

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYZ) APLICANDO TRES
PRODUCTOS FOLIARES**

P O R:

RAMON ALEJANDRO GUERRERO CRUZ

T E S I S

Presentada a la

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

Como Requisito Previo a la Obtención del Título de

INGENIERO AGRONOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C, A,

DICIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*ZEA MAYZ*) APLICANDO TRES
PRODUCTOS FOLIARES**

Por:

RAMON ALEJANDRO GUERRERO CRUZ

MSC. ESMELYM PADILLA
Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso por estar a mi lado siempre en cada momento y en cada situación difícil que he pasado. Brindándome fortaleza, sabiduría y ayudándome a estar firme a pesar de toda dificultad permitiéndome cumplir mis metas y sueños.

A mi padre **Juan Ramón Guerrero Pavón** (QDDG) por su cariño, formación ética y moral y sobre todo por su apoyo incondicional es por eso la mayor razón de esfuerzo y sacrificio. Donde quiera que estés padre todo logro será para ti.

A mi madre bella **Eloidina Cruz** por ser lo más valioso que Dios me ha regalado y por su apoyo incondicional y sabios consejos.

A mi hermana **Victoria Guerrero** por ser parte de mi vida.

A mi alma mater **Universidad Nacional de Agricultura**, donde he crecido personal y profesionalmente.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	4
2.1 Generales.....	4
2.2 Específicos	4
III REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Origen e historia del maíz	5
3.2 Importancia del maíz en Honduras.....	6
3.3 Importancia del maíz en la alimentación humana	7
3.3.1 Seguridad alimentaria en Honduras	8
3.4 Mejoramiento genético.....	9
3.4.1 Híbridos de maíz	10
3.4.2 Antecedentes de investigaciones sobre híbridos de maíz.....	11
3.5 Labranza en el cultivo de maíz.....	12
3.6 Comportamiento del nitrógeno (N) en el suelo	13
3.6.1 Absorción del nitrógeno (N)	14
3.6.2 Fijación biológica del nitrógeno (N)	14
3.7 Comportamiento del fósforo (P) en el suelo	15
3.7.1 Absorción de fósforo (P) por las plantas	16
3.7.2 Pérdida de fósforo (P) del suelo	17
3.8 Comportamiento del potasio (K) en el suelo.....	17
3.8.1 Absorción de potasio (k) por las plantas	18
3.8.2 Proceso de pérdida del potasio (K) del suelo	18
3.9 Comportamiento del Magnesio (Mg) en el suelo.....	18
3.9.1 Absorción de magnesio (Mg) por las plantas	19
3.10 La absorción foliar	19
3.10.1 La fertilización foliar.....	20

3.10.2 Componentes y efecto de los fertilizantes foliares utilizados en el cultivo de maíz	23
IV MATERIALES Y METODOS	23
4.1 Descripción del sitio del ensayo	23
4.2 Materiales y equipo	23
4.3 Periodo de duración	24
4.4 Métodos	24
4.4.1 Diseño experimental y tratamientos	24
4.4.2 Dosis de los promotores de crecimiento	25
4.5 Manejo del experimento	25
4.5.1 Preparación del terreno	25
4.5.2 Siembra del maíz	26
4.5.3 Fertilización	26
4.5.4 Control de malezas	27
4.5.5 Aplicación de fungicidas	27
4.5.6 Cosecha del maíz	27
4.6 Variables a evaluar	28
4.6.1 Número de plantas germinadas	28
4.6.2 Días de floración masculina	28
4.6.3 Días de floración femenina	28
4.6.4 Altura de planta	28
4.6.5 Altura de mazorca	29
4.6.6 Acame de tallo	29
4.6.7 Acame de raíz	29
4.6.8 Longitud de mazorca	29
4.6.9 Diámetro de la mazorca	29
4.6.10 Hileras por mazorca	30
4.6.11 Granos por hilera	30
4.6.12 Índice de desgrane	30
4.6.13 Rendimiento	31
4.6.15 Análisis estadístico	31
V RESULTADOS Y DISCUSION	31
5.1. Días a floración masculina y femenina	32
5.2 Altura de planta y mazorca (m).	35
5.3 Longitud de mazorca	38

5.4 Hileras por mazorca	39
5.5 Granos por hilera.....	40
5.6 Rendimiento (kg ha ⁻¹).....	43
VI CONCLUSIONES.....	44
VII RECOMENDACIONES.....	45
VIII BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	54

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Descripcion de las aplicacones foliares.....	24
Cuadro 2.	Periodos de fertilizacion del cultivo de maiz.....	26
Cuadro 3.	Resultados promedios para las variables dias a floracion masculina y femenina según los tratamientos evaluados.....	32
Cuadro 4.	Resuktados promedios para las variables altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame de tallo y raiz según los tratamientos.....	35
Cuadro 5.	Resultados promedios para las variables diamentro de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera según el tratameinto.....	38
Cuadro 6.	Resultados promedio para la variable rendimiento (kg ha ⁻¹). según cada tratamiento.....	43
Cuadro 7.	analisis econiomicos relacion beneficio costo parcial por cada tratamiento.....	44

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Promedios de días a floración masculina y femenina.....	33
Figura 2. Promedios de altura de planta y altura mazorca para cada tratamiento.	36
Figura 3. Promedios de longitud de mazorca para cada tratamiento evaluado...	39
Figura 4. Datos promedios para número de hileras por mazorca.....	40
Figura 5. Promedios de granos por hilera para cada tratamiento.....	41
Figura 6. Promedio de la variable rendimiento.....	42

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número de plantas germinadas.....	51
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable floración femenina.....	51
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable floración masculina.....	51
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable altura planta.....	52
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	52
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable acame de tallo.....	52
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable acame de raíz.....	53
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca.....	53
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.....	53
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable hileras por mazorca.....	54
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable granos por hilera.....	54
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	54
Anexo 13. Descripción de los tratamientos evaluados, en el experimento representado.....	55

Guerrero cruz, R.A. 2013. Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*zea mayz*) aplicando tres productos foliares. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. 50p.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de tres productos foliares en el cultivo de maíz (*Zea mayz*). Se implementó un ensayo en la comunidad de San Francisco de Becerra, Juticalpa, Olancho. Entre los meses de junio a noviembre del 2013 coincidiendo con la época lluviosa de la zona. Se utilizó un diseño experimental completo al azar. Se establecieron tres repeticiones por tratamiento y parcela testigo para un total de 18 parcelas o unidades experimentales. El área total de cada parcela será de 64 m² para hacer un total de 1152 m². La parcela tendrá una longitud de 10 m y un total de ocho surcos de maíz distanciados a 0.80 m, de los cuales los cuatro surcos centrales constituirán la parcela útil descartando las posturas en los 0.5 m de los extremos en cada uno de ellos. Todos los tratamientos se fertilizarán a la siembra con FertiMAIZ en dosis de 324 kg/ha. Y se realizarán dos aplicaciones de 130 kg/ha de NITRO-XTEND en V6 y V10. Los tratamientos fueron evaluados con el híbrido DK-234, evaluando los tratamientos foliares SeedKing, RootKing, MoreKING. Las variables evaluadas fueron número de plantas germinadas, días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, número de granos por hilera y rendimiento de maíz. El híbrido DK-234 reflejó el menor tiempo de días a floración con el tratamiento T1 (54.3DDG), y reportando el mayor rendimiento 6589.95kg ha⁻¹ con el tratamiento T3.

palabras claves: FertiMAIZ, NITRO-XTEND, maíz, híbrido.

I INTRODUCCION

El maíz, es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras. El maíz se utiliza para consumo humano directo y para alimentar animales, ya sea directamente o en la formulación de concentrados.

(Garrido 2008). Manifiesta que la utilización de híbridos de maíz ha sido una innovación en la industria agrícola esto ha hecho posible aumentar la producción de maíz comparado con las variedades que utilizaban nuestros productores tradicionalmente, esto nos indica el impacto que ha tenido en la producción mundial la aparición de este tipo de cultivos, que ha hecho aumentar las utilidades por área de tierras cultivada en la actualidad (citado por Zuniga. 2012).

En la actualidad el cultivo de maíz tiene una alta demanda por ser el grano básico más Utilizado como alimento humano y animal, enfocándose principalmente en obtener altos rendimientos en menos tiempo debido al alto consumo de la población y la alta demanda de empresas que elaboran alimentos usando el maíz como materia prima. Es por eso que han surgido maíces genéticamente modificados y desde entonces se ha incrementado su producción sustancialmente desde su introducción en el comercio. (Silva. 2005).

Algo muy importante y que se debe tener claro respecto a la fertilización foliar que ésta es una herramienta complementaria de las aplicaciones al suelo y no puede reemplazarlas. Con un efecto temporal, en muchos casos se convierte en la única posibilidad de solución o la más efectiva ante la deficiencia de un nutriente que está limitando el desarrollo de una planta. (Callejas, 2007; Walker, 2007).

II OBJETIVOS

2.1 Generales

Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento del maíz como respuesta a la aplicación de tres productos foliares.

2.2 Específicos

Identificar cuál de los tres programas de fertilización foliar da mejores rendimientos en el cultivo de maíz.

Evaluar las características agronómicas de los cultivares (número de plantas germinadas, altura de planta, peso de mazorca, mazorcas por planta, días a floración femenina y masculina) según el efecto de los diferentes fertilizantes foliares.

Determinar el rendimiento del maíz cuando se aplica cada programa de fertilización individualmente.

III REVICION DE LITERATURA

3.1 Origen e historia del maíz

El origen de esta importante planta no es de un todo acertado ya que tiene varios lugares de donde puede haber surgido. Según estudios y la evidencia científica, identifican a México como el lugar más probable de origen o a Guatemala como segunda opción. (Silva, 2005).

Otras investigaciones coinciden en afirmar que el maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron hacia otros sitios de América. Por otro lado, la evidencia más antigua sobre la domesticación del maíz proviene de sitios arqueológicos de México, donde se encontraron tucas con edad de aproximadamente 7.000 años. Este dato coincide con el dato generalmente aceptado para el origen de la agricultura, tanto en el viejo como en el nuevo mundo entre 8.000 y 10.000 años, (Dowswell, *et al.* 1996).

El consumo de maíz a nivel mundial se ha incrementado a una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 3.2% durante el periodo de 2005 a 2008. Mientras que el consumo promedio mundial en los años 2007 y 2008 fue de 771.7 millones de toneladas, se espera que para el 2009 el consumo de este grano se incremente en 2.5% respecto a 2008, al pasar de 773.7 millones de toneladas a 792.7 millones. (Reyes, 2009)

En el mundo se cosechan cerca de 160 millones de hectáreas de maíz, siendo los EE.UU. los que tienen una mayor participación (21%), seguido de China (20%), Brasil (8%), India y Unión Europea (5% cada uno) y México (4%).

3.2 Importancia del maíz en Honduras

El maíz, es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras. Ya que es considerado como la base del alimento de los hondureños, y debido a su alta demanda cada año los agricultores se esfuerzan por suplir las necesidades del pueblo. (Zuniga, 2012).

La producción de maíz tiene una estacionalidad muy marcada en nuestro país. La mitad de la cosecha se obtiene de octubre a diciembre. Esta estacionalidad contribuye a que los precios tengan grandes variaciones durante el año. Con una relación inversamente proporcional a la salida de la cosecha. Los precios inferiores se observan en noviembre y diciembre. Mientras que los precios más altos se observan en julio y agosto. (FAO, s, f).

La demanda en Honduras se cubre con una producción de maíz blanco de 12 millones de qq. Parte de la producción de maíz blanco se exporta a los países vecinos. Que también son deficitarios. (Valladares, 2010).

Según el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA, 2003), los departamentos de mayor producción de maíz en Honduras son Olancho, Yoro, Santa Bárbara y El Paraíso, en orden descendente.

La demanda total es de 15 millones de quintales de maíz; de los cuales, 9.6 millones (62 %) es destinada al consumo humano, y 5.4 millones (37 %) al consumo animal. El volumen destinado al consumo humano es principalmente maíz blanco. Con muy poco grado de sustitución. De esta demanda de 9.6 millones de quintales para consumo humano. 300 mil son procesados por la agroindustria, principalmente para la elaboración de harina de maíz. Y la diferencia (9.3 millones de quintales) son de consumo directo. De este consumo directo, 3.1 millones de quintales son consumidos

por el productor en la finca, y 6.5 millones se comercializan a través del mercado nacional. (Valladares, 2010).

3.3 Importancia del maíz en la alimentación humana

Es originario del continente americano y se ha venido cultivando en el mismo desde hace unos 10,000 años, destacando su importancia como alimento en casi todas las comunidades indígenas americanas desde Canadá hasta la Patagonia. Entre los mayas, los aztecas y los incas, el arte, la religión, la vida social y la económica encontraron en la planta y el fruto motivo de inspiración, estudio y atención. (Redescolar, 2012).

Actualmente su cultivo y comercio son universales y su consumo y aprovechamiento revisten las más variadas formas ya que hay muchos alimentos que se pueden elaborar de maíz según los países. Por su amplia capacidad de adaptación y su elevado rendimiento, así como las posibilidades futuras de mejora por vía genética, hacen de este uno de los cultivos más prometedores para afrontar la amenaza del hambre en el mundo. (Redescolar, 2012).

Estados Unidos es el mayor productor con cerca del 45% de la producción total mundial. La productividad puede ser significativamente superior en ciertas regiones del mundo, así también en 2002 el potencial genético se sigue incrementando como en los últimos 35 años (DICTA, 2003).

Algunos usos que se le da en la industria como materia prima para la fabricación de aceites, edulcorantes, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, pinturas y jabones. También se obtiene del maíz el componente Furfural que se utiliza en la industria de cauchos, resinas, plásticos, insecticidas o líquidos para embalsamar. Es por su amplia forma de uso y necesidad de este grano que día a día la demanda es mayor, aparte de que es el

tercer cereal más consumido directamente por nosotros, después del arroz y el trigo. Así mismo, consumimos elotes (maíz tierno) y elotines (baby corn).

3.3.1 Seguridad alimentaria en Honduras

La disponibilidad alimentaria en Honduras se encuentra en una situación difícil, la disponibilidad alimentaria se relaciona estrechamente con la capacidad para producir alimentos, no obstante la agricultura y la capacidad nacional para producir alimentos muestra una tendencia decreciente, a principios de los años sesentas la agricultura contribuía a al 36% del PIB, mientras que al inicio de esta década su aporte es solo del 23% aunque la producción nacional creció en los años 80 y 90 declino en la segunda mitad de estos últimos años (FAO 2006).

La pobreza y por ende la inseguridad alimentaria afecta a 72 de cada 100 hondureños, siendo la situación aún más grave en el sector rural, en particular la región sur occidental. Más de la mitad de los habitantes de Honduras (cerca de 4 millones de personas) están en pobreza extrema pues sus ingresos no logran cubrir la canasta básica de alimentos, mientras que el resto de población en pobreza (algo más de 1.5 millones de personas) puede pagar sus alimentos pero no cubrir sus requerimientos básicos en educación, salud o vivienda. (Miguel Ángel, 2009)

La inseguridad alimentaria de nuestro país no depende solo de la escases de alimentos ya que con las importaciones de otros países se cumplen las necesidades del país, sin embargo el principal problema de nuestro país es la pobreza.

De acuerdo a los conceptos actuales en la materia, originalmente recogidos en el Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (FAO, Roma 1996) y actualizados en 2001, “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades energéticas diarias y sus preferencias alimentarias a fin de llevar una vida sana y activa”. (Miguel Ángel, 2009)

3.4 Mejoramiento genético

El desarrollo de las técnicas de ingeniería genética a partir de los años setenta y su incorporación al Fito mejoramiento posibilitó la obtención de cultivos genéticamente modificados. El maíz genéticamente modificado es aquel al cual se le han realizado cambios genéticos, insertando uno o varios genes con características de interés, mediante el uso de tecnología de genes o de ADN recombinante. Los genes introducidos en los maíces genéticamente modificados pueden proceder de especies no relacionadas con el maíz, es decir, a través de la tecnología de ADN recombinante es posible introducir genes de bacterias, plantas y animales en plantas de interés. Esto se debe a que todos los organismos vivos están constituidos por ADN, están definidos por la misma molécula de la vida. (Silva, 2005).

La hibridación por medio de la polinización controlada o abierta fue el origen de muchas variedades de maíz, en la actualidad las nuevas variedades evolucionan generadas por cruza de la polinización abierta, la hibridación a nivel mundial fue iniciada por (Beal1880) Quien mediante experimentos creó híbridos entre diferentes variedades las cuales mostraron mayor rendimiento que las líneas parentales (Poehlman, citado por Paliwal s.f.).

El uso de semilla mejorada es un elemento clave en muchos países en desarrollo, para alcanzar niveles competitivos en la producción. En México y Centro América, el uso de semilla mejorada de maíz es aún muy bajo con excepción de El Salvador, donde el uso de la semilla híbrida supera el 50% de la superficie total sembrada, el resto de países de la región registran un bajo uso de semilla mejorada, sembrándose una proporción importante de esta superficie con variedades de polinización libre (VPL), y muy poco con semilla híbrida, sin embargo para este año 2013 se espera aumente el área que se sembrada de maíz híbrido debido a su alto rendimiento productivo, resistencia a plagas y su fácil manejo de malezas. (Espinosa, 2003)

En la actualidad se encuentra una gran variedad de estos en el mercado, que varían considerablemente en cuanto a sus costos de producción así como a sus características agronómicas, su potencial de rendimiento y el nivel de producción obtenido en el campo. Es importante saber que por su alto costo de compra de la semilla y exigencia de fertilizantes no todo productor tiene la facilidad de sembrar este tipo de maíz.

3.4.1 Híbridos de maíz

Sabemos que los maíces híbridos se desarrollan por la polinización entre las plantas de una misma variedad y entonces se van seleccionando aquellas que se destacan por su precocidad, mayor producción y resistencias a enfermedades. Para iniciación de los híbridos, es conveniente la realización de la autopolinización, sistema éste que consiste en colocar unas bolsitas de plástico en las mazorcas antes de que nazcan las barbas, para impedir que el polen de otras plantas efectúe la fecundación de los estigmas.

Cuando éstos están maduros, se selecciona el polen de la flor macho de la misma planta, se esparce sobre las barbas y se vuelve a cubrir con la bolsita de plástico. Estas espigas se guardan y al año siguiente se siembran; y se sigue efectuando el mismo procedimiento con la finalidad de fijar los caracteres que uno ha deseado. Con la obtención de los maíces híbridos, se consigue como decíamos al principio, rendimientos superiores en 30 y 35 % sobre las variedades comunes, además de las otras características anteriormente enunciadas. (Ponce de León, 2005)

La cruza triple es ligeramente más rendidora que las cruzas dobles; sin embargo el costo de producción del híbrido triple es mayor. Los híbridos dobles son ligeramente más variables en lo que a características de planta y mazorca se refiere que los híbridos triples lo cual le da ventajas a aquellos en condiciones adversas (Jugenheimer, citado por PCCMCA 1998).

El éxito en la formación de híbridos, se da a través del conocimiento de los mecanismos que controlan la herencia del rendimiento; siendo varios los aspectos importantes, la relación de los efectos genéticos y como estos contribuyen a la heterocis total obtenida en una crusa determinada. El desarrollo del híbrido de maíz en escala comercial puede involucrar la formación de progenitores endogámicos y no endogámicos o una combinación de los dos anteriores, variando el número de sus componentes que puede ser de un mínimo de dos a un máximo de cuatro padres, los híbridos se pueden agrupar en dos grandes clases híbridas convencionales y no convencionales (Vasal *et al*, citado por Bolaños 1985).

3.4.2 Antecedentes de investigaciones sobre híbridos de maíz

Benítez (2003) en un experimento instalado en las localidades de La Empalizada y Jutiquire en el municipio de Juticalpa, departamento de Olancho comparo las características agronómicas y de rendimiento del híbrido DICTA HQ-31 versus los híbridos comerciales H55G, HS3G y HS9 de la casa cristiani y los híbridos 3086, 30B87 y 30F94 de la Pioneer, donde encontró que en ambas localidades evidenciaron que el híbrido HQ-31 mostro similar comportamiento, adaptabilidad y desarrollo en cuanto a características agronómicas que los seis híbridos comerciales con que se le comparo en condiciones del productor sin embargo en cuanto al rendimiento encontró que el mayor rendimiento lo presento los híbridos de la casa comercial Pioneer con (100qq ha^{-1}).

Murillo (2005) en un experimento instalado en el departamento de Granos y Cereales de la Universidad Nacional de agricultura Catacamas, Olancho, evaluó 18 híbridos triples tropicales de grano blanco QPM (*Zea mayz*) con alta calidad proteica, donde determino que el híbrido (CMTQ 033071) presento las mejores respuestas en cuanto a la variable rendimiento con una producción de $9,355.29 \text{ Kg ha}^{-1}$, además fue el híbrido que mostro los mejores resultados para la mayoría de las variables evaluadas.

Duarte (2005) en un experimento realizado en el departamento de Olancho con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de ocho híbridos de maíz amarillo de alta calidad proteica (QPM). Donde encontró que no existe diferencias entre los híbridos al momento de la floración masculina sin embargo la floración femenina encontró que el híbrido cuatro presento menor tiempo de floración a los 58 – 60 días.

Díaz (2009) en un experimento instalado en la Universidad Nacional de Agricultura en Catacamas, Olancho; evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento de 18 variedades de maíz blanco con alta calidad proteica (QPM) comparándolas con un híbrido QPM y un testigo comercial utilizado en el departamento de Olancho. Donde encontró que el híbrido (CML503/CML492)//CML491 y la variedad S05TLWQHGB, mostraron lo mayores rendimientos, con promedios de 6.49 y 5.33 t ha⁻¹ respectivamente.

3.5 Labranza en el cultivo de maíz

Labranza convencional los implementos primarios (arados) rompen la masa compacta en una serie de fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños esto con el objetivo de mejorar la cama, para semillas y facilitar la germinación, minimizar la competencia por malezas y estimula la profundidad del sistema radicular, incorporar residuos y fertilizantes. La labranza conservacionista y en especial la labranza cero el suelo se prepara lo mínimo, solo enterar la semilla, los residuos vegetales y fertilizantes quedan sobre la superficie del suelo (lal, 1997)

Baber (1971) reporto que con el uso de labranza mínima, hubo incrementos en la densidad de raíces en la profundidad de 0-10 cm del suelo, este investigador indica que el sistema radicular profundiza menos las raíces y tienden a ser más cortas y gruesas mayor estructura del suelo.

En algunos ensayos se ha obtenido un mejor rendimiento al reducir el nivel de labranza mientras que en otros fue exactamente opuesto, en general el maíz rinde más con labranza mínima en ambientes cálidos, en condiciones de escasa humedad y con disponibilidad de nitrógeno. Ya que el cultivo depende del suelo y el clima, al haber cobertura de rastrojo abundante suele haber mejor humedad y la temperatura es más baja en la capa superficial como contrario con el sistema de labranza convencional (J.Barnett, R Radd, H.R.Lafitt 1988)

3.6 Comportamiento del nitrógeno (N) en el suelo

El N en el suelo se encuentra en dos formas una orgánica y otra inorgánica aunque es absorbido por las plantas y microorganismos como nitrato (NO_3) o amonio (NH_4^+). El N orgánico se encuentra en la materia orgánica presente en el suelo y no es disponible para las plantas y puede encontrarse en forma de amonio proveniente de la fijación de arcillas constituyentes del suelo y en carácter de iones de nitrato y amonio presente en la solución del suelo. Son muchas las formas de N inorgánico que se encuentran en el suelo pero desde el punto de vista de fertilidad de suelos las más importantes son NH_4 , NH_3 y NH_2 todas estas formas son absorbibles por las plantas. La forma orgánica del N debe pasar por el proceso de mineralización (N Orgánico $\rightarrow$ (NH_4^+)). El cual lo transforma a una forma mineral para así poder estar disponible para las plantas. El N junto al potasio y el fósforo, es uno de los elementos claves en la nutrición mineral. En términos mundiales es el nutriente que más limita las cosechas y por ello, el que más se fertiliza. (Abacol, citado por Calix, 2008).

.6.1 Absorción del nitrógeno (N)

Las formas de absorción del nitrógeno son el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+). Existe también la posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico N_2 , en la simbiosis entre leguminosas y bacterias tipo *Rhizobium*. Ambos iones se mueven hacia las raíces de las plantas ya sea en masa o por difusión. Antes de ser absorbido por la planta el NO_3^- debe ser absorbido a NH_4^+ involucrando tres procesos y cuatro enzimas nitrato reductasa (NR), nitrato reductasa (NI), glutamina sintasa (GS) y glutamato sintasa (GluS) (Schroeder, citado por Calix, 2008).

3.6.2 Fijación biológica del nitrógeno (N)

Es un proceso donde el N atmosférico que penetra a través del suelo llega hasta los nódulos de la planta al llegar ahí se realiza la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, consistente en la reducción de N_2 a NH_4^+ por la enzima nitrogenasa, es, después de la fotosíntesis, la ruta metabólica más importante para el mantenimiento de la vida en la Biosfera. Curiosamente, este proceso crucial sólo puede ser llevado a cabo por unos pocos grupos de seres vivos, todos ellos procariotas. La nitrogenasa posee hierro y molibdeno como metales encargados del transporte de electrones, los cuales son necesarios en la reducción del N molecular a amoníaco. Los nódulos contienen un pigmento de color rosa llamado leghemoglobina el cual regula la cantidad de oxígeno en los nódulos, el color rosa de la leghemoglobina es un indicador de que la fijación se está llevando a cabo en el nódulo. (Binder. Citado por Lara, 2002)

Los microorganismos fijadores de nitrógeno no constituyen un grupo taxonómico homogéneo, la única característica que comparten es la presencia de la enzima nitrogenasa. Dichas bacterias comprenden organismos fototrofos, como bacterias pertenecientes a la familia *Rhodospirillaceae*, *Clorobiaceae* y *Cianobacteriae*; organismos quimioautotrofos, como bacterias de los géneros *Thiobacillus*, *Xanthobacter* y *Desulfovibrio* y organismos heterotrofos como las bacterias

petenecientes a la familia *Frankiaceae*, al grupo *Rhizobiaceae* y a los géneros *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Clostridium* (Sprent J. y Sprent P., 1990)

3.7 Comportamiento del fósforo (P) en el suelo

El P en el suelo se encuentra de dos formas tanto orgánica como inorgánica y su disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones fisicoquímicas y biológicas. Las principales fuentes del P orgánico están constituidas por los residuos vegetales y animales que se adicionan al suelo. Los compuestos fosfatados más importantes de la materia orgánica son nucleoproteínas, fosfolípidos y fosfoazúcares. El P inorgánico desde el punto de vista edafológico interesa clasificarlo de acuerdo a su disponibilidad mediata o inmediata para las plantas en: fósforo soluble, intercambiable e insoluble. (Manzano, A. 2010).

Fósforo soluble: Son las formas aprovechables para las plantas en forma inmediata, es decir son fosfatos en la solución del suelo. Su concentración es muy débil y fluctúa entre 0,2 y 0,5 mg/lit, o sea 200 a 400 gr/ha en 30 centímetros de espesor. (Manzano, A. 2010).

Fósforo intercambiable: Es también llamado fósforo lábil o adsorbido, y su disponibilidad es más lenta que el anterior. La adsorción de fosfatos, como en general toda adsorción aniónica en el suelo, es un fenómeno que depende del pH. A pH ácidos aumentan las cargas positivas de los coloides y por ende, aumenta la adsorción. (Manzano, A. 2010).

Fósforo insoluble: Es el que está formando parte de los minerales primarios y secundarios, y constituye la gran reserva de fósforo inorgánico en el suelo. (Manzano, A. 2010).

Las formas de P en el suelo varían de forma interdependiente y en distintas magnitudes según el estado de evolución y manejo de los suelos es por ello que los cambios debidos al manejo de un suelo como la acumulación de materia orgánica, descenso del pH o la reducción de la saturación de bases se refleja en cambios observables en la distribución de P en el suelo. (Boschetti et, al citado por Cáceres, R. 2008)

Al igual que el N, las plantas absorben el fosforo en forma inorgánica, pero es de forma orgánica que se encuentra en mayor cantidad en el suelo pudiendo representar desde un 15 a 80% del contenido total de P en el suelo. Algunos datos muestran que en el trópico la cantidad de P mineralizado puede variar desde 67 157kg de P ha/año.

Según Espinosa citado por Calix, (2008) La fuente original de fósforo es el material madre, constituido por rocas fosfatadas, tales como apatita, fluorapatita, vivianita, etc. Constituye aproximadamente el 0,12 % de la corteza terrestre. En la solución del suelo el P se encuentra en forma de H_2PO_4 y HPO_4^{2-} son en estas formas que la planta lo absorbe. El P tiene muy poca movilidad en el suelo siendo la difusión su forma de movilidad la cual es un proceso muy lento y corto, existen algunos factores que pueden afectar la disponibilidad del P en el suelo siendo estos físicos (compactación, aireación, humedad), químicos (pH del suelo, capacidad tampón, materia orgánica, coloide inorgánico, textura), biológicos (microorganismos).

3.7.1 Absorción de fosforo (P) por las plantas

La absorción de P por las plantas depende de gran manera a la arquitectura y capacidad de absorber P de las raíces de la planta, siendo las raíces con nódulos y pelos radicales las que implican un incremento en la adquisición de nutrientes inmóviles como el fosforo. Las plantas absorben el P principalmente en forma de ion orto fosfato presentes en concentraciones muy bajas en la solución del suelo, pero en el interior de la raíz y la savia del xilema, las concentraciones de fosforo son de 100 a 1000 veces mayores que en la solución del suelo que rodea la raíz, lo que demuestra la activa absorción de

fosforo demostrando así que es de gran importancia que este elemento esté disponible para la planta en el suelo. (FAO, 1986).

3.7.2 Pérdida de fósforo (P) del suelo

El fósforo en el suelo es sometido a varios factores tanto físicos, químicos y biológicos que afectan la disponibilidad y que este se mantenga estable en el suelo, estos procesos de pérdida son parecidos a los de los demás elementos, algunos de estos pueden ser por escorrentía superficial, esto ocurre al aplicar fertilizantes a nivel de suelo o los cuales pueden ser arrastrados por las lluvias, otra manera puede ser por remoción que es la que queda cuando existe la salida de este nutriente en las cosechas. (Fixen, citado por Calix, 2008)

3.8 Comportamiento del potasio (K) en el suelo

Según Núñez (2003). El potasio ocupa el séptimo lugar en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre; se encuentra en grandes cantidades (2.6%) en la naturaleza en minerales primarios tales como: los feldespatos (KAlSi_3O_8) que se encuentran principalmente ortoclasa y microlina en arenas y limos o en forma de micas como la moscovita ($\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3$) o biotita ($(\text{H}, \text{K})_2(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$) la carnalita, la arenisca verde y la Silvita. También se encuentra en la estructura de minerales secundarios como: illitas, vermiculitas, cloritas y arcillas estratificadas. Los suelos más pobres de este nutriente son los ferralíticos altamente intemperizados como los oxisoles y ultisoles, siguiéndoles en este orden los aluviales y siendo los más ricos aquellos que derivan de cenizas volcánicas.

3.8.1 Absorción de potasio (k) por las plantas

A pesar de que las membranas celulares de las plantas tienen poca permeabilidad para el potasio, a pesar de esto, es absorbido en grandes cantidades. El potasio requerido por las plantas es transportado hasta la raíz por tres mecanismos: contacto, flujo de masas y difusión. Se calcula que menos del 10% del requerimiento de este nutriente es absorbido por intercambio con la micelia coloidal (contacto). El flujo de masas solo aporta una parte que depende de la concentración de potasio y del agua transpirada por la planta. La mayor parte del K se absorbe por difusión (Martínez, 2003).

3.8.2 Proceso de pérdida del potasio (K) del suelo

Las pérdidas de K se pueden considerar de cuatro maneras: absorción por la planta, lixiviación, fijación y erosión. Aunque la absorción por la planta es considerada como remoción ya que es utilizable por estas ocurriendo la mayor absorción al momento de floración. La lixiviación se da en las capas inferiores del perfil del suelo, lejos de las raíces, este fenómeno se presenta principalmente en los suelos arenosos, altamente permeables de regiones lluviosas. La fijación ocurre cuando existe la presencia de arcillas sin embargo esta pérdida no es definitiva. La pérdida por erosión puede tener un efecto importante cuando existen pequeñas cantidades de este elemento en el suelo. (Martínez, 2003).

3.9 Comportamiento del Magnesio (Mg) en el suelo

Según Ross. Citado por Calix (2008). El Mg es uno de los nutrientes más importantes para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos, aunque la mayor parte de productores no le toman mucha importancia y es por eso que no fertilizan sus cultivos con dicho nutriente, ocasionando un desgaste del suelo, ya que algunos cultivos son demandantes de altas cantidades de Mg y al no ser incorporado al suelo la planta lo va a obtener del poco que tiene el suelo reduciendo así la cantidad de este nutriente disponible en el suelo.

Las principales fuentes de Mg en el suelo son tres: magnesio no intercambiable (fijado en minerales y rocas 90-99% del total del suelo). Magnesio intercambiable (absorbido por superficies o suelo cargado negativamente de minerales de arcilla y MAO aprox. 5%). Y el magnesio en la solución del suelo, este último se identifica por un proceso dinámico que se rige por factores como el clima, pH del suelo, temperatura, humedad del suelo y presencia de otros cationes del suelo. De las tres formas el magnesio en el suelo es disponible para las plantas. (Mikkelsen, 2012)

3.9.1 Absorción de magnesio (Mg) por las plantas

El magnesio es muy móvil en el suelo, llega hasta la raíz principalmente por difusión pero también por flujo en masa. La planta lo absorbe como (Mg^{2+}). La cantidad de magnesio que se mueve por difusión está relacionada con la intensidad del elemento en la solución del suelo, con las propiedades físicas (textura, porosidad), temperatura, humedad del suelo, pH y la capacidad de intercambio catiónico. La asimilación del magnesio por las plantas también está influenciada por la concentración de otros nutrientes cationes como calcio y potasio. Es fundamental en un programa de fertilización propiciar y conservar una adecuada relación calcio/magnesio, magnesio/potasio y calcio+magnesio/potasio. Estas relaciones contribuyen a un adecuado balance en el suelo para brindar un óptimo equilibrio nutricional a las plantas y por consiguiente excelentes producciones y calidades en las cosechas. (Vásquez, 2005)

3.10 La absorción foliar

La fertilización foliar contribuye a corregir la deficiencia de nutrientes y promueve el buen desarrollo de la planta, mejorando el rendimiento y calidad del producto. Los fertilizantes foliares al ser aplicados en el follaje de las plantas estos se pulverizan sobre las hojas y los nutrientes penetran las hojas a través de los estomas, penetran hasta la savia, siendo absorbidos rápidamente y son metabolizados de inmediato lo que da efecto

rápido y efectivo. Los fertilizantes foliares hay que tomarlos como suplemento adicional de fertilizante para las plantas ya que la principal fuente de alimento de las plantas es el suelo. (Cáceres, 2008)

3.10.1 La fertilización foliar

La fertilización foliar es una aproximación “by-pass”, que complementa a las aplicaciones convencionales de fertilizantes de suelo cuando éstas no se desarrollan suficientemente bien. Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosificaciones bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio.(Ronen, 2011).

La fertilización foliar ha probado ser la forma más rápida de curar las deficiencias de nutrientes y acelerar el desarrollo de las plantas en determinadas etapas fisiológicas. Con el cultivo compitiendo con las malezas, la pulverización foliar focaliza los nutrientes solo en aquellas plantas seleccionadas como destino. También se ha encontrado que los fertilizantes foliares son químicamente compatibles con los pesticidas y de esta forma se ahorra tiempo y mano de obra. (Franke 1967; Marschner, 1986).

Aun cuando la fertilización foliar es una alternativa para suplir con rapidez la deficiencia de nutrientes, su aplicación debe evaluarse de acuerdo a las necesidades de la planta y a los factores edafoclimáticos que condicionan su desarrollo. Algo muy importante y que se debe tener claro respecto de la fertilización foliares que ésta es una herramienta complementaria de las aplicaciones al suelo y no puede reemplazarlas. Con un efecto temporal, en muchos casos se convierte en la única posibilidad de solución o la más efectiva ante la deficiencia de un nutriente que está limitando el desarrollo de una planta. (Callejas, 2007; Walker, 2007).

Como principal aporte de los fertilizantes foliares está el apoyo que brindan a una buena formación del fruto, una de las tendencias que se observa es el uso de productos que refuerzan la presencia de algunos nutrientes en períodos cercanos a la madurez de cosecha o durante la cosecha. "La idea es agregar micronutrientes que pueden asimilarse en fases tardías de crecimiento y que son favorables para la calidad del producto, como es lograr una mejor fructificación, una dureza de la cutícula que permita proveer un alimento de calidad exportable y que perdure por más tiempo, que soporte los problemas de transporte y embalaje". (Callejas, 2007; Walker, 2007).

3.10.2 Penetración foliar

Los fertilizantes aplicados a través de la superficie de las hojas (canopia), deben cruzar diferentes barreras estructurales a diferencia de los pesticidas, que están principalmente basados en aceites y que no presentan dificultades para penetrar en este tejido. Los fertilizantes que están basados en sales (cationes/aniones) pueden presentar algunos problemas para penetrar las células interiores del tejido de la planta ya que la estructura de las hojas está basada en diversas capas celulares y no celulares. (Franke, 1967; Marschner, 1986).

Las diferentes capas proporcionan protección contra la desecación, la radiación ultravioleta y con respecto a diferentes tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos. Las diferentes capas están caracterizadas por la carga eléctrica negativa que influye en la forma y en la tasa de penetración de los diferentes iones. Algunas capas son hidrofóbicas por lo tanto rechazan el rocío que está basado en agua. (Franke, 1967; Marschner, 1986).

La primera capa exterior es de cera, la cual es extremadamente hidrofóbica. Las células epidérmicas sintetizan la cera y cristalizan en formas intrincadas por barras, tubos o platos. Esta capa puede cambiar durante el ciclo de crecimiento de la planta. La segunda capa, conocida como “cutícula real” es una capa protectora no celular rodeada de cera hacia el lado superior y también hacia el interior, esta constituida principalmente de “cutina” (macromolécula polimérica consistente en ácidos grasos de cadena larga que le brindan un carácter semi-hidrofílico) (Franke, 1967; Marschner, 1986).

La capa siguiente es la “pectina”, cargada negativamente y constituida por polisacáridos que forman un tejido tipo gel basado en ácidos con azúcar (celulosa y materiales pépticos) y a continuación encontramos el lado exterior de las células comenzando con la pared primaria. La cutícula tiene una densidad de carga negativa debido a la pectina y a la cutina. (Franke, 1967; Marschner, 1986).

La penetración/absorción puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes dado que estos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente --- alta concentración afuera y baja adentro. (Maier-Maercker, 1979)

El fertilizante foliar se aplica principalmente en frutales, pero también en otros cultivos, sobre todo de alta productividad, como los que están bajo plástico (tomate de invernadero). En cultivos extensivos su uso se da en períodos de emergencia, así como en plantaciones forestales con riesgo de pérdida.

Generalmente las aplicaciones de fertilizante foliar se efectúan cuando la planta ya tiene sus hojas extendidas, en período de prefloración, durante floración y formación del fruto y generalmente hasta el período de engorda del fruto. Se recomienda el uso de acuerdo al período de desarrollo de la planta, para lo cual existen diferentes versiones orientadas a distintas fases de desarrollo. Hoy la especificidad de los productos es mayor. También

hay diferenciación por especies, porque hay algunas que tienen más requerimientos de un determinado elemento o son especialmente sensibles a ciertas deficiencias. (Franke, 1967; Marschner, 1986).

3.10.3 Efecto de la fertilización foliar en la planta

Se debe tener en cuenta que casi siempre la aplicación de fertilización complementaria se realiza cuando las plantas han sufrido estrés ya sea por heladas o sequías.

Permitiendo corregir deficiencias nutrimentales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado. Su principal utilidad consiste en complementar los requerimientos de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización clásica, ya se trate de elementos de baja absorción desde el suelo, o para fines específicos que requieren la aplicación tardía de los elementos.

Para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer (para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente).

Con la fertilización foliar se aplican los nutrientes directamente sobre las hojas de las plantas. Este tipo de fertilización es particularmente adecuado para corregir rápidamente y a corto plazo las deficiencias de nutrientes. Los macronutrientes, como se requieren en grandes cantidades, presentan la limitación que la dosis de aplicación no puede ser tan elevada, por el riesgo de fitotoxicidad, además de requerir un alto número de aplicaciones determinando un costo que lo hará impracticable para la mayoría de los cultivos. (Kali, 2012).

3.10.4 Composición y efecto de los fertilizantes foliares utilizados en el cultivo de maíz

SeedKing: Es un promotor de crecimiento inducido por alfa-amilasa actividad de la enzima de la aleurona endospermo secreción de semillas y promover la formación de ARN en el embrión. Ayuda a mejorar de manera efectiva la tasa de germinación, promueve el desarrollo y crecimiento de las raíces primarias y yemas más fuerte, aumenta la fotosíntesis de los aspirantes, y aumenta la resistencia de los cultivos al alojamiento.

RootKing: Induce el desarrollo de un sistema radicular fuerte y sano crecimiento vegetativo, el polisacárido de RootKing, factores de crecimiento y vitaminas para contener ácido giberélico y ácido abscísico y que ayuden a producir una gran cantidad de índoles y citoquininas, por lo que al aumentar el crecimiento de las raíces y al tener mucho más vello puede absorber más nutrientes, aumentar la fotosíntesis, y reducir tensiones.

MoreKing: Los efectos combinados de auxina y quitosano ayudan a promover la polinización, mejor desarrollo de las flores y frutos, creciente división celular y la producción, fortalecer el crecimiento reproductivo. Nos permite controlar el crecimiento lateral de las plantas y se logra un fuerte efecto con el fin de asegurar frutos y flores, fortalecer la fotosíntesis, y prevenir el envejecimiento, promover formación floral, fortalecer la polinización y mejorar los rendimientos y la calidad de los productos.

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó, en el municipio de san francisco de becerra, Olancho. En el lote llamado el cruce, en los meses de junio a mediados de noviembre del año 2013, el sitio se ubica a una altura aproximada de 350.79 msnm, está situada entre los 14°; 50', latitud Sur y 85°; 53', longitud. Con una temperatura promedio anual de 26 °C, una humedad relativa de 74 % y se presentaron períodos alternos de lluvia, es decir (periodos secos y lluviosos).

4.2 Materiales y equipo

Se utilizó semilla de maíz híbrido DK VTPRO 234, fertilizantes foliares, FertiMAIZ y NITRO-XTEND como fertilizantes granulados aplicados al suelo. Productos químicos para el control de malezas, se aplicó duet el 12 de agosto como preventivo para mancha de asfalto. Para la aplicación de los productos químicos mencionados anteriormente utilizamos una bomba de mochila y para las respectivas mediciones un pie de rey, balanza y estadía.

Equipo: Se utilizó machete, cabuya, estacas, cinta métrica, balanza analítica, bomba de mochila manual.

4.3 Periodo de duración

La duración del trabajo de investigación se realizó en los meses de julio hasta finales de noviembre del 20013, coincidiendo con la época lluviosa.

4.4 Métodos.

4.4.1 Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental que se utilizó fue el de diseño completo al azar. (Ver cuadro 1) Se establecieron tres repeticiones por tratamiento y parcela testigo para un total de 18 parcelas o unidades experimentales. El área total de cada parcela fue de 64 m² para hacer un total de 1152 m². La parcela tiene una longitud de 10 m y un total de ocho surcos de maíz distanciados a 0.80 m, de los cuales los cuatro surcos centrales constituyen la parcela útil descartando las posturas en los 0.5 m de los extremos en cada uno de ellos.

Cuadro 1. Descripción de las aplicaciones de foliares con sus respectivos tratamientos evaluados.

Tratamientos		SeedKing	RootKing	MoreKing
T1	Completo	X	X	X
T2	SK	X		
T3	RK		X	
T4	MK			X
T5	Zn SG			
T6	Testigo			

4.4.2 Dosis de los promotores de crecimiento.

SeedKing: Se disolvió un sobrecito de 15g en 150 ml de agua. Inmediatamente se roció parte de esta mezcla **sobre la semilla que se utilizó en el tratamiento 1 y 2** (aproximadamente 2000 semillas).

RootKing: Se disolvió un sobrecito de 15g en 15 litros de agua. Esta mezcla se roció sobre los **tratamientos 1 y 3** cuando el maíz estaba en v2 a v4. A las cuatro semanas se aplicó una segunda aplicación con exactamente la misma dosis.

MoreKING: Se disolvió un sobrecito en 15 litros de agua y se aplicó antes de la floración (V10) en los **tratamientos 1 y 4**.

ZnSG: Se aplicó foliar mente una dilución de 40 ml del producto por cada 10 litros de agua cuando el maíz estaba en v2 a v4 en el tratamiento T5.

4.5 Manejo del experimento

4.5.1 Preparación del terreno

Se delimito el área donde se instaló el experimento, luego un pase de arado y dos de rastra, quedando el terreno bien mullido y después se procedió al marcado y trazado del terreno.

4.5.2 Siembra del maíz

Las semillas que se utilizaron del híbrido DK VTPRO 234, en el ensayo se sembró bajo la modalidad de diseño completo al azar dejando bien delimitada el área para cada parcela. La semilla se depositó de forma manual, depositando 1 semilla por postura a un distanciamiento de 0.30 m entre postura y 0.80 m entre surco, para una población de 41,666pts/ha. La fecha de siembra fue el 24 de junio.

4.5.3 Fertilización granulada.

Se aplicó FertiMAIZ inicio en dosis de 324 kg/ha. Y NITRO-XTEND 130 kg/ha⁻¹ se dividió en 3 aplicaciones el 50% al momento de la siembra, y después el otro 50% lo aplicamos en 2 momentos 25% en V6 cuando la planta tiene aproximadamente 20-21 días después de la siembra y el restante 25% en V10 aproximadamente 40 días después de la siembra. Estas aplicaciones se realizaron a todas las parcelas incluyendo al testigo.

Estos fertilizantes son de liberación controlada, durando mucho más tiempo en el suelo evitando la lixiviación y la volatilización del N, esto gracias a la enzima agrotain, en comparación con la UREA que se volatiliza y se lixivia con más facilidad evitando así una buena absorción por las plantas. Fertilizando entre lapsos de 21 días aproximadamente debido a que es el tiempo que dura este tipo de fertilizante en el suelo (Fertisa-fertilizantes, 2009).

Cuadro 2. Periodos de fertilización del cultivo de maíz

Fecha de Aplicación	Fertilizante Aplicado	Días después de la siembra	Kg ha⁻¹
24 de Junio	FertiMAIZ (15-19-5+3MgO+10S+ EM)	Día 0	324
14 de Julio	NITRO-XTEND (UREA+Enzima 46% N)	21	130
3 de Agosto	NITRO-XTEND (UREA+Enzima 46% N)	41	130

4.5.4 Control de malezas.

El control de malezas se realizó al momento de la preparación de suelo ya que fue mecanizado con tractor, este al voltear el suelo arranca la maleza de raíz dejándola enterrada para su desintegración incorporándose al suelo y sirviendo de abono. Luego a los 15 días post emergencia se aplicó Roundup Max granulado (glifosato).

4.5.5 Aplicación de fungicidas.

Se realizó una sola aplicación preventiva en v10 antes de floración con DUET, para la mancha de asfalto.

4.5.6 Cosecha del maíz

La cosecha se realizó a los 130 días después de la siembra, permitiendo que el grano de maíz llegara a su madurez fisiológica y una humedad de 22H°G.

4.6 Variables a evaluadas

4.6.1 Número de plantas germinadas

Se contaron las plantas germinadas en la parcela neta (cuatro surcos centrales) al momento de la fertilización con NITRO-XTEND.

4.6.2 Días de floración masculina

Esta variable se obtuvo contando los días de sembrada la unidad experimental y observando cada tratamiento el día correspondiente a floración para cada tratamiento.

4.6.3 Días de floración femenina

Se contó el tiempo transcurrido desde el día de la siembra hasta que el 50% de la población presento la flor femenina desarrollada (estigma visible).

4.6.4 Altura de planta

Esta variable se obtuvo midiendo 5 plantas desde el suelo hasta su altura máxima después de cada tratamiento y luego se obtuvo el promedio de cada unidad experimental.

4.6.5 Altura de mazorca

Se utilizaron las mismas plantas seleccionadas al azar para la variable altura de planta y se midió la altura que hay desde la base del tallo hasta la inserción de la primera mazorca. Con los datos tomados se sacó un promedio de altura de inserción de mazorca para cada unidad experimental.

4.6.6 Acame de tallo

Esta variable se obtuvo contando todas las plantas acamadas de cada tratamiento toda la que estaba quebrada del tallo ya registrado el número de unidades.

4.6.7 Acame de raíz

Se tomaba en cuenta toda planta con una inclinación mayor o igual a 30 grados perpendicularmente al suelo.

4.6.8 Longitud de mazorca

Esta variable se obtuvo seleccionando cinco mazorcas del total cosechada por parcela útil, midiendo la distancia en centímetros, desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma, con de una regla graduada.

4.6.9 Diámetro de la mazorca

El promedio del diámetro de la mazorca se obtuvo midiendo con un pie de rey, el grosor de cada mazorca en milímetros para esto se utilizamos las mismas mazorcas descritas.

4.6.10 Hileras por mazorca

Se tomaron las mismas cinco mazorcas utilizadas en las variables de longitud y diámetro de la mazorca, a las que se les contaron las hileras para obtener un dato promedio.

4.6.11 Granos por hilera

Después de haber contado el número de hileras por mazorca se procedió a contar el número de granos por hilera.

4.6.12 Índice de desgrane

Para calcular el índice de desgrane se pesaron cinco mazorcas por cada parcela útil, (después de haber tomado todos los parámetros de la mazorca) luego se desgrano para obtener el peso del grano y se realizó la relación de peso del grano sin olote, sobre el peso del grano con olote.

4.6.13 Rendimiento

Para evaluar esta variable se tomaron todas las mazorcas buenas en el área útil para obtener el peso de campo utilizando la siguiente formula:

Rendimiento= ID ((peso de campo/área útil) (10,000m² / 1 ha⁻¹) ((100-%H° G) / (100-%H°A))

Dónde:

ID= índice de desgrane

H°G= humedad de grano a cosecha

H°A= humedad de almacén (13%)

4.6.15 Análisis estadístico

A los datos obtenidos de las variables evaluadas se les realizará un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey a los que resulten estadísticamente diferentes.

V RESULTADOS Y DISCUSION

El uso de fertilizantes de aplicación foliar mejoró el estado fisiológico del cultivo de maíz se encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable floración femenina, altura de planta, altura mazorca, acame de tallo y raíz. Pero no muestra significancia en rendimiento. (Ver figura 6). El mejor tratamiento para la variable floración masculina fue T1 (54.3) días, el cual supero significativamente al testigo.

Las medias generales fueron para días a floración masculina 55.55, para días a floración femenina 56.69, los coeficientes de varianza son bastante aceptables ya que según Benítez (2003) todos son menores del 30% lo que significa que hubo una mayor homogeneidad entre los tratamientos y se pudo controlar el error experimental.

Cuadro 3. Resultados promedios para las variables días a floración masculina y femenina, según los tratamientos evaluados.

VARIEDAD	PRODUCTO	DIAS FLORACION FEMENINA	A DIAS FLORACION MASCULINA	A
DK 234	COMPLETO	55.25 a	54.3 a	
DK 234	SEEDKING	56.3 ab	55.3 ab	
DK 234	ROOTKING	56.8 bc	55.6 ab	
DK 234	MOREKING	55.6 bc	54.6 ab	
DK 234	Zn SG	56.3 c	55.3 ab	
DK 234	TESTIGO	57.6 c	55.8 b	
	MEDIA GENERAL	56.30	55.11	
	PRODUCTO UTILIZADO	**	Ns	
	CV	0.17	0.24	
	R ²	0.86	0.70	
**= Altamente significativo				
Ns= No significativo		CV=Coeficiente de variación		

5.1. Días a floración masculina y femenina

El tratamiento que presento menor días a floración masculina fue el que corresponde al tratamiento T1, con la aplicación foliar completa en la cual se aplicó todo el paquete de productos King SEEDKING, ROOTKING Y MOREKING (54.3 DDG) resultando ser más precoces (Duncan, $p < 0.05$); esto se debe a que hubo una buena interacción entre los foliares y un buen aprovechamiento de los mismos llegando a esta etapa reproductiva en menor tiempo, esto se atribuye a los efectos combinados de auxina y quitosano. El que presento un mayor número de días a floración masculina fue el tratamiento T3 ROOTKING (55.6 DDG). Ambos valores son menores a los encontrados por Carrasco (2006) quien reporta un promedio de 57 DDG para esta misma variable.

Como apreciación general se observó que el híbrido DK-234 presento una mejor sincronización del apareamiento de cada tipo de flor con una diferencia media en el apareamiento de la flor masculina y femenina de 1 día, en cuanto a los demás tratamientos. Mientras que el testigo (sin foliar) fue el que mostro los datos más tardíos sobre esta variable 55.8 DDG. (Ver cuadro 3)

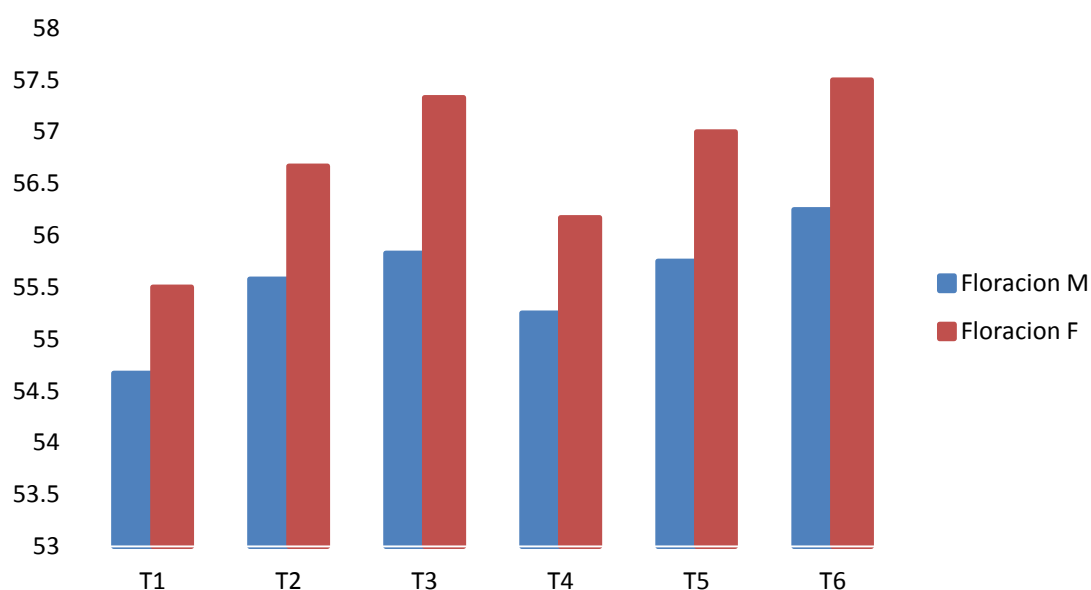


Figura 1. Promedios de días a floración masculina y femenina del híbrido DK-234, en respuesta a cada tratamiento.

La importancia de esta variable se expresa en la sincronización eficiente, repercutiendo en la formación del grano, siempre y cuando haya una buena polinización, obteniendo una sincronía con respecto a la variable días a floración femenina, esto aumenta las posibilidades de tener una fecundación homogénea entre plantas debido a que hay un menor tiempo entre la floración masculina y la floración femenina mostrando un porcentaje mayor de plantas fecundadas (Murillo 2005).

En el cuadro 4 se presentan las medias para las variables altura de planta (m), altura de mazorca (m), porcentaje de acame de tallo y porcentaje de acame de raíz según las fuentes foliares utilizadas en cada tratamiento. Se encontró significancia ($P < 0.01$) para las variables altura de planta, altura de mazorca, % de acame de raíz y % de acame de raíz (ver anexos 4,..7).

Las medias generales para la altura de planta con el menor rango fue 2.49 m. y el mayor de 2.66 m., los rangos en altura de mazorca son de 1.23 m. y 1.42 m. las medias generales para porcentaje de acame de tallo fue de 2.31% y para la variable porcentaje de acame de raíz fue de 3.13%. Presentando un efecto estadísticamente significativo en las variables de cada tratamiento para la interacción productos foliares. Los C.V son bastante aceptables ya que no pasan del 30%, lo que nos indica que el error no es mayor.

Cabe resaltar que los tratamientos T1, T2 presentan un porcentaje de acame por raíz menor (2.18-2.65%), mientras que los tratamientos que presentan un porcentaje mayor de acame de raíz fueron T3, T4, T5, T6 con porcentajes que oscilan entre (3.41-3.61%) estas variables son bajas en comparación a otras investigaciones (Zuniga, 2012) pero siempre muestran diferencias significativas entre ellas.

En cuanto al porcentaje de acame de tallo los tratamientos que presentaron menores porcentajes fueron T1, T2 con porcentajes de acame de 1.48-2.03% (ver cuadro 4). Mostrando una alta significancia a los productos foliares que en este mejorar de manera caso fue aplicado a la semilla como un promotor de crecimiento ayudando a efectiva la tasa de germinación y crecimiento de las raíces primarias. Los tratamientos T3, T4, T5, T6. Son los que reportaron los porcentajes más altos de acame de tallo 2.22-3.27%.

Cuadro 4. Resultados promedios para las variables altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame de tallo, porcentaje de acame de raíz según los tratamientos evaluados.

VARIEDAD	PRODUCTO	ALTURA DE PLANTA (m)	ALTURA DE MAZORCA (m)	% ACAME DE TALLO	% ACAME DE RAIZ
DK-234	COMPLETO	2.60 a	1.23 a	1.48 a	2.18 a
DK-234	SEEDKING	2.49 a	1.27 ab	2.03 ab	2.65 a
DK-234	ROOTKING	2.62 a	1.25 bc	2.22 b	3.41 a
DK-234	MOREKING	2.65 a	1.33 cd	2.33 bc	3.47 a
DK-234	Zn SG	2.66 a	1.37 d	2.53 c	3.5 b
DK-234	TESTIGO	2.61 b	1.42 d	3.27 c	3.61 b
	MEDIA GENERAL	2.60	1.31	2.31	3.13
	PRODUCTO UTILIZADO	**	**	**	**
	CV	1.47	1.56	12.23	7.63
	R ²	0.82	0.95	0.87	0.90

***= Altamente significativo

CV=Coeficiente de variación

5.2 Altura de planta y mazorca (m).

El tratamiento que presento mayor altura de planta fue de 2.66 m. representado por el T5, reportado con la aplicación foliar de Zn SG. El tratamiento que presento los menores resultados de altura de planta 2.60m, altura de mazorca 1.23m, porcentaje acame de tallo 1.48%y porcentaje acame de raíz 2.18%, fue el T1 que es el que tiene la aplicación foliar completa (ver cuadro 4). La mayor altura de mazorca fue de (1.42m), atribuida al T6 o testigo (sin foliar).

El tratamiento T6 o testigo no presenta la altura más alta de planta pero si presentó los índices más altos de altura de mazorca, porcentaje acame de tallo y porcentaje acame de raíz (ver cuadro 4). Es importante recalcar que si las plantas son muy altas se ven expuestas a factores externos como ser, vientos los cuales pueden ocasionar acame de tallo o acame de raíz provocando grandes pérdidas económicas. En cuanto a la altura de mazorca tiene mucha importancia desde el punto de vista económico, según Guzmán citado por Millán y Malave (1997).

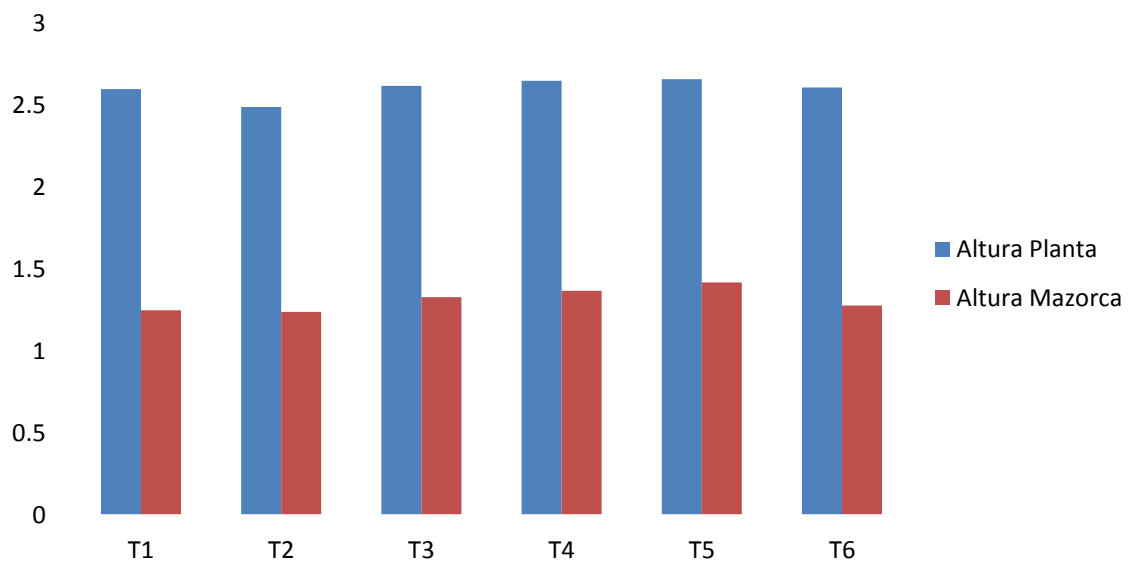


Figura 2. Promedios de altura de planta y altura de mazorca para cada tratamiento.

En el cuadro 5 se muestran las medias determinadas para las variables evaluadas de longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera. Según el análisis de varianza las variables longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera no mostraron diferencia estadística significativa (ver anexo 8, 9, 10,11).

En cuanto al diámetro de mazorca los resultados obtenidos reflejan que los tratamientos T1 y T3, presentaron el mejor comportamiento para esta variable con una media de 5.18-5.20cm. Los tratamientos T2, T4, T5, T6. Presentaron los diámetros menores.

Para la variable longitud de mazorca el tratamiento T3, resulto con un valor mayor para esta variable con 20.23cm, seguido de T2 con 20.7cm y T1 con 20.4cm. Estos datos superan a los encontrados por Zuniga, (2012). Quien obtuvo valores de 17.28cm. Para esta variable en cultivos de maíz tratados con fertilización mineral foliar. Los tratamientos que presentaron los valores menores para esta variable fueron T4, T5, T6, (ver cuadro 5).

El tratamiento que presento los mayores rendimientos para la variable hileras por mazorca fue el T4 (16.2). La superioridad de esta variable se obtuvo por la influencia de la auxina y quitosano ayudando a promover la polinización, mejor desarrollo de las flores y frutos, superando a los demás tratamientos de esta variable que alcanzan una media de 15.5 hileras por mazorca.

Las medias para las variables número de granos por hilera y rendimiento para cada uno de los tratamientos. Según el análisis de varianza la variable granos por hilera y rendimiento no se encontró diferencia estadísticamente significativa (<0.01), para los tratamientos (ver anexos 11, 12).

Cuadro 5. Resultados promedios para las variables diámetro de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera según el tratamiento.

VARIEDAD	PRODUCTO	Díámetro de mazorca	Longitud de mazorca	Hilera por mazorca	Granos por hilera
DK-234	COMPLETO	5.18 a	20.4 a	15.6 a	37.6 a
DK-234	SEEDKING	4.97 a	20.7 a	15.6 a	36.46a
DK-234	ROOTKING	5.20 a	20.23 a	15.73 a	39 a
DK-234	MOREKING	4.98 a	20.06 a	16.2 a	37.73a
DK-234	Zn SG	4.70 a	19.8 a	15.73 a	37.86a
DK-234	TESTIGO	5.06 a	19.9 a	15.33 a	37.26a
	Media general	5.01	20.18	15.69	37.65
	Producto utilizado	Ns	Ns	Ns	Ns
	CV	6.49	3.56	3.07	4.22
	R ²	0.37	0.29	0.69	0.48

Ns= No significativo CV=Coefficiente de variación

5.3 Longitud de mazorca

En la figura 3 se muestran los promedios obtenidos para la variable longitud de mazorca para cada tratamiento (anexo 3). Que según la prueba de medias de Tukey ($P < 0.01$) se determinó que oscilan entre 19.8 y 20.23cm. Mostrando la mayor longitud el tratamiento T2 (20.23cm) y el tratamiento más bajo corresponde al tratamiento T5 (19.8cm)

Es importante tener en cuenta que la longitud de la mazorca es uno de los principales componentes del rendimiento del cultivo, debido a que a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hilera y por lo tanto mayor rendimiento de granos (Hernández, 2008).

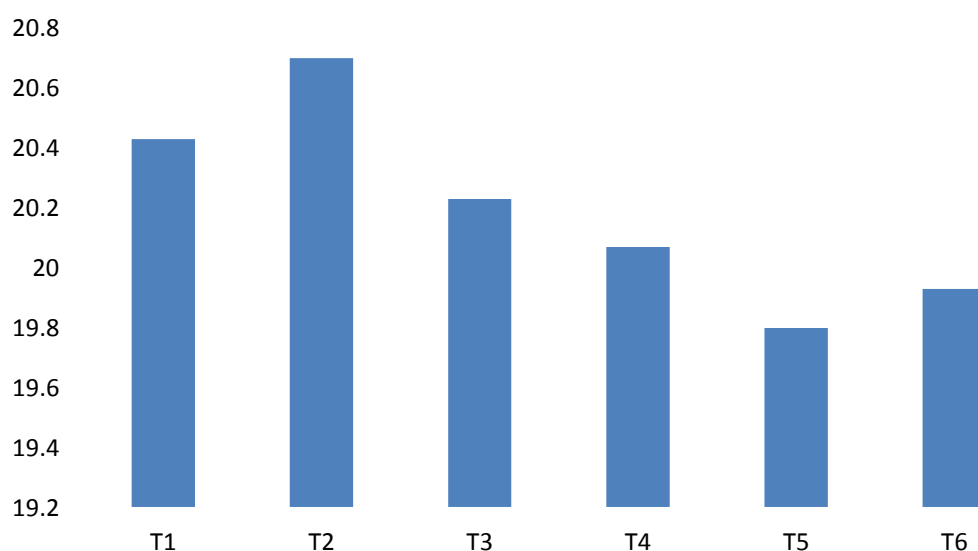


Figura 3. Promedios de longitud de mazorca para cada tratamiento evaluado.

5.4 Hileras por mazorca

En el cuadro 5 se mostró que a pesar de no tener significancia (ver anexo 10). El foliar MoreKing, mostro un rendimiento mayor en el promedio número de hileras por mazorca de 16.2 respectivamente y el tratamiento T6 o testigo fue el que reporto el menor promedio número de hileras por mazorca (15.33). Estos datos fueron superiores a los encontrados por Padilla (2007). Reportando valores promedios de 14.13, 14.75 y 15.12 hileras por mazorca.

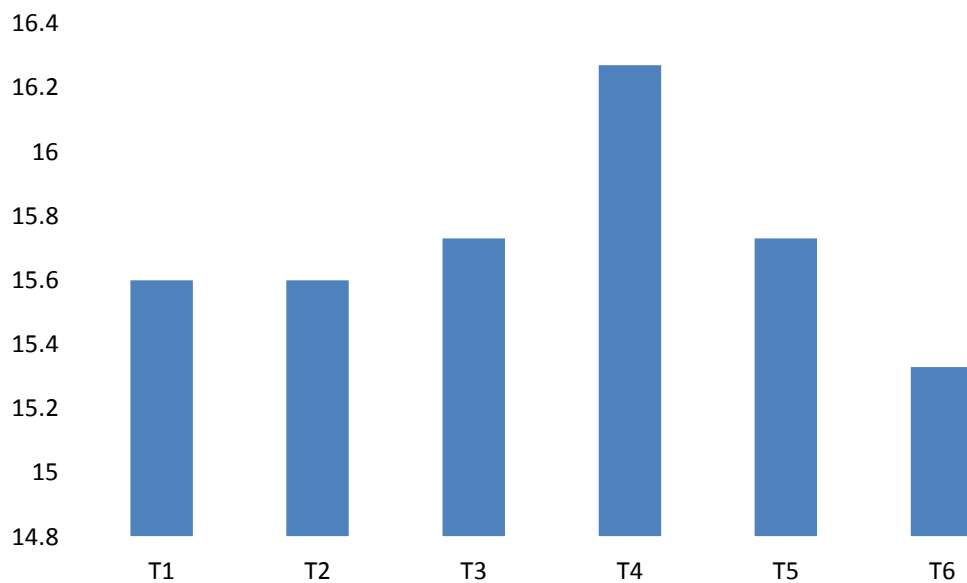


Figura 4. Datos promedios para número de hileras por mazorca para cada tratamiento evaluado.

5.5 Granos por hilera

Los resultados obtenidos para esta variable refleja que el tratamiento T3 es el que el muestra el mejor comportamiento con 39 granos por hilera. Siendo sobresaliente en comparación con los demás tratamientos esto debido a la acción del foliar RootKing, induciendo el desarrollo de un sistema radicular fuerte y sano crecimiento vegetativo brindándole a la planta una gran cantidad de índoles y citoquininas. El tratamiento que presento los valores más bajos fue tratamiento T2 con (36.46) granos.

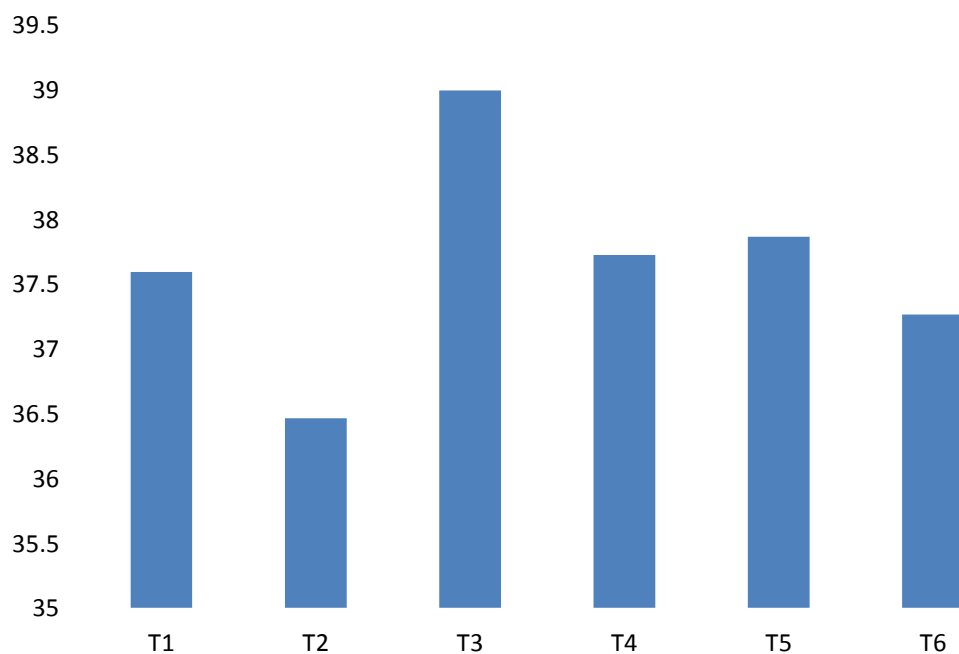


Figura 5. Promedios de granos por hilera para cada tratamiento.

En el cuadro 6 se muestra el rendimiento para las variables de los tratamientos evaluados. En el cual se puede observar que los coeficientes de variación se encuentran menores al 20% por lo tanto es aceptable para el experimento a campo abierto. El diámetro, longitud, número de hileras y número de granos por hilera de las mazorcas todos estos factores influyen grandemente para que el rendimiento sea aceptable y obtener una buena producción de maíz al momento de la cosecha.

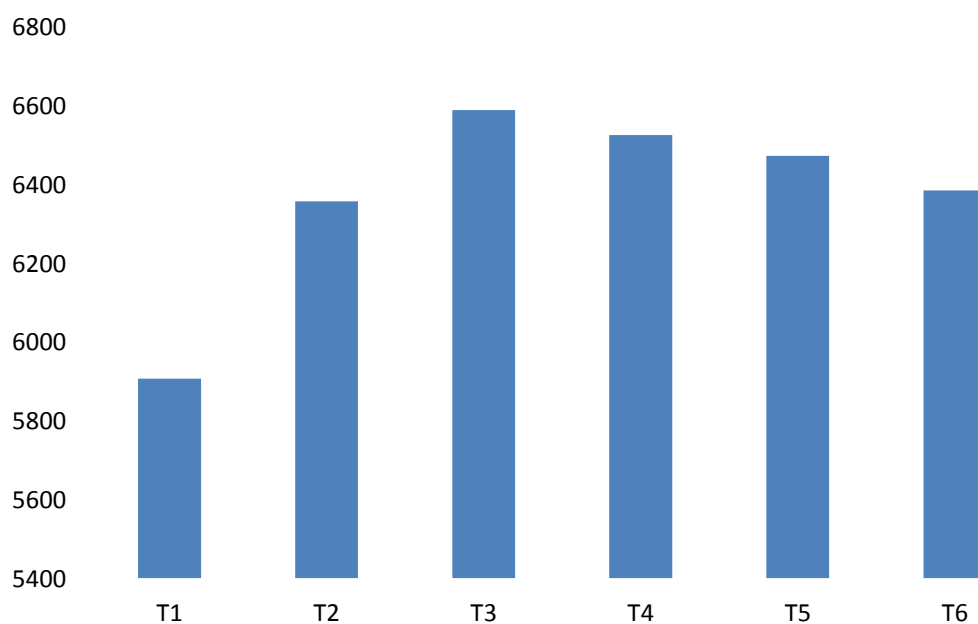


Figura 6. Promedio de las variables de rendimiento del híbrido DK-234 para cada tratamiento evaluado.

Los resultados de rendimiento aunque no presentan significancia, presentan diferencias agronómicas muy notables en cuanto a los tratamientos evaluados, siendo de gran importancia en la producción esto comparando los rendimientos de los tratamientos T3 con un rendimiento de 6589.95 kg ha⁻¹ y el de menor rendimiento del tratamiento T1 con rendimiento de 5908.54 kg ha⁻¹ esto nos ocasiona un menor rendimiento por ha⁻¹ al momento de la cosecha y por lo tanto menores ganancias (anexo 12).

Cuadro 6. Resultados promedios para la variable rendimiento (kg ha⁻¹). Según cada tratamiento.

VARIEDAD	PRODUCTO	RENDIMIENTO
DK-234	COMPLETO	5908.54 a
DK-234	SEEDKING	6358.69 a
DK-234	ROOTKING	6589.95 a
DK-234	MOREKING	6528.63 a
DK-234	Zn SG	6474.21 a
DK-234	TESTIGO	6386.4 a
	Media general	6374.40
	Producto utilizado	Ns
	CV	9.11
	R ²	0.50
Ns= No significativo		CV=Coeficiente de variación

5.6 Rendimiento (kg ha⁻¹)

En la figura 6 se muestra claramente que el tratamiento T3 al cual se le aplicó el producto foliar RootKing, fue el que presentó el mejor rendimiento de 6589.95 kg ha. Lo que se puede atribuir que este rendimiento está asociado a la acción del polisacárido de RootKing, factores de crecimiento y vitaminas para contener ácido giberélico y ácido abscísico que ayuda a aumentar el crecimiento de las raíces y al tener mucho más vello puede absorber más nutrientes, aumentar la fotosíntesis, y reducir tensiones, aumentando así mismo el rendimiento kg ha⁻¹.

En el cuadro 7 se muestran los resultados del análisis económico, relación beneficio costo parcial por tratamiento. Se encontró que el tratamiento T3, reporto la mejor relación 2.88, esto nos indica que por cada lempira invertido se obtienen 2.88 lps. El que muestra la relación más baja es el testigo T1, con 2.49, podemos observar que las diferencias no son muy altas pero en términos económicos tienen gran importancia ya que la diferencia es de aproximadamente de 4,871 lps más de ganancia debido a la aplicación de este producto.

Todos los tratamientos fueron fertilizados con el programa de fertilización normal con fertilizantes granulados es por eso que las diferencias son tomadas por el efecto de los productos foliares utilizados en cada tratamiento. Lo que nos muestra que los foliares económicamente si son rentables en diferencia al testigo.

Cuadro 7. Análisis económicos relación beneficio costo parcial por cada tratamiento.

Tratamientos	Beneficio total	Costo por tratamiento	Relación b/c
T1	42,243.5	16,958	2.49
T2	45,464.25	16,358	2.77
T3	47,115.25	16,358	2.88
T4	46,676.5	16,358	2.85
T5	46,289.75	16,358	2.82
T6(Testigo)	45,662.5	16,058	2.84

VI CONCLUSIONES

- a. El uso de fertilizantes de aplicación foliar mejoró el estado fisiológico del cultivo de maíz encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable floración femenina, altura de planta, altura mazorca, acame de tallo y raíz. Pero no muestra significancia en rendimiento.
- b. El híbrido evaluado en esta ensayo es considerado tardío debido a que pasa los 54.32 días que es el parámetro utilizado para considerar la precocidad y sin embargo el tratamiento T1 (54.3) presenta un aprovechamiento aceptable del producto foliar aplicado para días a floración.
- c. El híbrido evaluado en este ensayo presento una alta aceptación mostrando significancia para las variables altura planta, altura de mazorca, % acame de tallo y % acame de raíz. Brindándonos un mayor número de plantas a cosechar.
- d. No se encontró diferencia estadística significativa para las variables longitud de Mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera.
- e. Para la variable rendimiento no se encontró significancia, mostrando una media general de $6374.40 \text{ kg ha}^{-1}$, el tratamiento que presento el mayor rendimiento fue el T3 con $6589.95 \text{ kg ha}^{-1}$. Y el que presento el menor resultado fue el T1 con $5908.54 \text{ kg ha}^{-1}$.

VII RECOMENDACIONES

- a. Realizar el ensayo en otra localidad con los mismos tratamientos foliares, pero con diferentes variedades de maíz, para determinar si el comportamiento agronómico y el rendimiento es mayor o igual.
- b. Que las investigaciones futuras se realicen a un distanciamiento menor entre planta, para ver si a mayor población de plantas el efecto de los foliares tiene un mayor efecto en el comportamiento agronómico y en rendimiento.
- c. Realizar ensayos con los productores de la zona, utilizando otro programa de fertilización granulada para ver si hay un mayor efecto de los foliares.

VIII BIBLIOGRAFIA

Serratos, 2009. El origen y diversidad del maíz en el continente Americano. (en línea) México, Universidad Autónoma de México, consultado el 20 de mayo. 2013. Disponible en <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf>

Valladares, 2010. El cultivo del maíz guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores (en línea). Consulta el 20 de mayo. 2013. Disponible en <http://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-maiz.pdf>

Cabrerizo izquierdo, 2012. El maíz en la alimentación humana, (en línea), España. Consultado el 21 de mayo. 2013. Disponible en <http://html.rincondelvago.com/el-maiz-en-la-alimentacion-humana.html>

Zuniga, 2012. Evaluación de siete programas de fertilización foliar en el cultivo de maíz (*zea mays*) catacamas, Olancho, Honduras. Tesis Ing. Agr. U.N.A. 48p.

Silva, 2005. Maíz genéticamente modificado,(en línea). Bogotá D.C., Colombia. Consultado el 21 de mayo.2013. Disponible en <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Maiz20Geneticamente20Modificado.pdf>

Kali, 2012. Cómo funciona la fertilización foliar. (en línea). Alemania. Consultado el 5 de diciembre. 2013. Disponible en <http://www.kali-gmbh.com/eses/company/news/charts/chart-of-the-month-201204-how-foliar-fertilisers-work.html>

Padilla, EO. 2007. Aporte de nitrógeno al suelo por el caupy (*Vigna unguiculata*) en contraste con la aplicación inorgánica y su efecto en el cultivo de maíz. Tesis M.sc. en suelos. Catacamas, HN. Universidad Nacional de Agricultura, Universidad de Granada, ES 119p.

Valladares, 2010. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores, (en línea). Consultado el 22 de mayo. 2013. Disponible en <http://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-maiz.pdf>

Redescolar, 2012. Importancia del maíz en la alimentación humana, (en línea). Consultado el 29 de mayo. 2013. Disponible en http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/conciencia/biologia/acertijos_biologicos/acertijos00-01/solucion17.htm

Fertisa-fertilizantes, 2009. Programa agroquímico para maíz. (En línea). Consultado el 5 de diciembre. 2013. Disponible en <http://www.productoradesemillas.com/programamaizdisagro.pdf>

DICTA; 2003. (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, HN). 2003. Granos básicos en Honduras. Tegucigalpa, Honduras (en línea). Consultado 25 mayo 2003. Disponible en <http://www.dicta.hn/Paginas/Generacion.html>.

Miguel Ángel, 2009. Situación Actual de la Seguridad Alimentaria en Honduras, (en línea). Consultado el 29 de mayo. 2013. Disponible en http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcapacity4dev.ec.europa.eu%2Fsystem%2Ffiles%2Ffile%2F24%2F01%2F2013_-_1718%2Fsan_honduras.pdf&ei=4tCmUfOiG7i54AOip4Bg&usg=AFQjCNEOr0MBffkzX-l9DE6In_YAjWRstA

Espinosa, 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE, (en línea). Consultado el 03 de junio. 2013. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v14n01_117.pdf

(Hernández, 2008). Aplicación de seis fuentes de nitrógeno y su efecto en el comportamiento agronómico y de rendimiento en el cultivo de maíz. Tesis ing. Agr. Catacamas HN. Universidad Nacional de Agricultura. 56p. centro américa s.n.t.

Ponce de León, 2005. Producción del maíz híbrido, (en línea). Consultado el 4 de junio. 2013. Disponible en <http://www.bse.com.uy/almanaque/Almanaque%201968/pdf/0%20-%20018.pdf>

Calix Orellana, JA. 2008. Efecto de cinco elementos limitantes sobre el cultivo del frijol común (*phaseolus vulgaris L.*). Tesis ing. Agr. Catacamas HN. Universidad nacional de agricultura. 48 p. centro américa s.n.t.

Sprent J. y Sprent P. 1990. Fijación biológica del nitrógeno (en línea) consultado el 17 de junio. 2013. Disponible en http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/bolarios/Investigacion/fijacionN.htm

Ferraris G. y Ponsa, JC. Efecto de la Fertilización Foliar sobre la Recuperación de un Maíz afectado por Heladas (en línea) consultado el 4 de diciembre. 2013. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/efecto%20fertilizacion%20foliar%20maiz%20afectado%20heladas.asp>

Manzano, A. 2010. Comportamiento el fosforo en el suelo. (En línea) consultado el 17 de junio. 2013. Disponible en <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Fosforo%20del%20Suelo.pdf>

Guzmán citado por Millan y Malave (1997). Evaluación de 20 híbridos de maíz de grano blanco (Zea maíz) en santa Barbará. Estado de monajas (en línea). Consultado el 25 de nov.2013. Disponible en [http://pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/Rev9\(1\)Ibridos.pdf](http://pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/Rev9(1)Ibridos.pdf).

Mikkelsen, 2012. Fuentes de magnesio en el suelo. (En línea) consultado el 18 de junio. 2013. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/47833649504C3064852579A0006A1A38/\\$FILE/3.%20Fuentes%20de%20Magnesio.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/47833649504C3064852579A0006A1A38/$FILE/3.%20Fuentes%20de%20Magnesio.pdf)

Renan, E. 2011. Foliar feeding, nutrition foliar feeding. (En línea) consultado el 18 de junio. 2013. Disponible en www.haifa-group.com/spanish/files/Articles/.../Nutricion_Foliar.pdf

Callejas, 2007; Walker, 2007. Claves para una buena fertilización foliar. (En línea). Consultado el 18 de junio. 2013. Disponible en <http://www.cevid.uchile.cl/articulos/FERTILIZACION.pdf>

Franke, 1967; Marschner, 1986. (En línea) consultado el 18 de junio. 2013. En <http://fertilizando.com/articulos/fertilizacion%20foliar%20forma%20exitosa.asp>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable de número de plantas germinadas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,72	7	2,39	0,91	0,5350
Bloque	12,44	2	6,22	2,37	0,1434
Tratamiento	4,28	5	0,86	0,33	0,8859 N.s
Error	26,22	10	2,62		
Total	42,94	17			
R ² = 0.39 Ns= No significativo					
C.V= 1.25					

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable de floración femenina.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,1E-03	7	4,4E-04	8,86	0,0013
Bloque	3,7E-04	2	1,9E-04	3,76	0,0607
Tratamiento	2,7E-03	5	5,4E-04	10,90	0,0009 **
Error	4,9E-04	10	4,9E-05		
Total	3,5E-03	17			
R ² = 0.86 **= Altamente significativo					
C.V= 0.17					

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable floración masculina.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,1E-03	7	3,0E-04	3,27	0,0445
Bloque	6,5E-04	2	3,3E-04	3,56	0,0680
Tratamiento	1,4E-03	5	2,9E-04	3,15	0,0579 N.s
Error	9,2E-04	10	9,2E-05		
Total	3,0E-03	17			
R ² = 0.70 Ns= No significativo					
V.C= 0.24					

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,06	7	0,01	6,30	0,0050
Bloque	3,7E-03	2	1,9E-03	1,34	0,3055
Tratamientos	0,06	5	0,01	8,29	0,0025 **
Error	0,01	10	1,4E-03		
Total	0,08	17			
R ² = 0.82 **= Altamente significativo					
C.V= 1.43					

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de mazorca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	7	0,01	27,41	<0,0001
Bloque	5,8E-04	2	2,9E-04	0,68	0,5266
Tratamientos	0,08	5	0,02	38,11	<0,0001 **
Error	4,2E-03	10	4,2E-04		
Total	0,09	17			
R ² = 0.95 **= Altamente significativo					
C.V= 1.56					

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable acame de tallo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,45	7	0,78	9,71	0,0009
Bloque	0,20	2	0,10	1,24	0,3316
Tratamientos	5,25	5	1,05	13,10	0,0004 **
Error	0,80	10	0,08		
Total	6,25	17			
R ² =0.87 **= Altamente significativo					
C.V= 12.23					

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable acame de raíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,25	7	0,75	13,06	0,0003
Bloque	0,20	2	0,10	1,72	0,2274
Tratamientos	5,05	5	1,01	17,59	0,0001 **
Error	0,57	10	0,06		
Total	5,83	17			
R ² = 0.90 Ns= No significativo					
C.V= 7.63 **= Altamente significativo					

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,12	7	0,30	0,59	0,7529
Bloque	0,29	2	0,15	0,28	0,7594
Tratamientos	1,83	5	0,37	0,71	0,6298 n.s
Error	5,16	10	0,52		
Total	7,29	17			
R ² = 0.29 Ns= No significativo					
C.V= 3.56					

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	62,26	7	8,89	0,84	0,5809
Bloque	12,22	2	6,11	0,58	0,5800
Tratamientos	50,03	5	10,01	0,94	0,4946 n.s
Error	106,20	10	10,62		
Total	168,46	17			
R ² = 0.37 Ns= No significativo					
C.V= 6.49					

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable hileras por mazorca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,29	7	0,76	3,24	0,0453
Bloque	3,86	2	1,93	8,28	0,0076
Tratamientos	1,43	5	0,29	1,23	0,3642 n.s
Error	2,33	10	0,23		
Total	7,62	17			
R ² = 0.69					
Ns= No significativo					
C.V= 3.07					

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable granos por hilera.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23,63	7	3,38	1,34	0,3265
Bloque	13,35	2	6,68	2,65	0,1196
Tratamientos	10,28	5	2,06	0,81	0,5656 n.s
Error	25,24	10	2,52		
Total	48,86	17			
R ² = 0.48					
Ns= No significativo					
C.V= 4.22					

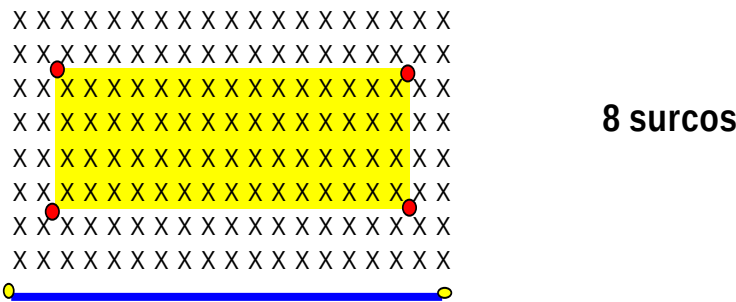
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3379263,78	7	482751,97	1,43	0,2927
Bloque	2487930,39	2	1243965,19	3,69	0,0631
Tratamientos	891333,39	5	178266,68	0,53	0,7503 n.s
Error	3371403,63	10	337140,36		
Total	6750667,41	17			
R ² = 0.50					
Ns= No significativo					
C.V= 9.11					

Anexo 13. Descripción de los tratamientos evaluados, en el experimento representado

Área de siembra = 10 metros X 8 surcos (aproximadamente 270 plantas)

Área de evaluación = 9 metros X 4 surcos (aproximadamente 120 plantas)



Parcela experimental = 10 m

Mapa del sitio

8 surcos					
8surcos	8surcos	8surcos	8surcos	8surcos	8surcos
x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x
T3	T4	T1	T6	T2	T5
T2	T3	T4	T1	T6	T5
T2	T6	T5	T1	T3	T4

