



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Estudio de Alternativas de Fertilización Edáfica y Foliar, en un
Híbrido Comercial de Maíz (*Zea Mayz L*), en La Zona de
Balzar, Provincia del Guayas”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y BIOLÓGICO

Presentado por:

CHRISTIAN MARCELO HURTADO LUNA

Guayaquil – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTO

A mis padres Sr. Miguel Hurtado y Sra. Teresa Luna, mis hijos Luis y Christian, familiares y todos mis amigos que de alguna u otra manera han contribuido a que uno de mis mayores sueños y anhelos en esta vida se halla hecho realidad.

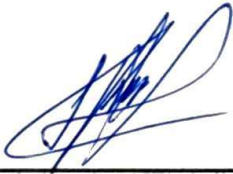
Un agradecimiento muy especial a Dra. María Isabel Jiménez F., Ph.D. ya que fue uno de los pilares fundamentales en la ejecución y culminación de esta Tesis.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos los agricultores de nuestro país, ya que son las personas que día a día se sacrifican para mantener la soberanía alimentaria de nuestros pueblos, todos los que conocemos y valoramos su trabajo nos sentimos orgullosos y eternamente agradecidos de ellos.

Christian Hurtado Luna

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Dr. Kleber Barcia V., Ph-D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Dra. María Jiménez F., Ph.D.
DIRECTORA DEL TFG



MSc. Carlos Burbano V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Art. 12 del Reglamento de Graduación de la ESPOL).-



Christian Marcelo Hurtado Luna

RESUMEN

En el Ecuador el promedio de producción de maíz amarillo duro está alrededor de 3,13 TM/Ha (FAOSTAT, 2012), comparada con la producción de los países vecinos como Colombia y Perú con 3,44 y 3,32 TM/Ha (FAOSTAT, 2012). Si se analiza la producción, uno de los principales factores que inciden sobre la misma es la fertilización, practica cultural indispensable en la producción de materiales agrícolas de alta productividad lo mismo que resulta indispensable para el objetivo propuesto. En este marco, el estudio de programas de fertilización edáfica y/o foliar, se vuelve prioritario para elaborar paquetes tecnológicos por área de producción. Los objetivos del presente trabajo fueron: (I) Valorar la aplicación de paquetes edáficos y foliares sobre las características agronómicas y de producción del cultivo; (II) Determinar la contribución de la fertilización edáfica y foliar en estudio, sobre aspectos sanitarios durante el crecimiento del cultivo; (III) Determinar la curva de absorción del cultivo a lo largo de las etapas de desarrollo y producción del mismo; (IV) Analizar económicamente los paquetes de fertilización utilizados; y (V) Transferir los resultados obtenidos a los agricultores de la zona contribuyendo a su capacitación.

El trabajo de investigación evaluó ocho tratamientos de alternativas de fertilización edáfica y foliar, las mismas que tenían como componente edáfico básico el silicato de calcio y el silicato de magnesio, frente al testigo

que evaluó el paquete de fertilización tradicional empleado por los agricultores para la fertilización del maíz en la zona. Se valoraron parámetros agronómicos, productivos y sanitarios.

Los resultados obtenidos, muestran que dentro de las características agronómicas, parámetros como la germinación, distancia entre nudos y número de hojas no presentaron diferencia estadística; mientras que, en el parámetro altura de planta el tratamiento 8 presentó un mejor desarrollo, siendo el tratamiento 1 el que menor altura de planta mostró. Para los parámetros productivos, tales como días a floración masculina, días a floración femenina, tamaño de panícula, días a la cosecha, número de hileras de granos por mazorca, rendimiento por unidad de producción, no se observó diferencia estadística entre tratamientos. Con respecto a la variable de sanidad, a lo largo del desarrollo del cultivo, todos los tratamientos en estudio presentaron similares tendencias, sin diferencias significativas.

Con respecto a la curva de absorción foliar en el cultivo, los datos obtenidos revelan que la planta de maíz absorbe nutrientes hasta después de la floración, por lo cual se pueden realizar aplicaciones foliares hasta los 50 días después de la siembra (DDS), lo que fue corroborado por la diferencia de peso, obtenida por unidad de producción de cada tratamiento.

Se realizó la transferencia de información obtenida en el presente trabajo a los agricultores de la zona, con una reunión y explicación *in situ* de los tratamientos y resultados, transmitiendo la importancia de la fertilización.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
INDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	x
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3

CAPÍTULO 1

1. El cultivo de Maíz: Su Importancia.....	4
1.1. Taxonomía.....	6
1.1.1. Crecimiento y Desarrollo del Maíz.....	6
1.1.2. Etapa Vegetativa.....	7
1.1.3. Etapa Reproductiva.....	8
1.1.4. Etapa de Maduración.....	9
1.2. Importancia económica del maíz en el Ecuador.....	9

CAPÍTULO 2

2. La Nutrición del maíz y su importancia en rendimiento y calidad... ..	11
--	----

2.1.	Factores generales que inciden en el desarrollo del cultivo de maíz.....	11
2.1.1.	Factores climáticos.....	11
2.1.2.	Factores Físicos y Químicos.....	13
2.1.3.	Factores agronómicos.....	14
2.2.	Fertilización Edáfica y Foliar.....	16
2.2.1.	Curva de asimilación del maíz.....	16
2.2.2.	Necesidades nutricionales y problemas fisiológicos por macro-elementos.....	16
2.2.3.	Necesidades nutricionales y problemas fisiológicos por micro-elementos.....	26
2.2.4.	Elementos no tradicionales en la fertilización de maíz.....	33

CAPÍTULO 3

3.	Materiales y Métodos.....	36
3.1.	Ubicación del ensayo.....	36
3.2.	Tratamientos en estudio.....	37
3.3.	Materiales y Herramientas.....	38
3.4.	Metodología.....	40
3.5.	Siembra y Aplicación de fertilizantes.....	41
3.6.	Parámetros en estudio.....	43
3.6.1.	Variables Agronómicas.....	43

3.6.2. Variables Productivas.....	45
3.6.3. Variables Sanitarias.....	47

CAPÍTULO 4

4. Resultados y Discusiones.....	48
----------------------------------	----

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y Recomendaciones.....	67
--	----

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
Ha	Hectárea
TM	Tonelada Métrica
Aprox.	Aproximadamente
PIB	Producto Interno Bruto
°C	Grados Centígrados
mS/cm	MiliSiemens por centímetro
pH	Potencial de Hidrógeno
N	Nitrógeno
P	Fósforo
K	Potasio
Mg	Magnesio
S	Azufre
Ca	Calcio
Zn	Zinc
Cu	Cobre
Fe	Hierro
Mn	Manganeso
Al	Aluminio
Si	Silicio
Kg/Ha	Kilogramos por Hectárea
CO ₂	Anhídrido Carbónico
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
Rcto	Recinto
Mm	milímetro
Prov.	Provincia
EC	Emulsión Concentrada
PS	Polvo Soluble
DBCA	Diseño de Bloques Completamente al Azar
UE	Unidad Experimental
Cm	Centímetro
DDS	Días después de la siembra

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Ranking productores mundial de maíz (FAOSTAT, 2011)..... 3
Figura 2.1	Calendario de cultivo de maíz en Ecuador (FAOSTAT, 2011)...7
Figura 4.1	Promedio de los porcentajes de germinación de la semilla de maíz variedad AGRI-104 [®] , utilizado para el presente ensayo en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 49
Figura 4.2	Promedio de Altura de planta del maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 50
Figura 4.3	Promedio de Número de Hojas del maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 51
Figura 4.4	Promedio de Distancia entre Nudos del maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 51
Figura 4.5	Promedio de Diámetro del tallo del maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 52
Figura 4.6	Promedio de Días a Floración masculina en maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 54
Figura 4.7	Promedio de Días a Floración femenina en maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%.....54
Figura 4.8	Promedio de número de hileras por mazorca en maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%..... 55
Figura 4.9	Promedio de rendimiento por unidad de producción (UE) en maíz variedad AGRI-104 [®] al final del experimento, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Letras diferentes indican

	diferencias significativas al 5%.....	56
Figura 4.10	Curva de asimilación de Nitrógeno en el cultivo de maíz variedad AGRI-104® durante el ciclo de cultivo, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Resultados obtenidos mediante análisis foliar después de cada aplicación foliar.....	57
Figura 4.11	Curva de asimilación de Fósforo en el cultivo de maíz variedad AGRI-104® durante el ciclo de cultivo, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Resultados obtenidos mediante análisis foliar después de cada aplicación foliar.....	58
Figura 4.12	Curva de asimilación de Potasio en el cultivo de maíz variedad AGRI-104® durante el ciclo de cultivo, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Resultados obtenidos mediante análisis foliar después de cada aplicación foliar.....	59
Figura 4.13	Curva de asimilación de Calcio en el cultivo de maíz variedad AGRI-104® durante el ciclo de cultivo, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Resultados obtenidos mediante análisis foliar después de cada aplicación foliar.....	60
Figura 4.14	Curva de asimilación de Magnesio en el cultivo de maíz variedad AGRI-104® durante el ciclo de cultivo, en la zona de alzar, Prov. del Guayas. Resultados obtenidos mediante análisis foliar después de cada aplicación foliar.....	61
Figura 4.15	Curva de asimilación de Azufre en el cultivo de maíz variedad AGRI-104® durante el ciclo de cultivo, en la zona de Balzar, Prov. del Guayas. Resultados obtenidos mediante análisis foliar después de cada aplicación foliar.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requerimientos y extracción de N destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	15
Tabla 2.	Requerimientos y extracción de K destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	17
Tabla 3.	Requerimientos y extracción de P destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha	18
Tabla 4.	Requerimientos y extracción de S destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	20
Tabla 5.	Requerimientos y extracción de Mg destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	21
Tabla 6.	Requerimientos y extracción de Ca destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	22
Tabla 7.	Requerimientos y extracción de Zn destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	24
Tabla 8.	Requerimientos y extracción de Cu destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	26
Tabla 9.	Requerimientos y extracción de Fe destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	27
Tabla 10.	Requerimientos y extracción de Mn destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	28
Tabla 11.	Requerimientos y extracción de B destinada a grano y a rastrojo, por parte del cultivo de maíz para una producción de 10000kg/Ha.....	30
Tabla 12.	Aplicación de fertilizantes edáficos, dosis y época de aplicación	42

Tabla 13. Fertilización Foliar, Dosis y Época de aplicación.....	43
Tabla 14. Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos del Ensayo.....	63
Tabla 15. Tabla de dominancia del Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos en el ensayo.....	64
Tabla 16. Cálculo de la Tasa de retorno marginal para los mejores tratamientos del experimento.....	65

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca determinar la influencia que tienen los paquetes de fertilización edáfica a base de silicio y foliar utilizando sobre la producción del cultivo de maíz en la zona de Balzar, Provincia del Guayas.

En el primer capítulo se hace referencia a la importancia del maíz a nivel mundial y del Ecuador, así como también se hace una breve descripción taxonómica del cultivo, al final de este capítulo se detalla la importancia económica del maíz en el Ecuador.

En el segundo capítulo se describe la importancia que tiene la fertilización sobre el cultivo de maíz, necesidades nutricionales y los factores que influyen directamente sobre la producción del cultivo, tales como los factores climáticos, físicos, químicos y agronómicos.

En el capítulo tres se hace referencia a los materiales y metodología empleada, ubicación del ensayo, descripción de cada uno de los tratamientos y se detalla cada una de las variables en estudio.

En el cuarto capítulo se muestran los resultados de cada una de las variables en estudio así como su respectivo análisis estadístico; además, se detalla cada una de las curvas de asimilación para los elementos

nutricionales de mayor importancia sobre el cultivo de maíz, también se muestra el análisis económico de cada uno de los paquetes, para lo cual se empleó la metodología del “Presupuesto Parcial” del CIMMYT, y por último se describe como se realizó la transferencia de resultados a los agricultores de la zona.

En el quinto capítulo se desarrollan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar alternativas de fertilización edáfica y foliar en un híbrido comercial de maíz en la zona de Balzar, Provincia del Guayas.

Objetivos específicos

- Valorar la aplicación de paquetes edáficos y foliares sobre las características agronómicas y de producción del cultivo.
- Determinar la contribución de la fertilización edáfica y foliar en estudio, sobre aspectos sanitarios durante el crecimiento del cultivo.
- Determinar la curva de absorción del cultivo a lo largo de las etapas de desarrollo y producción del mismo.
- Analizar económicamente los paquetes de fertilización utilizados.
- Transferir los resultados obtenidos a los agricultores de la zona contribuyendo a su capacitación.

CAPÍTULO 1

1. EL CULTIVO DE MAIZ: SU IMPORTANCIA

El cultivo de maíz, *Zea mays* L., es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, el maíz cultivado es una planta completamente domesticada, el hombre y el maíz han vivido y han evolucionado juntos desde tiempos remotos, tanto así que el maíz no crece en forma salvaje y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Wilkes, 1985; Galinat, 1988; Dowsell, Paliwal y Cantrell, 1996).

El maíz es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. Considerada individualmente, su tasa de multiplicación es de 1:600-1000 (Aldritch, Scott y Leng, 1975). El maíz es el cultivo que tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes

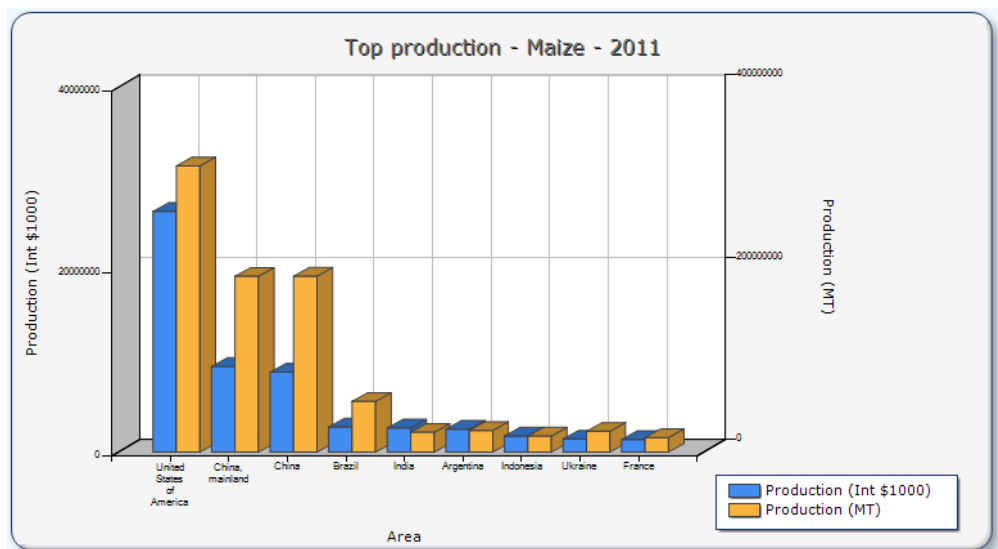
transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la bien documentada historia del maíz híbrido en los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. Por tal motivo, el éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz ha estimulado a cultivar el maíz en muchas partes del mundo.

Hoy en día el maíz es el primer cultivo de cereal del mundo por su producción, (883 millones TM) seguido del arroz (722 millones TM), mientras que el trigo ocupa el tercer lugar (701 millones de TM). Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea (FAOSTAT, 2011).

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes en los cuales es cultivado el cultivo de maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes.

Más aún, el cultivo continúa expandiéndose a nuevas áreas y a nuevos ambientes.

Estados Unidos es el mayor productor de maíz en el mundo con un total de cerca de 314 millones de TM (FAOSTAT, 2011), seguido por China, Brasil e India.



**FIGURA 1.1 RANKING PRODUCTORES MUNDIAL DE MAÍZ
(FAOSTAT, 2011)**

1.1 Taxonomía

1.1.1 Crecimiento y Desarrollo del maíz

El proceso de crecimiento del maíz cuenta con varias etapas, que van desde la etapa de germinación hasta la maduración del grano propiamente dicha. Este proceso de crecimiento comienza con la Nascencia o germinación, fase

que se extiende desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo (estructura que nace de la semilla y emerge hacia arriba, la misma que al recibir los estímulos lumínicos continúa su crecimiento). La etapa de nascencia dura entre 6 y 8 días.

1.1.2 Etapa Vegetativa

La etapa vegetativa del maíz puede variar dependiendo de la variedad o híbrido los mismos que van desde los 110 días e incluso llegar a los 300 días.

La planta tiene dos tipos de raíz, unas las cuales se denominan primarias son fibrosas, y las otras las cuales son las raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erguida, sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas de grandes vientos, también denominado acame.

El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una

médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

Las hojas toman una forma lanceolada las mismas que tienen su origen en el tallo.

1.1.3 Etapa Reproductiva

La fase reproductiva en el cultivo del maíz se inicia con la formación de la espiga que nace desde la parte terminal superior del tallo, a diferencia de otras gramíneas las flores femeninas y masculinas del maíz se encuentran separadas, después aparece la mazorca que tiene su origen en la parte central del tallo desde la axila de las hojas.

Las flores masculinas maduran primero que las flores femeninas, empezando a liberar el polen, para la fecundación de las mazorcas (flores femeninas). Hasta antes de este momento la planta destinaba todos sus nutrientes al crecimiento vegetativo, a partir de la polinización destinará todos sus nutrientes a la formación de granos.

1.1.4 Etapa de Maduración

Una vez la mazorca es polinizada y se han llenado los granos, da inicio la etapa de maduración o estadío de madurez fisiológica. A partir de este momento el grano empieza a perder humedad, llegando a su punto óptimo de cosecha a los 14º de humedad.

1.2 Importancia Económica del maíz en el Ecuador.

En Ecuador, se cultivan aprox. 262.913 Has. (INEC, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC, 2011). Siendo la Provincia de Los Ríos la que lidera la producción nacional con el mayor número de Has sembradas, seguida por las Provincias de Guayas y Manabí, en segundo y tercer lugar respectivamente.

El Rendimiento por Ha. En Ecuador es el más bajo de la región con 3,13 TM/Ha., mientras que el país con mayor rendimiento a nivel mundial por unidad de producción es Kuwait con 21,11 TM/Ha. (FAOSTAT, 2012)

La representación promedio del maíz duro seco dentro del PIB agrícola nacional en el período comprendido entre los años 2002 y

2009 fue de un 5,28% (BCE-CAN-ESPAC – 2009).

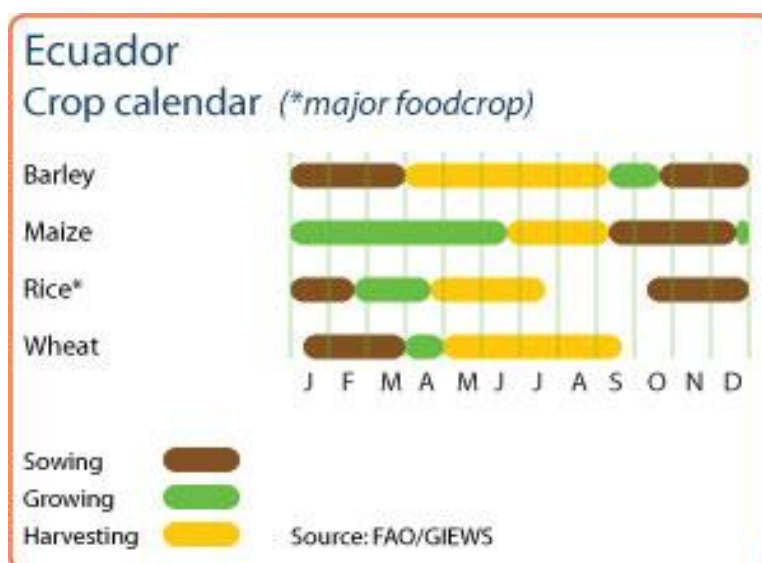


FIGURA 1.2 CALENDARIO DE CULTIVO DE MAÍZ EN ECUADOR (FAOSTAT, 2011)

CAPÍTULO 2

2. LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ: SU IMPORTANCIA EN RENDIMIENTO Y CALIDAD.

2.1 Factores generales que inciden en el desarrollo del cultivo de maíz

Durante las etapas fenológicas del cultivo de maíz existen muchos factores determinantes que inciden de manera directa en la producción del mismo, tales como los factores climáticos, factores físicos y químicos y factores agronómicos.

2.1.1 Factores Climáticos

Dentro de los factores climáticos, podemos señalar entre otros a la temperatura y humedad (estrés hídrico), el aniego (falta de oxígeno en el suelo) y radiación solar, sin embargo estos son los más importantes.

La temperatura y humedad, dentro de los factores climáticos es uno de los que merman la producción mayormente a nivel mundial, siendo la sequia quien afecta hasta el 60% de la producción agrícola de las tierras de los trópicos (Sánchez, Nicholaides y Couto, 1977), y hasta un 15% en el rendimiento anual del cultivo de maíz (Edmeades, Bolaños y Lafitte, 1992).

El cultivo de maíz necesita como mínimo 500mm de lluvia los mismos que estarán bien distribuidos a lo largo del cultivo (Norman, Pearson y Searle, 1995).

El maíz es muy sensible al aniego, es decir, a los suelos saturados. Desde la siembra a la etapa V6, el aniego por más de 24 horas puede matar el cultivo (especialmente si las temperaturas son altas) porque el meristemo está debajo de la superficie del suelo en esos momentos. Más tarde en el ciclo de cultivo, el aniego puede ser tolerado durante períodos de hasta una semana, pero se reduce considerablemente el rendimiento (CIMMYT, Guía de Campo H.R. Lafite).

El maíz tolera una amplia gama de temperaturas (de 5 a 45 °C), pero las temperaturas muy altas o muy bajas pueden tener un efecto negativo sobre el rendimiento. En general,

para modificar el efecto de la temperatura el agricultor no puede hacer otra cosa que cambiar ligeramente la fecha de siembra o sembrar una variedad mejor adaptada o más precoz. Las variedades de maíz difieren considerablemente en su respuesta a la temperatura.

La luz solar intensa no suele dañar el cultivo a menos que éste también padezca estrés por temperatura o sequía. El cultivo es afectado cuando hay poca luz solar durante períodos prolongados de tiempo nublado, en particular si coinciden con la floración.

Nuevamente, el agricultor no puede hacer mucho para modificar la cantidad de luz solar de que dispone el cultivo, pero es importante reconocer los síntomas asociados con estos problemas para no confundirlos con otros factores (CIMMYT, Guía de Campo H.R. Lafite).

2.1.2 Factores Físicos y Químicos

Entre los factores físicos y químicos que pueden afectar el rendimiento del maíz podemos citar al acame, salinidad, acidez del suelo, etc.

La salinidad, el maíz es uno de los cultivos más sensibles a la salinidad, la misma que puede llegar a generar pérdidas

de hasta el 10% sobre el rendimiento del cultivo en sitios donde la conductividad eléctrica superaba los 2,5 mS/cm, cuando el umbral para la reducción del crecimiento se estima en 1,7mS/cm (Cramer, 1994).

Durante el stress por salinidad uno de los primeros síntomas es el marchitamiento, ya que el cultivo sufre una sequia fisiológica, debido a que el agua no puede movilizarse del suelo hacia las raíces contra el gradiente del potencial osmótico.

El maíz en general crece bien con un pH entre 5.5 y 7.8. Un pH fuera de esos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Al y Mn y carencias de P y Mg. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tienden a presentarse carencias de Fe, Mn y Zn.

Los síntomas en el campo de un pH inadecuado en general se asemejan a los de los problemas de micronutrientes (CIMMYT, Guía de Campo H.R. Lafite).

2.1.3 Factores Agronómicos

Dentro de los factores agronómicos que pueden afectar el

rendimiento del cultivo podemos citar a los factores provenientes de la siembra y preparación de la tierra, la densidad de siembra, Defoliación, Mal control de plagas y enfermedades, entre otros.

En cuanto a los factores provenientes de la siembra podemos citar a los considerados más importantes, el primero es una mala preparación del terreno, ya que muchas veces quedan terrones muy grandes y no permiten que se siembre a una profundidad uniforme, como segundo factor es la preparación del terreno de manera muy anticipada, lo cual le podría dar una ventaja a las malezas con respecto al cultivo, en este caso el maíz; como tercer y último punto es la profundidad de siembra, donde muchas veces la semilla se entierra muy profunda y demora en emerger o se siembra muy superficial y es removida por los pájaros o por la fuerza del agua.

La densidad de siembra es otro de los factores determinantes de la producción, en este sentido siempre tenemos que seguir las recomendaciones del fabricante de la semilla, ya que son ellos los que han realizado las diferentes pruebas y saben en cuál de las densidades se obtuvieron los mejores rendimientos.

El problema de defoliación en maíz puede depender de muchos factores, tales como daño por insectos, por viento, por granizo, o por animales de pastoreo, el problema de defoliación tendrá mayor o menor incidencia en dependencia de la edad del cultivo, si el cultivo está próximo a la floración existirá una mayor incidencia sobre la producción.

2.2 Fertilización Edáfica y Foliar

2.2.1 Curva de asimilación del maíz

La curva de asimilación de nutrientes, se determina mediante los análisis foliares realizados a lo largo del ciclo de vida del cultivo, y es la cantidad de nutrientes que la planta ha absorbido del suelo, generalmente esta curva es ascendente durante la etapa vegetativa hasta la floración siendo más o menos proporcional a la ganancia de biomasa de la planta.

2.2.2 Necesidades nutricionales y problemas fisiológicos por macro-elementos.

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo con altas demandas nutricionales. Entre los elementos del suelo que utiliza en

mayores cantidades cabe mencionar el nitrógeno (N), seguido del potasio (K), el fósforo (P), Azufre (S), Magnesio (Mg) y Calcio (Ca).

Nitrógeno (N)

El N es uno de los elementos esenciales que tienen mayor influencia directa en la producción del cultivo. Las necesidades de N en el cultivo de maíz varían de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, pero entre las funciones que cumple este elemento en la planta podemos citar:

- Ayuda a la formación de nuevos tejidos, por ende al crecimiento de la planta función que la realiza junto al K.
- Aumenta la masa foliar.
- Mantiene el color verde de las plantas, ya que forma parte de la clorofila, proteínas, alcaloides y enzimas que regulan las funciones de la planta.
- Aumenta el número de granos por mazorca.

Entre los problemas asociados a la deficiencia de N se tiene:

- Hojas amarillentas y de apariencia vieja.

- Plantas pequeñas, el cultivo no llega a desarrollar bien.
- Baja producción.

En la tabla N°.1 se muestran las necesidades de N requeridas por el cultivo de maíz para una producción de 10000 Kg/Ha, así como también los porcentajes a lo que va destinado, si es a granos o a parte vegetativa.

TABLA 1.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE N
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE NITRÓGENO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/HA)	EXTRACCION DESTINADA A RASTROJO (KG/HA)
NITROGENO (N)	220	145,2 (65,9%)	74,8

Potasio (K)

Entre las funciones que cumple el K en la planta de maíz podemos citar las siguientes:

- Influye directamente sobre la disponibilidad de N.
- Es esencial para muchos sistemas enzimáticos.
- Es esencial para el metabolismo celular (crecimiento celular, producción de azúcares, almidones y proteínas)
- Ayuda a tolerar el estrés por falta de agua y aumenta la eficiencia del uso del agua.

Entre los problemas causados por la deficiencia de K se tiene:

- Crecimiento irregular del cultivo.
- Acame de plantas.
- Mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades.
- Cuando es limitante afecta la velocidad de casi todos los sistemas biológicos de la planta.

Las necesidades de K se detallan en la tabla 2, aquí se muestran los requerimientos y extracción de este elemento para una producción de 10000 Kg/Ha.

TABLA 2.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE K
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE POTASIO			
Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/ha)
POTASIO (K)	190	39,9 (55,7%)	150,1

Fósforo (P)

Dentro de las funciones que cumple el P dentro de la planta de maíz se tiene:

- Es esencial para el crecimiento vigoroso de las raíces y partes aéreas.
- Es necesario en el almacenamiento y transferencia de energía en la planta.
- Incrementa la eficiencia de agua en la planta.
- Adelanta la madurez, disminuyendo la humedad del grano en la cosecha.

Entre los problemas que se pueden presentar por déficit de

P se tiene:

- Coloración purpura de las hojas.
- Disminución del tamaño de las nuevas hojas en la parte apical.
- Plantas débiles, ya que al tener un menor desarrollo radicular la planta no obtiene todos los nutrientes que necesita.
- Menor producción.

Los requerimientos de P se muestran en la tabla 3.

TABLA 3.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE P
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE FOSFORO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
FOSFORO(P)	40	30 (75%)	10

Azufre (S)

Dentro de las funciones que cumple el S en la planta de

maíz se tiene:

- Forma parte de muchos aminoácidos y proteínas.
- Incrementa la eficiencia del uso de P y N.
- Esencial para la formación de la clorofila.

Entre los síntomas por déficit de S se puede citar:

- Hojas jóvenes cloróticas, similar a los síntomas presentados por deficiencia de N, ya que el déficit de S disminuye la fijación biológica de N.
- Aparición de líneas rojizas delgadas en los bordes de las hojas.

Las necesidades nutricionales del maíz, así como su distribución dentro de la planta se detallan en la tabla 4.

TABLA 4.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE S
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE AZUFRE Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
AZUFRE (S)	40	18 (45%)	22

Magnesio (Mg)

Las funciones que cumple el Magnesio en el cultivo de maíz son:

- El magnesio es esencial para la formación de la clorofila, ya que ocupa el puesto central en la molécula de la misma.
- Ayuda a intensificar la actividad Fotosintética, favoreciendo a la asimilación del CO₂.
- Juega un papel importante como activador de ciertas

enzimas, por lo que favorece a procesos metabólicos.

Entre los síntomas por deficiencia de Mg se tiene:

- Clorosis internervales de las hojas más viejas del maíz.
- Si la carencia es persistente puede producirse una clorosis generalizado en las hojas del cultivo.

Los requerimientos nutricionales de Mg por parte del cultivo para un producción de 10000 kg, se detalla en la tabla 5.

TABLA 5.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE MG
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE MAGNESIO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
MAGNESIO(Mg)	30	8,4 (28%)	21,8

Calcio (Ca)

Las funciones que cumple el Ca en la planta de maíz son:

- Favorece a la división y al crecimiento celular.

- Es esencial para la estabilidad de las membranas y es básico para la absorción de elementos nutritivos.

Los síntomas por déficit de este elemento son:

- Los síntomas por este elemento raramente se producen.
- En caso de existir déficit de este elemento se reduce el desarrollo de los tejidos más jóvenes y de los brotes, llegando a aparecer deformados y con clorosis.

Los requerimientos de Ca, se muestran en la tabla 6.

TABLA 6.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE CA
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE CALCIO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/HA)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/HA)
CALCIO(Ca)	30	2,1 (7%)	27,9

2.2.3 Necesidades nutricionales y problemas fisiológicos por micro-elementos.

Aunque las plantas de maíz los requieren en menores cantidades, los micro-nutrientes no dejan de ser menos importantes en el desarrollo y producción del cultivo de maíz.

La ausencia de cualquiera de los micro-nutrientes en el suelo puede limitar el crecimiento de la planta, aún cuando todos los demás nutrientes esenciales estén presentes en cantidades adecuadas.

Los micro-elementos que tienen más influencia sobre la producción del maíz son el Zinc (Zn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn) y Boro (B).

Zinc (Zn)

Las funciones que realiza el Zn en el cultivo de maíz son:

- Actúa como enlace en muchos sistemas enzimáticos, entre la enzima y el sustrato.

- Una de las funciones más importantes es la de catalizar la reacción donde a partir del triptófano se genera auxina, hormona vital para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.
- Existen evidencias de que el Zinc participa en la síntesis de almidones.

Los síntomas por deficiencia de Zn son los siguientes:

- Clorosis internerval.
- Reducción en el tamaño de las hojas y de los folíolos.
- Malformación de nuevos brotes y hojas.

Los requerimientos de Zn por parte del cultivo de maíz se detallan en la tabla 7.

TABLA 7.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE ZN
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE ZINC Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
ZINC (Zn)	0,53	0,26 (49%)	0,27

Cobre (Cu)

Las funciones que cumple el Cu en la planta de maíz son:

- Regula las funciones electro-fotosintética.
- Participa en la formación de ciertas proteínas, y para el metabolismo de los carbohidratos.
- Cumple funciones esencialmente catalíticas.

Los síntomas por deficiencia de Cu son:

- Las hojas jóvenes se emblanquecen, debido al daño en los cloroplastos.
- Poco crecimiento entre los nudos.
- Mala formación de espigas y mal llenado de los granos.

Los requerimientos de Cu se detallan en la Tabla 8.

TABLA 8.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE CU DESTINADA A
GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE DEL CULTIVO DE
MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE COBRE Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
COBRE (Cu)	0,13	0,037 (28,5%)	0,093

Hierro (Fe)

Las funciones que cumple el Hierro en la planta de maíz son:

- Ayuda en las funciones de la fotosíntesis.
- Actúa en la síntesis de la clorofila en conjunto con el Mg.
- Elemento fundamental para el aprovechamiento del N, cumpliendo un papel similar al del S.

Entre los síntomas por déficit del Fe se encuentra:

- Puede dar a la planta una coloración amarillosa o en ciertos casos blanquecina.

- Debido a que este elemento se trasloca dentro de la misma planta de maíz, los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes.

Los requerimientos del cultivo de maíz en cuanto a Hierro se describen en la tabla 9.

TABLA 9.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE FE
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE HIERRO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
HIERRO (Fe)	3,34	0,23 (7%)	3,1

Manganeso (Mn)

Las funciones que cumple el Mg en la planta de maíz son:

- Este elemento es importante en el proceso de la fotosíntesis ya que es el primero que actúa, permitiendo el desdoblamiento de la molécula de agua

encargada de liberar los electrones para que empiece todo el proceso.

- Aumenta la tolerancia de la planta al ataque de hongos, es decir tiene propiedades fungistáticas.

Los síntomas por deficiencia de Mn son:

- Necrosis en forma de rayas en el follaje de la planta.
- Fecundación deficiente o irregular en la mazorca, influye en la parte reproductiva.
- Produce mazorcas torcidas y las mazorcas sin granos en las puntas.

Los requerimientos nutricionales de Mn se detallan en la tabla 10.

TABLA 10.
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE MN
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE MANGANESO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
MANGANESO (Mn)	0,27	0,02 (7%)	0,25

Boro (B)

Las funciones que cumple el B en las plantas de maíz son:

- Interviene en la síntesis de la pared celular junto con el Ca, dando una mayor rigidez a los tejidos.
- Cumple la función de “carrier” de azúcares junto con el K y Mg.
- Es muy importante en el momento del cuaje del grano, ya que favorece el crecimiento del tubo polínico.

Los síntomas por déficit de B, son los siguientes:

- Elemento del cual muy rara vez se puede llegar a apreciar una carencia en el cultivo de maíz.
- Carencia en el crecimiento entre los nudos.
- Arrugamiento en las puntas de hojas jóvenes, esto ocurre con un déficit bien marcado de B.

Los requerimientos de este elemento por parte del cultivo de maíz se describen en la tabla 11.

TABLA 11
REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE B
DESTINADA A GRANO Y A RASTROJO, POR PARTE
DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA UNA PRODUCCIÓN
DE 10000KG/HA

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN DE BORO Producción de Maíz de 10.000 kg/ha			
NUTRIENTE	NECESIDADES TOTALES KG/HA	EXTRACCION DESTINADA A GRANO (KG/Ha)	EXTRACCION DESTINADA A RASTOJO (KG/Ha)
BORO (B)	0,2	0,05 (25%)	0,15

2.2.4 Elementos no tradicionales en la fertilización del maíz.

En estos días todos los esfuerzos se han centrado por mejorar los híbridos y variedades de maíz, lo cual está bien para la agricultura que cada día tiene que ser más competitiva, sin embargo se ha dejado un poco de lado el tema de mejoramiento en la fertilización. Existen algunos elementos los cuales usados en unión de los elementos empleados tradicionalmente en la fertilización del maíz podrían ayudar como elementos Buffer, este es el caso del Silicio (Si).

Desde el año 1972 el Silicio está reconocido como esencial (Quero, 2007). El silicio forma parte de los oligoelementos, es decir los elementos minerales que a pesar de presentarse en pequeñas cantidades en las plantas y seres vivos en general, sin embargo, indispensables para la salud y la vida. Están identificados 13 oligoelementos esenciales: silicio, vanadio, molibdeno, magnesio, hierro, cobalto, níquel, cobre, zinc, selenio, estaño, yodo y flúor (Coppes, 2007).

Las funciones que cumple el Si en las plantas son:

- Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el Silicio, formando una barrera protectora, presentando una Resistencia Mecánica al ataque de enfermedades e insectos.
- Previene el acame de las plantas de maíz al dar mayor rigidez a la pared celular.
- Este elemento refuerza la capacidad de distribución de carbohidratos, los mismos que son requeridos para el crecimiento y producción de las cosechas.

Entre los síntomas por deficiencia de Si podemos

mentonar:

- Las plantas se vuelven quebradizas y se acaman con facilidad.
- Existe una mayor susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades.
- Las plantas con carencia de Si no toleran períodos de sequía.

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del Ensayo

El lugar donde se llevó a cabo el presente ensayo fue en el rancho Verónica, ubicado en el Rcto. Linda Unión, perteneciente al Cantón Balzar, Prov. Del Guayas a 46 msnm, con Latitud Sur de 1° 23" y Longitud Este de 79° 81", con una precipitación media promedio anual de 1200mm y una temperatura promedio anual de 26°C.

La zona de Balzar tiene un clima cálido húmedo con una humedad promedio anual del 73%.

El tipo de suelo existente en el lugar del ensayo varía entre franco y franco arcilloso, con un pH que va desde 5.5 (Acido) a 6.0 (Medianamente Acido).

El ensayo se lo realizó con Labranza cero, ya que se deseaban tener resultados lo más apegado a la realidad en la zona.

El presente experimento se lo llevó a cabo entre las fechas 31 de Enero del 2013 (siembra) y el 29 de Mayo del 2013 con un total de 148 días.

3.2 Tratamientos en Estudio

Los tratamientos en estudio se presentan en las Tablas 12 y 13, en dichas tablas se detalla las dosis de cada uno de los tratamientos, así como también se hace referencia al tratamiento Testigo. Los productos empleados en los tratamientos son los siguientes:

- 1.- Silicato de magnesio (MAGNESIL)
- 2.- Silicato de Calcio (SILICAL)
- 3.- Abono Edáfico de Maíz Inicio (22-17-13-2-3)
- 4.- Urea (46% N)
- 5.- Abono Foliar Nutrivant Starter
- 6.- Abono Foliar Nutrivant Peak
- 7.- Abono Foliar Menorel Super

3.3 Materiales y Herramientas

Los Materiales y Herramientas empleados para llevar a cabo el presente experimento se detallan a continuación:

- Semilla de Maíz Híbrido Agri-104[®]
- Abono Edáfico Silicato de Magnesio
- Abono Edáfico Silicato de Calcio
- Abono Edáfico Maíz Inicio Mezcla Física
- Urea
- Insecticida Saddler[®] (Thiodicarb 360 EC) para el tratamiento de la semilla
- Abono Foliar Nutrivant Starter
- Abono Foliar Nutrivant Peak
- Abono Foliar Menorel Super
- Insecticida Kuik (Metomyl 90% PS)
- Herbicida ATRADEL[®] (Atrazina 80% PS) para el tratamiento en pre-emergencia de las malezas.
- Herbicida GLIFOSATO (Glifosato 480 EC) para el control de malezas en post-emergencia.
- Herbicida HERVAX (Paraquat 200gr/lit) para el control de malezas en post-emergencia.

- Balanza mecánica para pesaje de los abonos tanto edáficos como foliares y de la urea.
- Balanza electrónica para pesaje de los resultados.
- Espeques para la siembra del maíz
- Cinta métrica para definir el tamaño de las unidades experimentales.
- Balizas para delimitar el área de cada una de las unidades experimentales.
- Piolas empleadas para la siembra
- Bomba de Motor marca Nuvola, para realizar el control de malezas en Pre-emergencia del maíz.
- Bomba de Mochila de 20 litros con sus diferentes boquillas para realizar las aplicaciones de los abonos foliares y el control de plagas, así como también el control de malezas en Post-emergencia o fumigación calle a calle.
- Tanque para preparar las mezclas de los diferentes productos.
- Medidor de Humedad de Granos Marca Agra-Tronix modelo MT-16

3.4 METODOLOGIA

Para el presente experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con ocho Tratamientos, un Testigo y tres Repeticiones, lo que da un total de 27 Unidades Experimentales (UE) las mismas que tienen las siguientes medidas, 5 metros de fondo por 6 metros de ancho (30 metros cuadrados) con un total de 810 metros cuadrados útiles destinados para el ensayo. Para determinar las diferencias entre las medias se emplearon las pruebas de normalidad y dependiendo del resultado se realizó las pruebas paramétricas o no paramétricas. En el caso de las paramétricas se emplea un análisis de ANOVA con un nivel de significancia al 0,05.

Las características de las UE se detallan a continuación:

Tamaño útil:	6m x 5m (30 metros cuadrados)
Distancia de siembra:	0,23m x 0,8m (55000plantas/Ha)
Número de Plantas/UE:	165 plantas
Número de Hileras/UE:	7 Hileras
Número de plantas/Hilera:	3 Hileras de 23 plantas y 4 Hileras de 24 plantas.

3.5 Siembra y Aplicación de Fertilizantes

La siembra se la realizó el día 31 de Enero del 2013, para lo cual se empleó el Híbrido Agri-104 importado y distribuido para Ecuador por la empresa Interoc-Custer, la distancia de siembra fue de 0,23m x 0,8m lo que da una densidad poblacional de 55000 plantas/Ha, densidad recomendada por el fabricante de la semilla.

La siembra se la realizó de forma manual con espeques y empleando una piola para mantener rectas las hileras, depositando una semilla por sitio, se necesitó 0,45 kg de semilla por cada UE.

La aplicación de los fertilizantes edáficos se realizó también en forma manual, empleando las cantidades descritas para cada uno de los tratamientos en la tabla 12, en los días descritos en la misma.

TABLA 12.

APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EDÁFICOS, DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	T (TESTIGO)
1ª Fertilización Edáfica (5º DDS)									
MAIZ INICIO (22 – 17 – 13 – 2- 3)	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha
SILICAL (Si y Ca)	50 Kg/Ha	50 Kg/Ha	50 Kg/Ha	50 Kg/Ha					
MAGNESIL (Si y Mg)					50Kg/ha	50 Kg/Ha	50 Kg/Ha	50 Kg/Ha	
2ª Fertilización Edáfica (15 DDS)									
UREA (46% N)	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha
3ª Fertilización Edáfica (30 DDS)									
UREA (46% N)	150 Kg/Ha		150 Kg/Ha		150 Kg/Ha		150 Kg/Ha		150 Kg/Ha

Así también la aplicación de los fertilizantes foliares se realizó con la ayuda de una bomba de mochila y empleando las dosis descritas para cada uno de los tratamientos y en la época indicada como se muestra en la Tabla 13.

TABLA 13.
FERTILIZACIÓN FOLIAR, DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	T (TESTIGO)
1ª Fertilización Foliar (15 DDS)					
NUTRIVANT STARTER	2kg/ha	2kg/ha	2kg/ha	2kg/ha	
FERTILIZANTE FOLIAR (Macro y Micro)					1Kg/Ha
2ª Fertilización Foliar (25 DDS)					
NUTRIVANT PEAK	1kg/ha	2kg/ha	1kg/ha	2kg/ha	
3ª Fertilización Foliar (50 DDS)					
NUTRIVANT PEAK	1kg/ha		1kg/ha		

3.6 Parámetros en Estudio

3.6.1 Variables Agronómicas

Las Variables Agronómicas se evaluaron mediante la toma de datos semanales, se escogieron 5 plantas por UE, las

mismas que fueron evaluadas durante cada semana y para cada uno de las Variables Agronómicas.

- Germinación, a los seis días después de la siembra se contó el número total de plantas de maíz germinadas en cada una de las UE, y en base a la población teórica de cada una de ellas se determinó el porcentaje de Germinación.
- Altura de Planta, semanalmente se evaluó y apuntó la altura de planta desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja.
- Número de Hojas, semanalmente se contó el número de hojas verdaderas totales que poseía la planta.
- Distancia entre nudos, variable también evaluada semanalmente, la cual se realizaba midiendo la distancia entre los nudos, para cada una de las semanas siempre se escogieron los mismos nudos para ser evaluados.

- Diámetro del tallo, variable evaluada semanalmente, para lo cual se contaba con la ayuda de un calibrador para tomar una medida exacta del grosor de la caña.

3.6.2 Variables Productivas

Las variables productivas se evaluaron durante la época de floración y cosecha, las mismas que fueron:

- Días a la Floración, esta variable se dividió en dos, ya que se evaluó los días a la floración femenina y los días a la floración masculina, se determinó el día una vez que habían emergido más del 50% de la floración.
- Tamaño de la panícula, una vez que todas las plantas hayan emitido su panícula se procedió a realizar la medición del tamaño de la misma, esta evaluación y las demás de las variables productivas se las realizó en las mismas 5 plantas ya seleccionadas para la toma de datos en cada una de UE.

- Días a la cosecha, dentro de esta variable, ya que todas las UE fueron cosechadas a los 148 días, se procedió a evaluar el % de humedad para cada una de las UE.
- Tamaño de la mazorca, una vez cosechado el maíz de cada una de las UE se midieron las mazorcas de las mismas 5 plantas evaluadas para todas las variables.
- Número de Hileras por mazorca, de cada una de las 5 mazorcas evaluadas se procedió a contar el número de hileras que tenía.
- Peso de 100 granos, del total de la producción de cada una de las UE se escogieron 100 granos de maíz completamente al azar y se tomo el peso.
- Rendimiento por Unidad de Producción, una vez realizada la cosecha se pesó la producción de cada una de las UE, determinando así su producción real el mismo dato se lo emplea para obtener la producción por Ha.
-

3.6.3 Variables Sanitarias

Estas variables se evaluaron durante todo el ciclo del cultivo.

- Presencia de Insectos, se evaluó semanalmente la presencia de insectos plagas en cada una de las UE.

- Presencia de Enfermedades Fungosas, Bacterianas y Viróticas, se evaluó semanalmente la presencia de enfermedades tanto fungosas, bacterianas o viróticas, para determinar si existía mayor incidencia sobre alguna UE en concreto.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en las evaluaciones muestrales de las 27 UE mostraron los siguientes resultados.

VARIABLES AGRONÓMICAS

La Figura 3, muestra los promedios de los porcentajes de germinación para cada una de estas unidades experimentales.

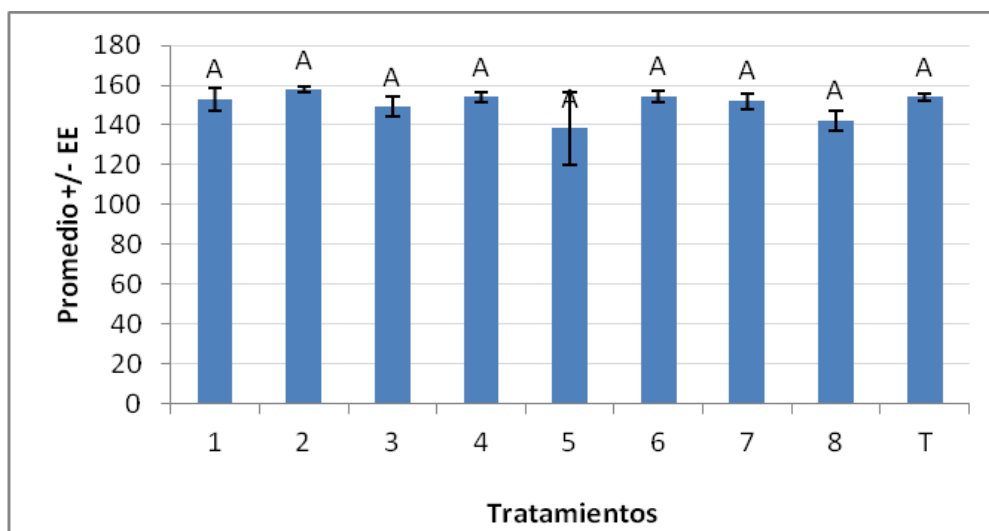


FIGURA 4.1 PROMEDIO DE LOS PORCENTAJES DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104[®], UTILIZADO PARA EL PRESENTE ENSAYO EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

Al analizar el porcentaje promedio de germinación (Figura 3), se evidencia que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), entre los tratamientos evaluados.

Las figuras 4, 5, 6 y 7 muestran los datos obtenidos al final del ensayo, para los parámetros Altura de planta, Número de hojas, Distancia entre nudos y Diámetro de caña, respectivamente.

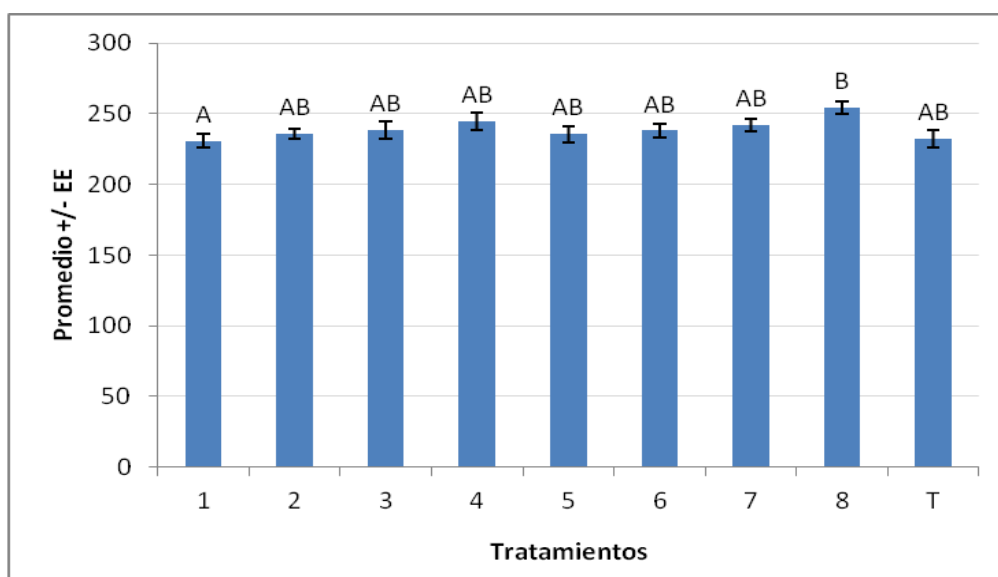


FIGURA 4.2 PROMEDIO DE ALTURA DE PLANTA DEL MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

La comparación entre los valores promedios de Altura de planta al final del ensayo (Figura 4) puso de manifiesto diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, siendo el tratamiento 8 el de mayor promedio (254,13) en contraste con el de menor promedio que fue el tratamiento 1 (230,80).

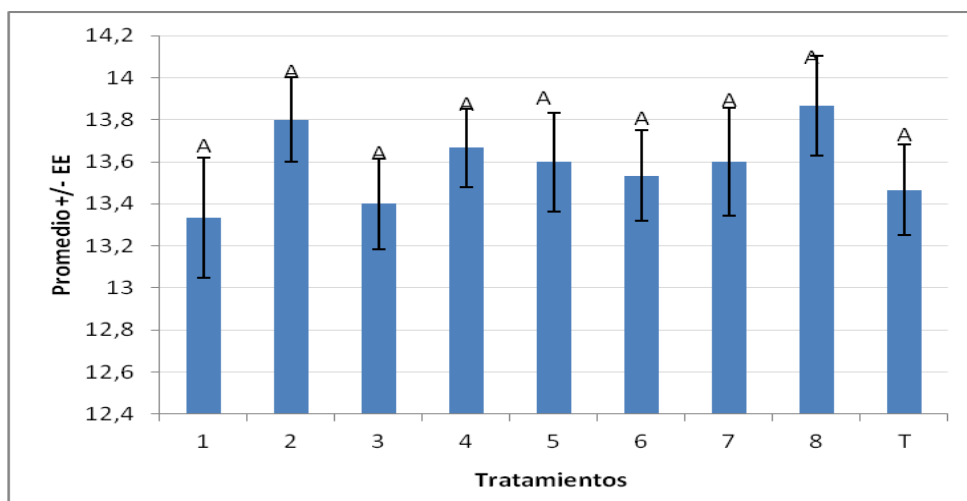


FIGURA 4.3 PROMEDIO DE NÚMERO DE HOJAS DEL MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

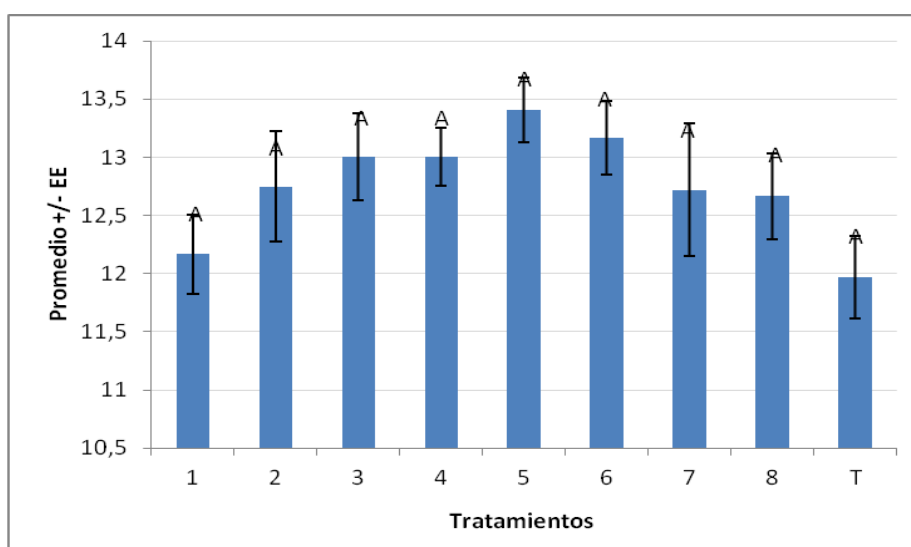


FIGURA 4.4 PROMEDIO DE DISTANCIA ENTRE NUDOS DEL MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

Al analizar los promedios del Número de Hojas al final del ensayo (Figura 5) y de los promedios de Distancia entre nudos al final del ensayo (Figura 6), se evidencia que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos estudiados.

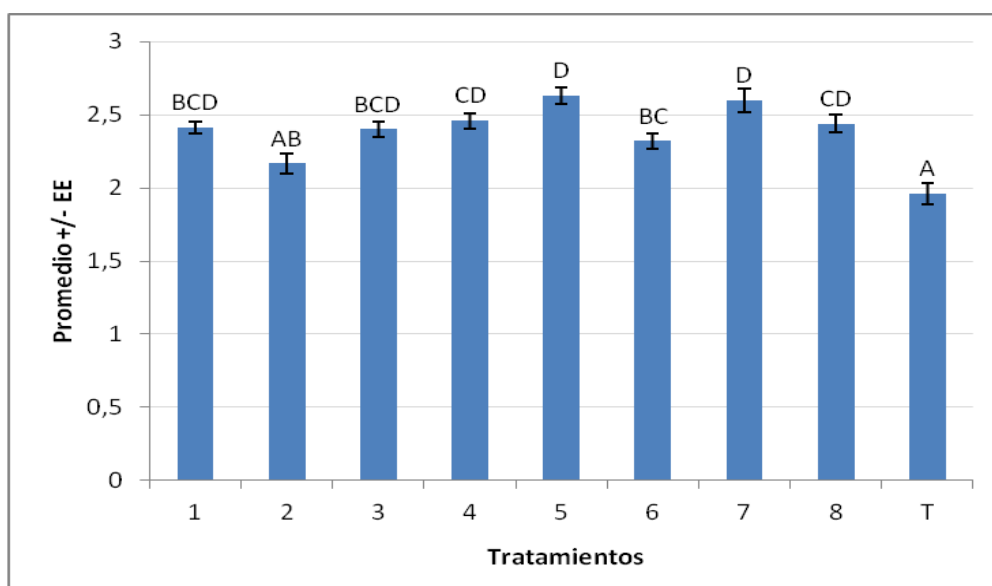


FIGURA 4.5 PROMEDIO DE DIÁMETRO DEL TALLO DEL MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

Al comparar los promedios de diámetro del tallo (Figura 7), puede observarse un comportamiento estadístico similar entre los tratamiento 5 (2,63 cm) y 7 (2,6 cm), los mismos que variaron significativamente ($p \leq 0,05$) con los tratamientos restantes, siendo así el tratamiento T

(Testigo) el que obtuvo el menor promedio de diámetro de tallo al final del ensayo (1,96 cm).

Tal y como manifiesta INPOFOS, (1997) “uno de los síntomas de deficiencia de nitrógeno es plantas pequeñas y crecimiento lento en el caso del fosforo la primera señal de falta de P es una planta pequeña y las plantas con deficiencia de K crecen lentamente”, razón por la cual vemos una diferencia entre los tratamientos que contenían Silicato de Magnesio y los otros tratamientos, aunque todos tenían la misma dosis edáfica de fertilización el Silicato de Magnesio en este caso sirvió como buffer. Una tendencia similar se muestra para el parámetro de diámetro de tallo.

VARIABLES PRODUCTIVAS

Las Figuras 8 y 9 muestran los días a floración masculina y femenina respectivamente.

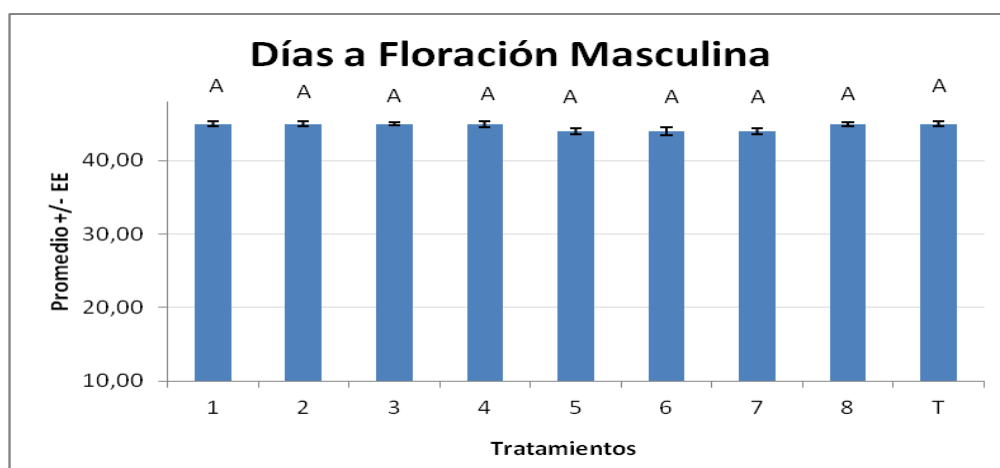


FIGURA 4.6 PROMEDIO DE DÍAS A FLORACIÓN MASCULINA EN MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

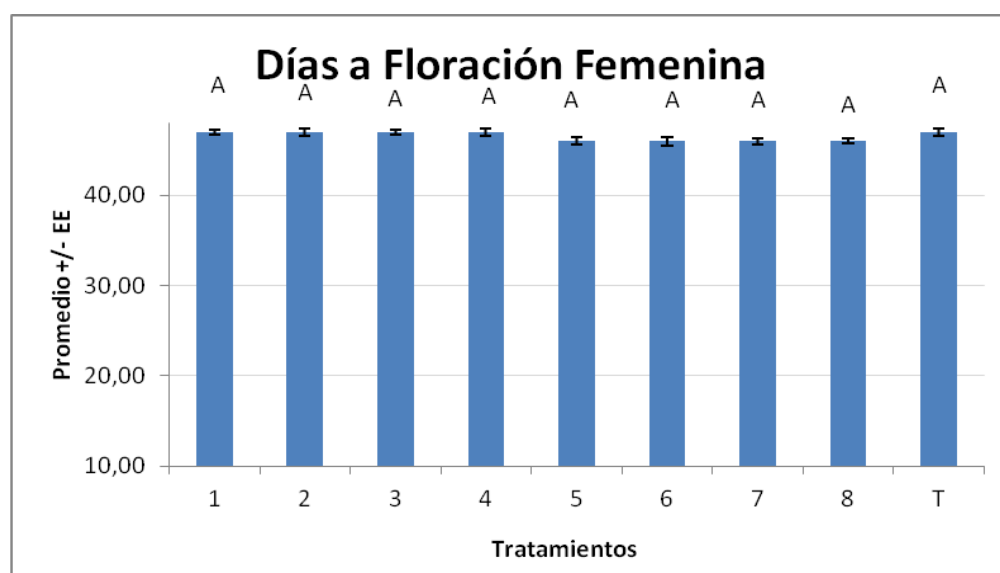


FIGURA 4.7 PROMEDIO DE DÍAS A FLORACIÓN FEMENINA EN MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

Al comparar los resultados obtenidos del promedio de los días a floración masculina (Figura 8) y el promedio de los días a floración femenina (Figura 9), se puede observar una tendencia estadística similar entre los tratamientos, los mismos que no difieren significativamente ($p \leq 0,05$).

Las Figuras 10 y 11 muestran los datos obtenidos para el número de hileras por mazorca y el rendimiento por unidad de producción (UE), respectivamente.

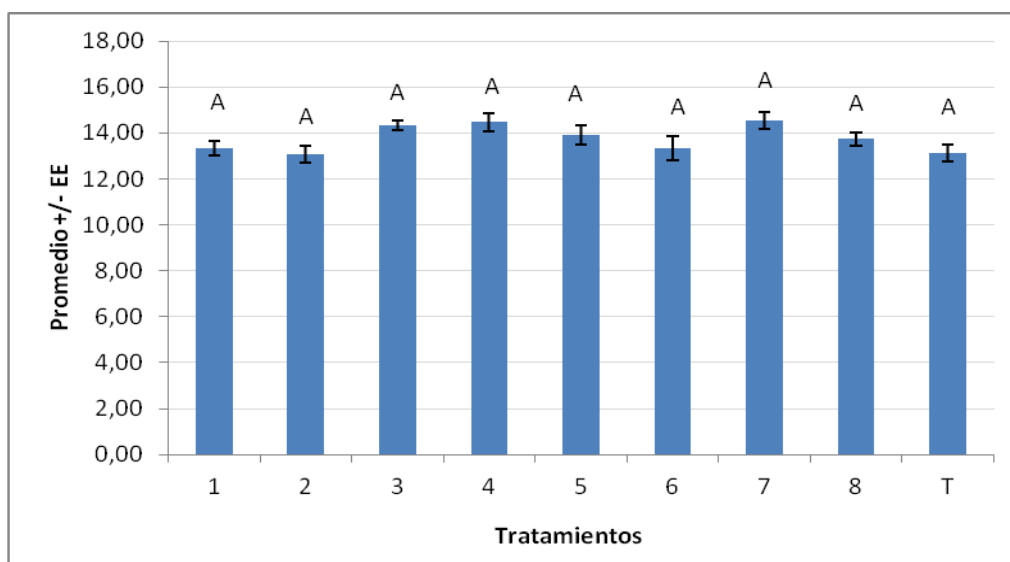


FIGURA 4.8 PROMEDIO DE NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA EN MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

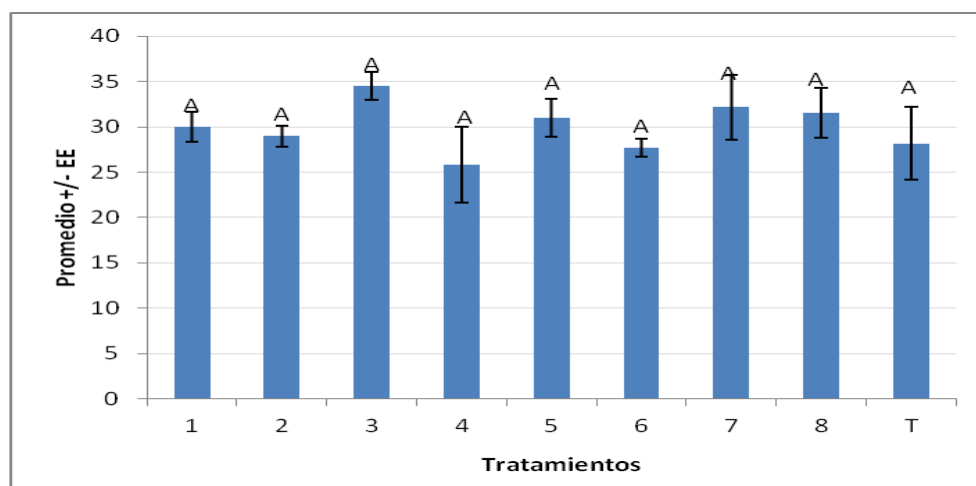


FIGURA 4.9 PROMEDIO DE RENDIMIENTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN (UE) EN MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS AL 5%.

Al analizar los promedios del número de hileras por mazorca (Figura 10) y del rendimiento por unidad de producción (UE) (Figura 11), se evidencia que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos estudiados.

VARIABLES SANITARIAS

Balzar es una zona con un bajo índice de incidencia de enfermedades debido a su clima, aún así existió una presencia de pequeñas manchas cloróticas sobre el haz de las hojas, se realizó el respectivo análisis en el laboratorio para determinar el agente patógeno dando

como resultado a *Curvularia* spp., determinando además que dicha enfermedad no causaba daño económico por su baja incidencia, dicho análisis se encuentra como anexo al presente ensayo.

CURVAS DE ASIMILACIÓN

Las figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 muestran las curvas de asimilación de N, P, K, Ca, Mg, S, respectivamente, en el cultivo de maíz para la variedad AGRI-104® en la zona de Balzar, Prov. del Guayas.

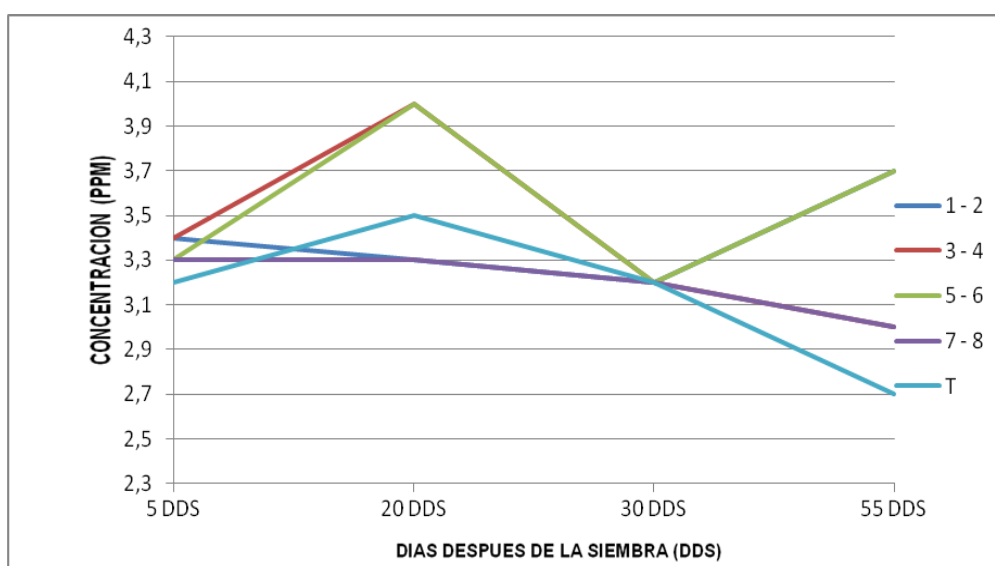


FIGURA 4.10 CURVA DE ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® DURANTE EL CICLO DE CULTIVO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ANÁLISIS FOLIAR DESPUÉS DE CADA APLICACIÓN FOLIAR.

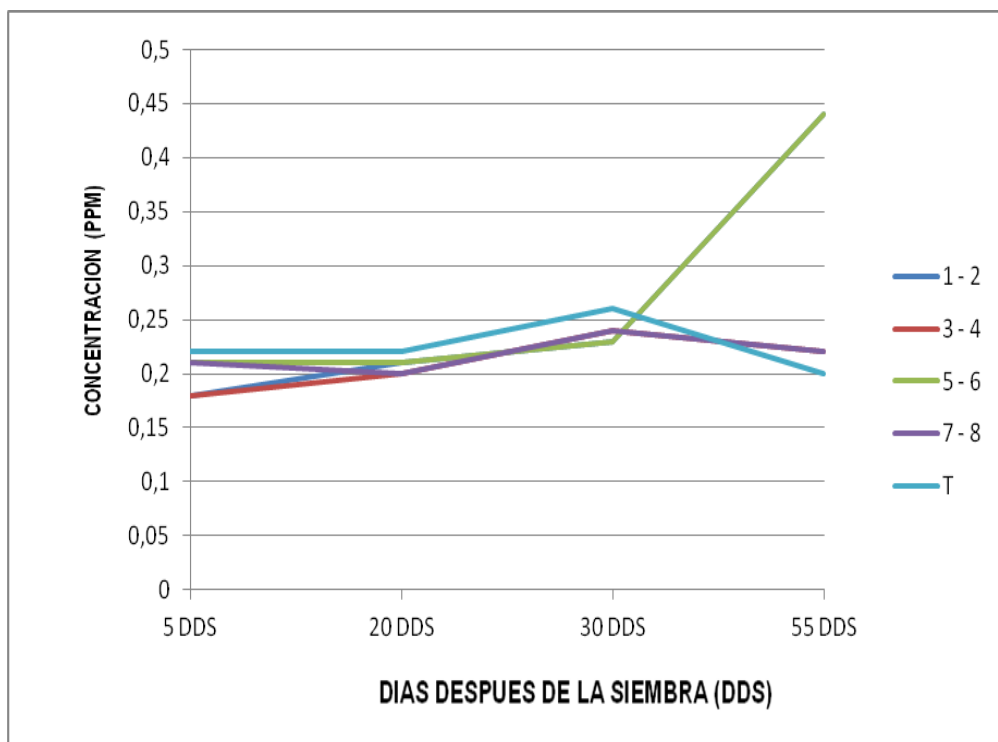


FIGURA 4.11 CURVA DE ASIMILACIÓN DE FÓSFORO EN EL CULTIVO DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® DURANTE EL CICLO DE CULTIVO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ANÁLISIS FOLIAR DESPUÉS DE CADA APLICACIÓN FOLIAR.

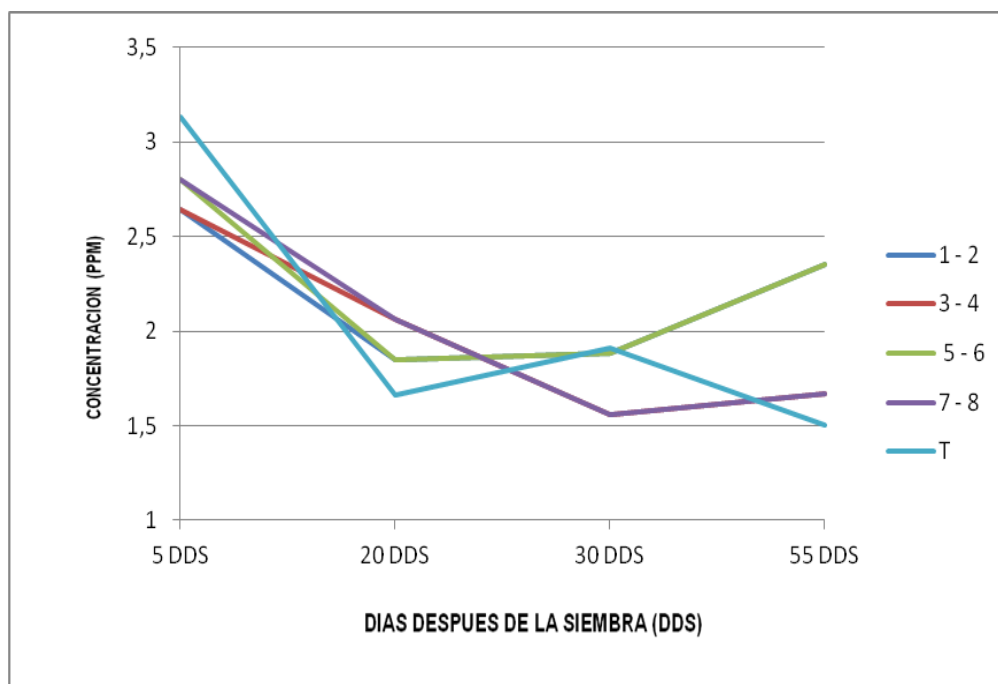


FIGURA 4.12 CURVA DE ASIMILACIÓN DE POTASIO EN EL CULTIVO DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® DURANTE EL CICLO DE CULTIVO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ANÁLISIS FOLIAR DESPUÉS DE CADA APLICACIÓN FOLIAR.

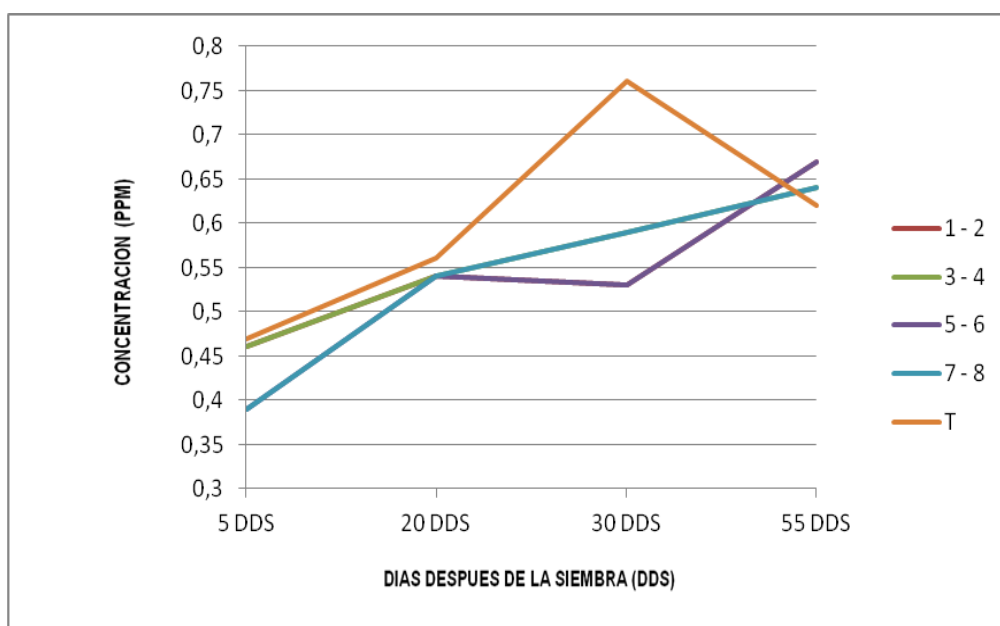


FIGURA 4.13 CURVA DE ASIMILACIÓN DE CALCIO EN EL CULTIVO DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® DURANTE EL CICLO DE CULTIVO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ANÁLISIS FOLIAR DESPUÉS DE CADA APLICACIÓN FOLIAR.

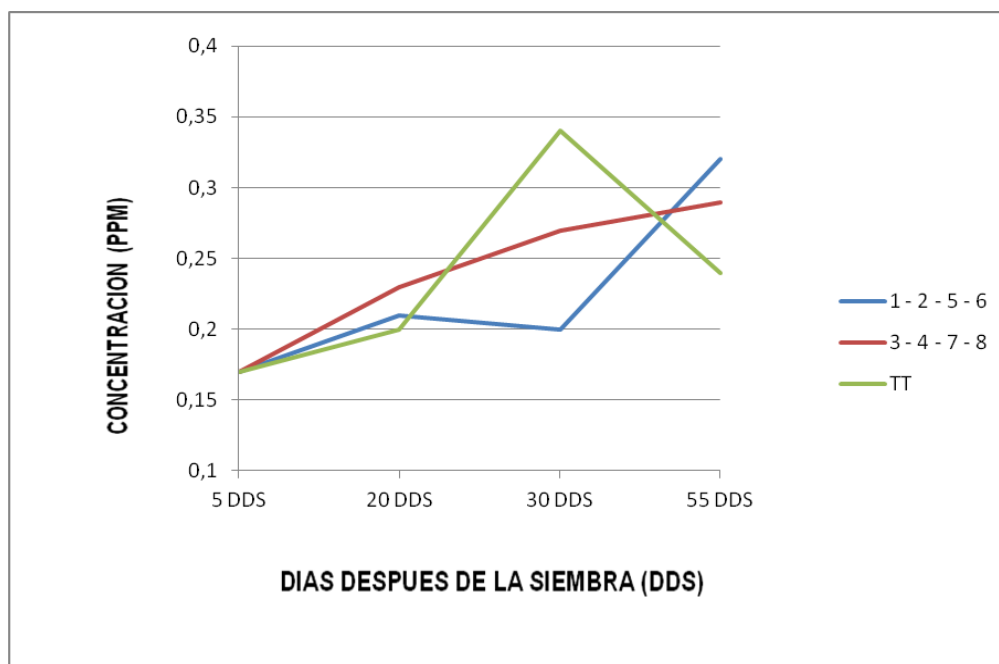


FIGURA 4.14 CURVA DE ASIMILACIÓN DE MAGNESIO EN EL CULTIVO DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104[®] DURANTE EL CICLO DE CULTIVO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ANÁLISIS FOLIAR DESPUÉS DE CADA APLICACIÓN FOLIAR.

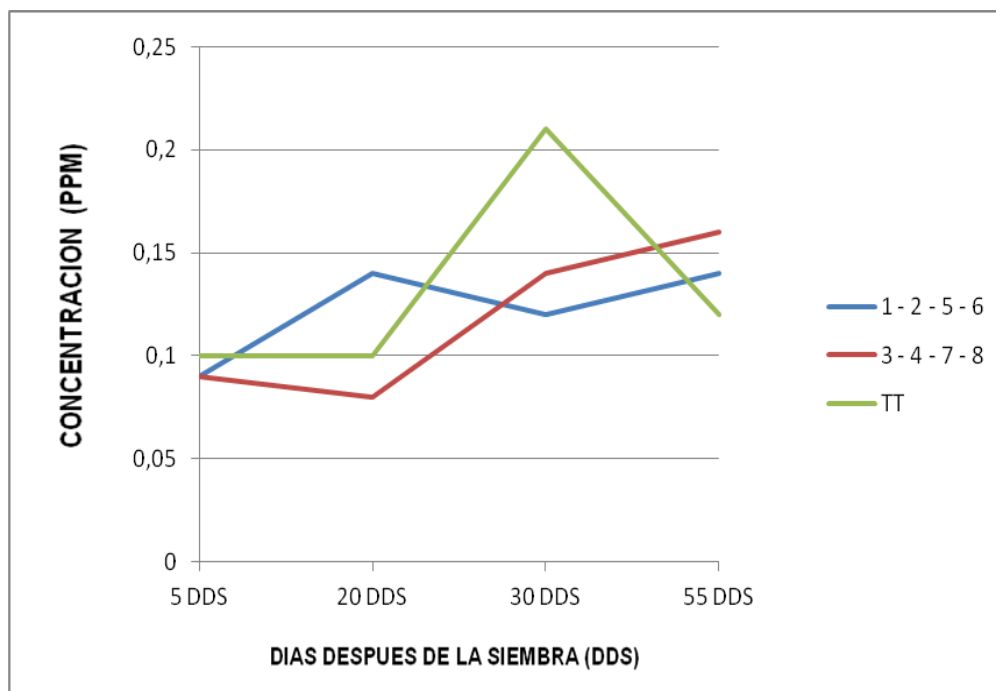


FIGURA 4.15 CURVA DE ASIMILACIÓN DE AZUFRE EN EL CULTIVO DE MAÍZ VARIEDAD AGRI-104® DURANTE EL CICLO DE CULTIVO, EN LA ZONA DE BALZAR, PROV. DEL GUAYAS. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ANÁLISIS FOLIAR DESPUÉS DE CADA APLICACIÓN FOLIAR.

Al analizar los resultados obtenidos en las curvas de asimilación del Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre (figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17) a partir de los análisis foliares realizados, se puede observar que la planta de maíz aprovecha en gran parte los elementos proporcionados mediante aplicaciones foliares, con lo que se consigue una mejor respuesta de las plantas a condiciones de estrés (Yuncaí et al, 2008). También se observa en los análisis obtenidos que la planta de

maíz aún es capaz de asimilar las aplicaciones foliares realizadas el día 50 después de la siembra.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS PAQUETES DE FERTILIZACION UTILIZADOS.

Para realizar el análisis económico de los paquetes empleados se recurrió a la metodología del “Presupuesto parcial” según el CIMMYT, (1998), mediante el cual solo se analiza los costos variables de cada uno de los tratamientos tales como insumos, mano de obra, etc.

TABLA 14.
PRESUPUESTO PARCIAL PARA CADA UNO DE LOS
TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.

	1	2	3	4	5
Rendimiento Neto (qq/Ha)	100	96,67	115	86,11	103,33
Rendimiento Ajustado (-5%)	95,00	91,84	109,25	81,80	98,16
Beneficio Neto por venta (\$/Ha)	1406,00	1359,18	1616,90	1210,71	1452,82
Costo de Fertilizantes edáficos (\$/Ha)	110,5	28	110,5	28	114,5
Costo de Fertilizantes Foliares (\$/Ha)	30	30	30	30	30
Costo de Mano de Obra (\$/Ha)	80	50	60	30	80
Total de Costos Variables	220,5	108	200,5	88	224,5
Beneficio Neto	1185,50	1251,18	1416,40	1122,71	1228,32

	6	7	8	T
Rendimiento Neto (qq/Ha)	92,22	107,22	105	93,89

Rendimiento Ajustado (-5%)	87,61	101,86	99,75	89,20
Beneficio Neto por venta (\$/Ha)	1296,61	1507,51	1476,30	1320,09
Costo de Fertilizantes edáficos (\$/Ha)	32	114,5	32	82,5
Costo de Fertilizantes Foliares (\$/Ha)	30	30	30	4
Costo de Mano de Obra (\$/Ha)	50	60	30	30
Total de Costos Variables	112	204,5	92	116,5
Beneficio Neto	1184,61	1303,01	1384,30	1203,59

TABLA 15.

**TABLA DE DOMINANCIA DEL PRESUPUESTO PARCIAL PARA
CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ENSAYO.**

TRATAMIENTO	TOTAL COSTO VARIABLE (\$/Ha)	BENEFICIO NETO (\$/Ha)	
4	88	1122,71	
8	92	1384,3	
2	108	1251,18	D
6	112	1184,61	D
T	116,5	1203,59	D
3	200,5	1416,4	
7	204,5	1303,01	D
1	220,5	1185,5	D
5	224,5	1228,32	D

Para el análisis se eliminan los tratamientos 2, 6, T, 1, 5 y 7 por ser los que menor beneficio neto tienen y mayor costo variable, según la metodología empleada son los que no convienen ya que son los tratamientos que más dinero hay que invertir y menos rentabilidad se tiene.

De la misma tabla de dominancia se muestra que los mejores tratamientos son el 4, 8 y 3.

TABLA 16.
CÁLCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA LOS
MEJORES TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Costo Variable	Costos marginales	Beneficio neto	B. Marginales	Tasa de Retorno Marginal (%)
4	88	4	1122,71	261,59	6539,75
8	92	108,5	1384,3	32,1	29,59
3	200,5		1416,4		

La tabla 16, muestra la tasa de retorno marginal entre los mejores tratamientos, la misma que indica que el tratamiento 8 tiene la mejor tasa de retorno marginal (6539,75%), lo mismo que quiere decir que por cada dólar invertido de más con respecto al tratamiento anterior, el agricultor recuperará su dólar y obtendrá un ingreso adicional de 65,4 dólares adicionales.

TRANSFERENCIA DE RESULTADOS A LOS AGRICULTORES

Para dar cumplimiento con el último de los objetivos que es la transferencia de resultados obtenidos a los agricultores de la zona, contribuyendo así con su capacitación, al finalizar el trabajo de campo, se convocó una charla con los agricultores del recinto Linda Unión – Platanales, el listado de las personas asistentes se muestran como dato Anexo. Durante la charla se realizó una presentación en diapositivas y luego una visita a las UE.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la valoración de las características agronómicas, se estableció similar tendencia, sin diferencias estadística ($p \leq 0,05$), para la mayoría de los parámetros evaluados. La excepción de las variables fue altura de planta y diámetro de tallo; en altura de planta el tratamiento 8 obtuvo un mayor crecimiento y en cuanto al diámetro de tallo los tratamientos 5 y 7 obtuvieron mayor grosor. Los paquetes edáficos y foliares evaluados, sobre las características de producción, demostraron resultados sin diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$).
- En cuanto a la contribución de los paquetes edáficos y foliares sobre los aspectos sanitarios, durante el crecimiento del cultivo, no se estableció diferencia entre tratamientos. Si bien se

- conoce, que la utilización de silicio favorece los mecanismos de defensa de las plantas, también es conveniente acotar que el clima de Balzar, hace que la zona no sea muy propensa a ataques de enfermedades.
- En cuanto a la curva de absorción del cultivo, del presente estudio se obtiene una importante conclusión, y es que la planta de maíz continúa absorbiendo nutrientes 50 días después de la siembra, aún después de la floración femenina.
- Analizando económicamente los paquetes de fertilización empleados, el paquete 8 obtuvo la mejor tasa de retorno marginal.
- Mediante la socialización y transferencia de resultados de este proyecto, los agricultores de la zona, conocieron y verificaron la importancia del uso de fertilizantes edáficos completos junto con la aplicación de los Silicatos tanto de Calcio como de Magnesio.

Las recomendaciones a partir del presente trabajo son:

- Realizar trabajos para la valoración de materiales genéticos (variedades y/o híbridos), a nivel de las zonas maiceras del Ecuador para potencializar su uso y productividad de acuerdo a parámetros de suelo y clima.

- Desarrollar trabajos para la valoración de variedades y/o híbridos, versus paquetes tecnológicos, apropiados para la zona de Balzar, en relación a sus características propias de la zona.

ANEXOS

ANEXO A. FOTOS DEL ENSAYO



Figura 18. Extracción Muestra para análisis de suelo



Figura 19. Fertilización edáfica del ensayo



Figura 20. Aplicación de Fertilizante Foliar en el ensayo



Figura 21. Toma de Datos de variables agronómicas



Figura 22. Toma de datos de variables productivas

ANEXO B

LISTADO DE AGRICULTORES PRESENTES EN LA SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Nombre	Cédula
Edhison Cabrera Solis	0923339121
Leonardo Olea Chancay	0928092626
Pedro Zamora Vasquez	0924565310
Byron Aguayo Zambrano	0929577088
Jefferson Avila Clemente	0924046170
Carlos Velásquez Cedeño	0925426231
Alberto Troncoso Correa	0921471827
Galo Medina Correa	0909728081
Adalid Arreaga Correa	0919882142
Amelia Correa	0912339819
Florencio Arreaga	0912340577
Esperanza Zambrano	0913470746
Jorge Correa	0908577661
Anabel Changoluisa	0914379235
Marela Cabrera	0912695566
Sara Correa	0982523058
Juan Alcivar	1301472046

ANEXO C. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE ENFERMEDADES



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN AGROPECUARIA

INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Tipo de análisis : Fitopatológico
Fecha de ingreso : Abril 03-2013
Remitente : Christian Hurtado
Dirección : Balzar
Factura : 1277
Cultivo : Maíz
Parte analizada : Hojas

Síntomas:

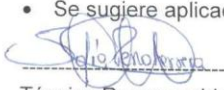
Follaje con lesiones cloróticas, color café de forma circular y ovalada. Márgenes rojizos con áreas necróticas rodeadas de halo clorótico, ligeramente hundidas, estas estaban distribuidas en el haz de la hoja.

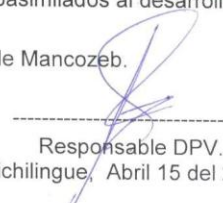
Diagnóstico:

De cultivo *in vitro*, se aisló el hongo del genero *Curvularia*, *Penicillium* y *Fusarium* spp.

Recomendaciones:

- Por lo general la enfermedad se presenta en las plantas sin causar daño económico. Existen genotipos tolerantes a este factor adverso de origen biótico.
- Las prácticas de manejo para *Curvularia* spp., son escasas debido a su baja importancia como principal patógeno del cultivo. Este organismo necrotrófico puede provocar daños significativos en el maíz ya que causa un mal funcionamiento y destrucción de los tejidos fotosintéticos debido al aumento del número de lesiones, lo que limita la intersección de la radiación solar y la translocación de fotoasimilados al desarrollo del grano.
- Se sugiere aplicaciones de producto a base de Mancozeb.


Técnico Responsable


Responsable DPV.
Pichilingue, Abril 15 del 2013



DPTO. DE PROTECCION VEGETAL
KM. 5 VIA QUEVEDO TELF. (593) 05-1509567
Email: proteveg@hotmail.com Apartado Postal 12-02-24
Km. 5 de la vía Quevedo – El Empalme, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos
Telfs.: 2 750956 (fax) -783138
Correo Electrónico: pichilingue@iniap.gob.ec - sitio web: www.iniap.gob.ec
Apartado Postal: 12-02-24
Quevedo, Ecuador


Patria!

ANEXO D. ANÁLISIS DE SUELO

 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018
--	--

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Hurtado Luna Christian Sr. Dirección : Ciudad : Balzar Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Rancho Verónica Provincia : Guayas Cantón : Balzar Parroquia : Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Maíz N° Reporte : 003329 Fecha de Muestreo : 31/01/2013 Fecha de Ingreso : 31/01/2013 Fecha de Salida : 22/02/2013
---	--	---

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
66069	Lote 1		5,7 MeAc	11 B	4 B	0,24 M	12 A	4,0 A	10 M	1,6 B	4,1 A	98 A	13,8 M	0,17 B
66070	Lote 2		5,5 Ac RC	12 B	3 B	0,27 M	11 A	3,1 A	7 B	1,3 B	2,5 M	81 A	14,2 M	0,15 B
66071	Lote 3		6,0 MeAc	11 B	2 B	0,19 B	12 A	3,2 A	5 B	2,4 M	5,7 A	93 A	10,0 M	0,14 B



INTERPRETACION				Elementos: de N a B		
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LA = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAc = Media. Alcalino		M = Medio		
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	A = Alcalino		A = Alto		

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
S	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	B,S	

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Hurtado Luna Christian Sr.
Dirección :
Ciudad : Balzar
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Rancho Verónica
Provincia : Guayas
Cantón : Balzar
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual : Maíz
Nº de Reporte : 003329
Fecha de Muestreo : 31/01/2013
Fecha de Ingreso : 31/01/2013
Fecha de Salida : 22/02/2013

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	C.E.	(%)		Ca	Mg		Ca+Mg		meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	Textura (%)		Clase Textural	
	Al+H	Al	Na			M.O.	Mg		K	K	Σ Bases	RAS				Cl	Arena		Limo Arcilla
66069				0,13 NS		2,7 B		3,0	16,67	66,67		16,24				25	34	41	Arcilloso Franco-Arcilloso Franco
66070				0,12 NS		1,0 B		3,5	11,48	52,22		14,37				31	30	39	
66071				0,18 NS		3,6 M		3,7	16,84	80,00		15,39				35	38	27	



INTERPRETACION				
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo M = Medio T = Tóxico	NS = No Salino LS = Lig. Salino	S = Salino MS = Muy Salino	B = Bajo M = Medio A = Alto	

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkey Black
Al+H	= Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,
por los meses, tiempo en el que se descomponen
los nutrientes en las raíces de las plantas

RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO D. ANÁLISIS FOLIARES

 ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018	REPORTE DE ANALISIS FOLIARES
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Hurtado Luna Cristhian Sr. Dirección : Ciudad : Balzar Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Rancho Verónica Provincia : Guayas Cantón : Balzar Parroquia : Ubicación :
PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo : MAIZ N° de Reporte : 003382 Fecha de Muestreo : 22/02/2013 Fecha de Ingreso : 22/02/2013 Fecha de Salida : 07/03/2013	

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		Datos de Elementos (%)										Datos de Elementos (ppm)					
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na		
49248	Muestra 1 Testigo		3,2 A	0,22 D	3,13 E	0,47 A	0,17 D	0,10 D		18 D	10 A	199 A	55 A	32 E				
49249	Muestra 2 Silicato de Calcio		3,4 A	0,18 D	2,64 A	0,46 A	0,17 D	0,09 D		16 D	9 A	184 A	40 A	30 E				
49250	Muestra 3 Silicato de Magnesio		3,3 A	0,21 D	2,80 A	0,39 A	0,17 D	0,09 D		17 D	10 A	215 A	41 A	31 E				




LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS


RESPONSABLE LABORATORIO

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Hurtado Luna Cristhian Sr.
Dirección :
Ciudad : Balzar
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Rancho Verónica
Provincia : Guayas
Cantón : Balzar
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo : MAIZ
N° de Reporte : 003400
Fecha de Muestreo : 07/03/2013
Fecha de Ingreso : 07/03/2013
Fecha de Salida : 21/03/2013

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)										(ppm)									
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na						
49291	Muestra 1 Testigo		3,5	A	0,22	D	1,66	D	0,56	A	0,20	A	0,10	D	14	D	8	A	52	A	22	A
49292	Muestra 2 Siliicato de Calcio (1 _{kg.})		4,0	A	0,21	D	1,85	A	0,54	A	0,21	A	0,14	D	18	D	9	A	108	A	53	A
49293	Muestra 3 Siliicato de Magnesio (2 _{kg.})		3,3	A	0,20	D	2,06	A	0,54	A	0,23	A	0,08	D	19	D	8	A	102	A	4	A



INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

X LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

[Firma]

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Hurtado Luna Crislian Sr.
 Dirección :
 Ciudad : Balzar
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Rancho Verónica
 Provincia : Guayas
 Cantón : Balzar
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo : MAIZ
 N° de Reporte : 003426
 Fecha de Muestreo : 25/03/2013
 Fecha de Ingreso : 25/03/2013
 Fecha de Salida : 08/04/2013

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)										(ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
49369	Muestra Testigo		3,2	0,26	1,91	0,76	0,34	0,21			13	151	47	21			
49370	Muestra Sin Tratamiento		3,5	0,24	1,56	0,59	0,27	0,14			17	133	45	23			
49371	Muestra Nutrivant PEAK		3,2	0,23	1,88	0,53	0,20	0,12			15	174	48	16			

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION
 D = Deficiente
 A = Adecuado
 E = Excesivo

KIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Hurtado Luna Cristhian Sr.
Dirección :
Ciudad : Balzar
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Rancho Verónica
Provincia : Guayas
Cantón : Balzar
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo : MAIZ
N° de Reporte : 003439
Fecha de Muestreo : 03/04/2013
Fecha de Ingreso : 03/04/2013
Fecha de Salida : 15/04/2013

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)								(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
49373	Muestra Sin Tratamiento		2,7	0,20	1,50	0,62	0,24	0,12		16	13	223	55	21			
49374	Tratamiento NUTRIVAN PEAK		3,7	0,44	2,35	0,67	0,29	0,16		26	10	223	39	23			
49375	Sin Tratamiento NUTRIVAN PEAK		3,0	0,22	1,67	0,64	0,32	0,14		23	9	467	53	16			



INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

La muestra será guardada en el Laboratorio,
por tres meses, tiempo en el que se aceptarán
reclamos en los resultados

38

XLIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

[Firma]

BIBLIOGRAFÍA

1.H.R. LAFITTE. 1993. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. México, D.F.: CIMMYT.

2.GARCIA, F. 2004. Fertilizers to sustain the production of 100 million tonnes of grain in Argentina Presented at the 6ª Conference “Fertilizantes Cono Sur” organized by British Sulphur Pub. – Punta del Este, Uruguay – 21-23.November 2004.

3.WILKES, H.G. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. Maydica, 30: 209-223.

4.SABORIO, F. 2002. Bioestimulantes en la fertilización foliar: Principios y Aplicaciones. Memorias Del Laboratorio de Suelos y Foliares. Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas. p. 250

5.GALINAT, W.C. 1988. The origin of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. Corn and corn improvement, 3rd ed., p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.

6.DOWSWELL, C.D., PALIWAL, R.L. & CANTRELL, R.P. 1996. Maize in the third world. Boulder, CO, USA, Westview Press.

7.EXCELAG, Corp, 2005. Nutritional Complex & Bio-Stimulants, pp 1-2.
<http://www.excelag.com/bio-stimulants.htm>

8.DUNJA M. B., 2000. Fertilización del cultivo maíz, FONAIAP DIVULGA No. 65.

9. ILTIS, H.H. & DOEBLEY, J. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). II. Subspecific categories in the *Zea mays* complex and a generic synopsis. *Am. J. Bot.*, 67: 994-1004.

10. BELOW, F.E. 1997. Growth and productivity of maize under nitrogen stress. In G.O. Edmeades, M. Bänziger, H.R. Mickelson & C.B. Peña-Valdivia, eds. *Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize. Proc. of a Symp.*, CIMMYT, El Batán, Mexico, 25-29 Mar. 1996. Mexico, DF, CIMMYT.

11. WARDLAW, I.F. 1993. Temperature effects on source-sink relationships: a review. In G. Kuo, ed. *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. Proc. Int. Symp.*, Taiwan, Province of China, 13-18 Aug. 1992. Taipei, Taiwan, Province of China, Asian Vegetable Research and Development Center.

12. INEC, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSO,
<http://www.inec.gob.ec/inec/>

13. FAO, FAOSTAT, División de Estadística de la FAO,
<http://faostat.fao.org/>

14. ALDRICH, R.A. & Leng, E.R. 1972. *Modern corn production*. Urbana, IL, USA, F & W Publishing.

15. MELGAR, R.J. 1989. Nitrogen utilization by annual crops in the central Amazon. Raleigh, NC, USA, North Carolina State University. (Ph.D.

dissertation)

16.LAFITTE, R.H. 1991. *CIMMYT training handout*, extracted from J.R. Landon. Mexico, DF, Brooker Agric. Int.

17. INPOFOS, 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Instituto de la Potasa y Fósforo. Quito, Ecuador.

18. YUNCAI HU., Z. BURUCS & U. SCHMIDHALTER. 2008. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. *Soil Sci. & Plant Nutr.* 54:133–141.

19. FERRARIS G. y L. COURETOT. 2007. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07. CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 116-122.