizaron cuatro híbridos comerciales de maíz: H.Das-3383, 2B-604, Insignia-105 y Dekalb-7500. Se empleó la fertilización propuesta por el Programa de maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (Tabla 1). La fertilización se realizó con: Mezclafix (N 16, P 10, S 2); Urea 46 %; BIOTEK (Citoquininas 2197.95, Auxinas 34.70, Giberelinas 33,50 ppm, N 7.4, P 14.7, K 15.5, Ca 3.7, Mg 6.2, Fe 28.3, Zn 35.7, Mn 14.8, Cu 7.2, B 5.3); Raizplant (N 4.8, P 22, K 15.5, Mg 0.3, S 0.4 %), B 150 ppm, Fito hormonas 500 ppm; ECO-HUM DX (Humatos, fulvatos y ácido himatomelánico 12, NH₄+NO₃ 8, K 6, P₂O₅ 6, MgO 0.5 %), B 20 ppm; EVERGREEN (Citoquininas 90, Auxinas 40, Giberelina 90, ppm), (N 7, P₇, K 7, B 0.024, Fe 0.013 Mn 0.05, Mg 0.018, Zn 0.0009 %). En las parcelas control no se realizaron aplicaciones de fertilizantes, el control de plagas y/o enfermedades en caso de ser necesario para: *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero), *Phyllachora maydis* (mancha de asfalto), *Exserohilum turcicum* (tizón foliar). El manejo químico de malezas e insectos se efectuó de acuerdo al plan detallado en la Tabla 2.

Tabla 1. Programa de fertilización edáfica y edáfica+foliar.

Fertilización	Días a fertilizar			
	0	12-14	18-20	35-40
Edáfica	Mezclafix 200 kg/ha		Urea 46 % 150 kg/ha	Urea 46 % 200 kg/ha
Edáfica+foliar	Mezclafix 200 kg/ha	Biotek-200 ml/200 L+ Raizplant (500) 1L/200L x ha	Urea 46 % 150 kg/ha + ECO-HUM DX + EVERGREEN 1 L/ha	Urea 46 % 200 kg/ha + ECO-HUM DX + EVERGREEN 1 L/ha

Tabla 2. Plan de manejo al control de insectos y malezas realizado en los híbridos de maíz

(dde*)	Producto	Plagas
Protección de Semilla	Semevin10 cc/kg de semilla (Thiodicarb)	Insectos del suelo
Siembra	Glifosato 2 L/ha + Atrazina (0,9 kg/mz) + 2,4-D Dimethylamine 0.5 L/ha	Malezas
A los 5 dde.	Lorsban 4E (Chlorpyrifos) (1.5 L/ha)	<i>Spodoptera</i> , <i>Diatraea</i> . Spp.
A los 15 dde.	Lorsban 4E ® (1.5 L/ha)	<i>Spodoptera</i> , <i>Diatraea</i> . Spp.
Después de 30 dde.	Deshierba manual	Malezas
Después de 30 dde.	Kuik Metomil (S-methyl N-methylcarbamoyloxy thioacetimide) 1 L/ ha	Spodoptera

* *dde*: Días después de la emergencia

Descripción del experimento

La investigación se desarrolló en una superficie de 240 m². Las parcelas experimentales fueron de 4.0 x 2.5 m, de 10 m². La distancia entre hileras y plantas de maíz fue de 0.8 x 0.2 m, una densidad por hectárea de 62 500 plantas. Fueron registradas las variables del desarrollo vegetativo y producción como: días de floración masculina (**DFM**) y floración femenina (**DFE**) y; altura de planta (**AP**), diámetro del tallo (**DT**) y altura de inserción de mazorca (**AIM**); diámetro de mazorca (**DM**), longitud de mazorca (**LM**), peso de mil semillas (**PMS**) y rendimiento (**R**). La variable días floración resulta al cuantificar el periodo transcurrido desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas que conforman la parcela útil hayan florecido. Las variables, longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), hileras por mazorca y peso de mil semillas (g), se evaluó por diez mazorcas seleccionadas al azar en la parcela útil de cada unidad experimental.

Para determinar el diámetro de cada mazorca se consideró su tercio medio utilizando un calibrador graduado en cm, el peso de sus semillas y el peso de mil semillas, empleándose para el efecto una balanza Scout Pro de 2 000 g con una precisión de ± 0.1. Para cuantificar estas dos últimas variables se ajustó la humedad de la semilla al 13 %.

El rendimiento se determinó en función de cosecha del área útil de cada parcela experimental, empleando la fórmula: $RU = RA \frac{(100 - HA)}{(100 - HD)} \times (10\ 000 / AU)$. Donde: RU=Rendimiento por hectárea, kg; RA=Rendimiento actual, kg; HA=Humedad actual, %; HD=Humedad deseada, %, y AU=Área útil m². Rendimiento actual: Se cosechó la totalidad de la parcela útil de maíz 8,4m², se desgranó y peso en kg; Humedad actual: Se tomaron 100 semillas, se las peso para luego secarlas al horno a 130° C. durante dos horas y se realizó un segundo pesado La HA fue determinada haciendo uso de la siguiente formula: $HA = (PMS / PMH) \times 100$. Donde: HA = Humedad actual, %; PMS= Peso de la muestra seca; PMH=Peso de la muestra húmeda. Humedad deseada: Se ajustó la humedad de semilla a la deseada en el mercado (13 %).

Diseño experimental

Se empleó un diseño de Bloques al Azar, con ocho tratamientos (híbridos + fertilizaciones) y cuatro controles con tres repeticiones. Los datos generados a los caracteres morfológicos, fueron sujetos a la ANOVA, los promedios fueron separados por procedimiento de comparación múltiple de Tukey SD, con un nivel de significancia de (P≤0.05), empleando InfoStat (Di Rienso *et al.*, 2008).

Resultados y Discusión

Caracteres morfológicos al desarrollo vegetativo en híbridos de maíz

Las aplicaciones de fertilizantes foliares empleados en la investigación como: BIOTEK, RAIZPLANT, EVERGREEN, contienen reguladores de crecimiento de tipo auxínico que aceleran el proceso de floración en maíz. La fertilización edáfica+foliar en el híbrido 2B-604 obtuvo el promedio más precoz de DFM y DFE con (50 y 53 días) respectivamente (Tabla 3). La aplicación del fertilizante foliar acelera el proceso de formación de órganos florales, estimulando la precocidad del maíz entre híbridos, acelerando sus días a floración femenino (**DFE**) y días a floración masculino (**DFM**), por efecto de la composición de macronutrientes, micronutrientes y reguladores de crecimiento que contienen los abonos foliares empleados. Kefyalew *et al.*, (2007) manifiestan que las aplicaciones de abonos foliares con presencia de P, estimulan las etapas de crecimiento del maíz.

Es evidente que la fertilización edáfica+foliar contribuye de manera significativa al incremento en el desarrollo vegetativo de los híbridos de maíz, la aplicación de fertilizantes foliares como EVERGREEN y BIOTEK, en su formulación contiene macro y micronutrientes que favorecieron en los caracteres morfológicos de la planta en AP y AIM. La presencia del Zn participa en los cambios morfológicos del maíz, las dosis suministradas por los fertilizantes en este trabajo mantuvieron un efecto positivo para la planta, en sus caracteres morfológicos; de los híbridos de maíz Insignia-105, Dekalb-7500 y 2B-604. Se observa un incremento para los caracteres AP, AIM, DT

en respuesta de la aplicación del fertilizante foliar registrando diferencias significativas entre los tratamientos. Al T7 con el híbrido Insignia-105 se verifica la mayor AP con 244 cm, al

T6 con el híbrido 2B-604 reporta la mayor AIM con 146.67 cm y el T8 con el híbrido Dekalb-7500 se observa el mayor DT con 2,55 cm (Tabla 3).

Tabla 3. Días a floración femenina y masculina, altura de planta, altura de inserción de mazorca y diámetro del tallo. En relación a fertilización edáfica y edáfica+foliar, en los híbridos: H.Das-3383; 2B-604; Insignia-105; Dekalb-7500.

DESARROLLO VEGETATIVO					
FERTILIZACIÓN	DFM(d)	DFF (d)	AP (cm)	AIM (cm)	DT (cm)
T1) E+H.Das-3383	52,67 ab	55,33 ab	200 abc	80.00 f	2.21 bc
T2) E+2B-604	53,67 ab	56,00 ab	241 ab	115.33 bc	1.94 cdf
T3) E+Insignia-105	56,33 bcd	59,00 bc	225 abc	95.67 bcdf	2.15 bcd
T4) E+Dekalb-7500	54,67 abc	54,67 ab	198 bc	111.67 bcd	2.32 ab
T5) E+F+ H.Das-3383	52,33 ab	55,00 ab	209 abc	83.33 df	2.07 bcd
T6) E+F+2B-604	50,00 a	53,00 a	240 ab	146.67 a	1.85 df
T7) E+F+Insignia-105	54,00 ab	55,67 ab	244 a	125.67 ab	2.28 ab
T8) E+F+ Dekalb-7500	52,33 ab	54,67 ab	240 ab	85.67 cdf	2.55 a
C+ H.Das-3383	61,33 de	62,33 cd	190 c	95.33 bcdf	1.93 cdf
C+2B-604	61,67 de	63,00 cd	189 c	86.67 bcdf	1.66 f
C+Insignia-105	65,00 e	66,33 d	194 bc	98.00 bcdf	1.93 cdf
C+Dekalb-7500	60,33 cde	62,67 cd	189 c	104.67 bcdf	2.23 abc
CV(%)	4.09	4.69	6.87	10.17	5.19

(P<0.05) Los valores con letras similares no representan diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95 %, por el procedimiento de comparación múltiple de Tukey. Edáfica (E); Foliar (F); Control (C); Días (d)

Según (Bukvić *et al.*, 2003), establece que la aplicación de concentraciones altas de Zn a (5 kg/ha) como abono foliar, incide en la reducción en altura del maíz. Las aplicaciones más altas de Zn de (6 kg/ha) resulta en la pérdida del rendimiento del maíz, cabe destacar que (Fecenko y Ložek, 1998), demuestran que en dosis entre 1.5 a 3 kg/ha son las óptimas para la formación de grano de maíz. Además, las aplicaciones de bio-fertilizantes a base de N y P (Nitrokara y Biozar) en maíz, incrementa el desarrollo en altura de 194 y 193 cm, respectivamente (Beyranvand *et al.*, 2013). Los abonos foliares como: BIOTEK, RAIZPLANT, ECO-HUM DX y EVERGREEN contienen micronutrientes como P y Zn, que están favoreciendo al DT en maíz. Esto concuerda con Bukvić *et al.*, (2003), observando un incremento al desarrollo del maíz en altura y diámetro con 124 y 2.03 cm bajo la fertilización foliar a base de P y Zn. Donde los programas de fertilización edáfica+foliar, influyeron sobre caracteres morfológicos de los tres híbridos.

La aplicación de abonos foliares en etapa de desarrollo mejoró ciertos caracteres morfológicos en los híbridos de maíz: H.Das-3383; 2B-604; Insignia-105 y Dekalb-7500. Observando respuestas distintas para cada híbrido, en Insignia-105 y Dekalb-7500 se incrementa en la variable AP por efecto de la fertilización edáfica+foliar, pero indistintamente no se observa cambio alguno para la AIM en Dekalb-7500 por fertilización edáfica (Tabla 3), esto confirma que los caracteres morfológicos responden al potencial genético de cada híbrido señalando que la fertilización foliar no puede ejercer mayores cambios en los caracteres morfológicos en los híbridos debido

a la genética del mismo, pero observando abundante follaje por efecto de fertilización edáfica+foliar.

Caracteres morfológicos a productividad en híbridos de maíz. Los resultados en diámetro de mazorca (DM) y longitud de mazorca (LM) se ven mejorados por la combinación del fertilizante edáfica+foliar (BIOTEK y EVERGREEN) aplicados al maíz, dentro de los micronutrientes que aportan los fertilizantes tenemos al Zn. Observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos. Se incrementó el DM para el T6 al híbrido 2B-604 con 4.9 cm, en LM con los híbridos 2B-604 e Insignia-105 con 18.91 y 18.90 cm, respectivamente. Los híbridos sin fertilización (Control), presentan los menores DM entre 3.03 y 3.76 cm y LM 13.02 y 16.78 cm. Se corrobora con Potarzycki y Grzebisz (2009), las aplicaciones de abonos foliares presente el Zn, incrementa la productividad al 18 %, con longitudes de mazorca de 15.72 cm., comparados con fertilización edáfica con N-P-K. Corroborando con Suwanarit y Sestapukdee (1989), la aplicación de N como fertilizante foliar incrementa la síntesis de clorofila en hojas. Ling y Silberbus. (2002), sin fertilización foliar el maíz presenta hojas cloróticas, señalando que N y P son los principales nutrientes que suministran el principal efecto al desarrollo del maíz, a través de producción de clorofila en consecuencia sobre la fotosíntesis. Potarzycki y Grzebisz (2009), indican que al no realizar aplicaciones con abonos foliares decae la productividad con mazorcas de menor longitud hasta 13.88 centímetros.

El peso de mil semillas y rendimiento refleja un incremento para la combinación del tratamiento con fertilizante edáfica+foliar y los híbridos 2B-604 e Insignia-105, obteniendo el mayor

peso por semillas. Los abonos foliares empleados mejoran los caracteres morfológicos del maíz, incrementando el PMS en 429 y 428.33 gramos, respectivamente, a diferencia del control sin fertilizante foliar con 368.33 y 395 g. (Tabla 4). El incremento en semillas a PMS por aplicación de abonos foliares mejoran el potencial genético de los híbridos en estudio. Esto concuerda con Beyranvand *et al.*, (2013), la aplicación al maíz

de bio-fertilizantes (NITROKARA y BIOZARr), obtienen 40 g. al peso de (100 semillas). El incremento en liberación de P aumenta la productividad semillas, biomasa y peso de semillas (Khaliq y Sanderz. 2000). Law K y Law J (2009), la fertilización edáfica con N, P y K (15: 15: 15) a 400 kg/ha, obtienen 11.62 g. al peso (100 semillas).

Tabla 4. El comportamiento productivo a diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso de mil semillas, rendimiento. En relación a fertilización edáfica y edáfica+foliar, en los híbridos: H.Das-3383; 2B-604; Insignia-105; Dekalb-7500.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO						
INTERACCIÓN	DM (cm)	LM (cm)	PMS (gr)	R (t/ha)		
T1) E+H.Das-3383	4.11 abc	18.61 ab	291.67 def	4,89	def	4,89 def
T2) E+2B-604	4.45 ab	18.73 ab	368.33 bc	6,16	bc	6,16 bc
T3) E+Insignia-105	3.97 abc	18.41 ab	395.00 ab	6,61	ab	6,61 ab
T4) E+Dekalb-7500	4.10 abc	16.63 abc	315.00 de	5,29	de	5,29 de
T5) E+F+ H.Das-3383	4.13 abc	18.66 ab	328.33 cd	4,51	cd	4,51 cd
T6) E+F+2B-604	4.90 a	18.91 a	429.00 a	7,18	a	7,18 a
T7) E+F+Insignia-105	4.15 abc	18.90 a	428.33 a	7,19	a	7,19 a
T8) E+F+ Dekalb-7500	4.17 abc	17.84 ab	386.67 ab	6,49	ab	6,49 ab
C+ H.Das-3383	3.49 bc	15.01 cd	275.00 ef	4,61	ef	4,61 ef
C+2B-604	3.03 c	13.02 d	261.67 f	4,39	f	4,39 f
C+Insignia-105	3.50 bc	15.98 bc	275.00 ef	4,63	ef	4,63 ef
C+Dekalb-7500	3.76 bc	16.72 abc	288.33 def	4,84	def	4,84 def
CV(%)	11.86	7.17	5.68	5.60		

Los valores con letras similares no representan diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95 %, por el procedimiento de comparación múltiple de Tukey. Edáfica (E); Foliar (F); Control (C); Días (d).

Indudablemente el rendimiento (R) de los híbridos incrementó por la aplicación del fertilizante edáfica+foliar, es evidente en los híbridos Insignia-105 y 2B-604 con 7,18 y 7,19 t/ha (Tabla 4). La productividad se incrementó bajo las aplicaciones de abonos foliares al maíz, realizada antes de los días de floración, esto mejoró sustancialmente en sus aspectos fisiológicos con el incremento de sus caracteres: AIM, LM y PMS, como resultado mayor productividad. Por la incorporación de reguladores de crecimiento vegetal como, giberelinas y auxinas en los fertilizantes foliares que benefician a la planta. Los híbridos bajo fertilización foliar desarrollaron abundante follaje, obteniendo una mejor capacidad fotosintética que incrementa la producción de almidones y azúcares. Beyranvand *et al.*, (2013), demuestran que el peso de semilla se incrementa por la capacidad fotosintética del maíz. Los fertilizantes foliares BIOTEK y EVERGREEN, contiene reguladores de crecimiento vegetal que beneficiaron directamente al desarrollo de la mazorca en DM y LM. La aplicación de ácido giberélico (GA) y la auxina ácido indolbutírico (IBA) a 100 mg/L durante el desarrollo fisiológico antes de su floración, incrementa en tamaño de mazorca y productividad de semillas con 17.2 t/ha (Ghodrat *et al.*, 2012).

La aplicación de reguladores de crecimiento de plantas (RCPs), incrementa los parámetros a productividad por: índice de área foliar, porcentaje de asimilación neta y duración de su área foliar es mejorada (Thavaprakash *et al.*, 2007).

En trigo se obtiene alta productiva por la aplicación de altos niveles de auxinas (Eradatmand *et al.*, 2011). También se ha observado el empleo de ácido giberélico y auxina tienen efecto en rendimiento en maíz (Ahmad *et al.*, 2008). Ratificado por Bautista (2002), la fertilización foliar es una alternativa para incrementar el rendimiento mediante la aportación y rápida asimilación de los nutrientes durante el desarrollo del maíz que sirve de complemento a la fertilización edáfica.

En la actualidad el uso indebido de pesticidas y agroquímicos inciden en la pérdida de la biodiversidad microbiana. Las rizobacterias aumentan la disponibilidad de P, estas liberan compuestos de crecimiento como: (Giberelina, Citoquinina y Auxinas), que son eficaces en el crecimiento de la planta (Ortas *et al.*, 1996). La disminución de la biodiversidad microbiana, se requiere de aplicaciones de abonos foliares y bio-fertilizantes que contribuyan a mejorar el aspecto fisiológico del maíz, el empleo de BIOTEK y ECO-HUM DX contiene reguladores de crecimiento (Citoquininas, Auxinas y Giberelinas), que favorecieron al desarrollo del maíz.

Conclusiones

Las aportaciones de los macronutriente, micronutrientes y reguladores de crecimiento por la fertilización edáfica+foliar, incrementan los caracteres fisiológicos de los híbridos de maíz. Reflejado por una mayor productividad del

híbrido Insignia-105 con (7.19 t/ha). La adición de estos abonos foliares resaltarán su potencial genético en todos los híbridos, reflejando un efecto sinérgico en la planta por asimilación de nutrientes a través de sus hojas. La implementación de la fertilización edáfica+foliar en el cultivo de maíz reduce el riesgo de producción, pero aumenta los costos de operación.

Referencias

- Ahmad, R., Arshad, Z., Zahire, Z., Naveed, M., Khalid, M. & Asghar, H. (2008). Integrating- enriched compost with biologically active substances for improving growth and yield of cereals. *Pakistan Journal Botany*. 40 (1), 283-293. Recuperado de [http://pakbs.org/pjbot/PDFs/40\(1\)/PJB40\(1\)283.pdf](http://pakbs.org/pjbot/PDFs/40(1)/PJB40(1)283.pdf)
- Banks, L.W. (2004). Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. *Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry*. 22 (116), 226-231. Recuperado de Doi: <http://dx.doi.org/10.1071/EA9820226>
- Bautista, R. (2002). Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 25 (4), 419 – 426. Recuperado de <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/25-4/12a.pdf>
- Beyranvand, B., Farnia, A., Nakhjavan, S. & Shaban, M. (2013). Response of yield and yield components of maize (*Zea mays L.*) to different bio fertilizers. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 1(9), 1068-1077. Recuperado de http://www.ijabbr.com/article_7870_1266.html
- Bukvić, G., Antunović, M., Popović, S. & Rastija, M. (2003). Effect of P and Zn fertilisation on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays L.*). *Plant soil environ*. 49 (11), 505–510. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.497.1479&rep=rep1&type=pdf>
- Dunja, M. (2000). Fertilización del cultivo maíz. *Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP-DIVULGA*. 65.
- Eradatmand, D. & Houshmandfar, A. (2011). Dry matter accumulation and auxin levels within developing grains of different durum wheat genotypes. *Advances in Environmental Biology*. 5 (4), 678-682. Recuperado de http://scinet.dost.gov.ph/union/Downloads/678-682_225063.pdf
- Farmagro (2015). Formato para agricultores Maiceros. Quevedo.
- Fecenko, J. & Ložek, O. (1998). Maize grain yield formation in dependence on applied zinc doses and its content in soil. *Rostlinná Výroba*. 44 (5), 15–18. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ1998000253>
- Figliolia, A., Benedetti, A., Izza, C., Indiat, R., Rea, E., Alianiello, F., Canali, S., Biondi, F. A., Pierandrei, F. & Moretti, R. (1994) Effects of fertilization with humic acid on soils and plant metabolism: A multidisciplinary approach. Note I: Crop production, in: *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health Proceedings of the 6th International Meeting of the International Humic Substances Society*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands. pp. 579–584.
- Fu Jiu, C., Dao Qi, Y., & Quing Sheng, W. (1995) Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese), *Yingyong Shengtai Xuebao*. 6 (1), 363–367. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CN9611622>
- Ghodrat, V., Mohammad. J. R., Mohammad. S. T., & Karampour, A. (2012). Yield and yield components of corn (*Zea mays L.*) in response to foliar application with indole butyric acid and gibberellic acid. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental*. 12 (9), 1246-1251. Recuperado de [http://www.idosi.org/aejaes/jaes12\(9\)12/19.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes12(9)12/19.pdf)
- INIAP. 2010. Híbridos de maíz para la zona Central del Litoral. Programa de maíz, ETT-Pichilingue.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2008). InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.
- Kariali. E. & Mohapatra. P. K. (2007). Hormonal regulation of tiller dynamics in differentially-tillering rice cultivares. *Plant Growth Regulation*. 53 (3), 215-223. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s10725-007-9221-z>
- Kefyalew, G., Martin, K., Freeman, K., Mosali, J., Teal, R., Raun, W., Moges, S. & Arnall, D. (2007). Determination of Optimum Rate and Growth Stage for Foliar Applied Phosphorus in Corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 38 (9), 1137–1154. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103620701328016>
- Khaliq, A. & Sanders, F. (2000). Effects of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculation on the yield and phosphorus uptake of field grown barley. *Soil Biology and Biochemistry*. 32 (11), 1691 –1696. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071700000869>
- Law, K. & Law, J. (2009). The Performance of *Zea mays* as Influenced by NPK Fertilizer Application. *Notulae Scientia Biologicae*. 1 (4), 59-62. Recuperado de <http://www.notulaebiologicae.ro/>
- Ling, L. & Silberbush, M. (2002). Response of maize to foliar vs. soil application of nitrogen phosphorus–potassium fertilizers. *Journal of plant nutrition*. 25 (11), 2333–2342. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/>

- abs/10.1081/PLN-120014698
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (MAGAP). (2012). Consultado en agosto del 2015. En sinagap.agricultura.gob.ec. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/maiz-suave-seco-2>.
- Monteros Guerrero, A. (2015). Rendimiento de maíz duro seco verano. SINAGAP. Recuperado de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_verano2015.pdf.
- Robledo, R., Zamudio, B., Espinosa, A., Turrent, A., Cárdenas, A., López, C., Arteaga, I. & Valdivia, R. (2015). Rendimiento de maíces nativos e híbridos en diferente fecha de siembra y sus unidades calor. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6 (1), 33-43. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a4.pdf>
- Shahid, I., Haroon, K., Muhammad, Z., Muhammad W. M., & Hafi M. J. (2014). The effects of nitrogen fertilization strategies on the productivity of maize (*Zea mays L.*) hybrids. *Zemdirbyste-Agriculture*. 101 (3), 249–256. Recuperado de [searchgate.net/profile/Shahid_Iqbal19/publication/260943917_The_effects_of_nitrogen_fertilization_strategies_on_the_productivity_of_maize_\(Zea_maysL.\)_hybrids/links/543578140cf2dc341db2a6b8.pdf](http://searchgate.net/profile/Shahid_Iqbal19/publication/260943917_The_effects_of_nitrogen_fertilization_strategies_on_the_productivity_of_maize_(Zea_maysL.)_hybrids/links/543578140cf2dc341db2a6b8.pdf)
- Suwanarit, A. & Sestapukdee, M. (1989). Stimulating effects of foliar k-fertilizer applied at the appropriate stage of development of maize: a new way to increase yield and improve quality. *Plant soil*. 120 (1), 111–124. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02370297>
- Thavaprakash, N., Velayudham, K. & Gurusamy, L. (2007). Influence of herbicides growth regulators on growth and yield of Baby Corn (*Zea mays L.*). *International Journal Agricultural Research*. 2 (8), 731-735. Recuperado de <http://docsdrive.com/pdfs/academicjournals/ijar/2007/731-735.pdf>
- Ortas, I. (1996). The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, and phosphorus uptake. *Soil Science and Plant Annual*. 27 (18), 2935-2946. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103629609369753>
- Potarzycki, J. & Grzebisz, W. (2009). Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant soil environment*. 55 (12), 519–527. Recuperado de http://www.inea_00fcr.user.icpnet.pl/pdf/Plant_Soil_Environ_2009.pdf
- Prochazka, S. (1978). Effect of indol-3-acetic acid on the translocation of assimilates in winter wheat (*Triticum aestivum L.*) in the period of kernel formation. *Acta University of Agriculture Brno*. 26 (3), 99-104. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ19800469463>
- Zeidan, M. S., Mohamed, M. F y Hamouda, H. A. (2010). Effect of foliar fertilization of Fe, Mn and Zn on wheat yield and quality in low Sandy soils fertility. *World Journal Agricultural Sciences*. 6 (6), 696-699. Recuperado de [http://idosi.org/wjas/wjas6\(6\)/11.pdf](http://idosi.org/wjas/wjas6(6)/11.pdf)