

Evaluación de cinco fertilizantes foliares a base de Zinc (Zn) sobre los rendimientos en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays*, L. Var. Rugosa) en Zamorano, Honduras

Daniel Rolando Aguilar Zuniga

ZAMORANO
Departamento de Horticultura
Diciembre, 1999

**Evaluación de cinco fertilizantes foliares a
base de Zinc (Zn) sobre los rendimientos en el
cultivo de maíz dulce (*Zea mays*, L. Var.
Rugosa) en Zamorano, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

Daniel Rolando Aguilar Zuniga

Zamorano, Honduras
Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Daniel Rolando Aguilar Zubiga

Zamorano, Honduras
Diciembre, 1999

DEDICATORIA

A toda mi familia, especialmente a mis padres David y Liliam

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres David y Liliam por su apoyo, por mantener su confianza en mí y por ser siempre un ejemplo inspirador.

A mis hermanos David, Lili y Miriam por su cariño y buenos consejos.

A mis compañeros Carlos Alvarenga, Allan Pineda, Marco Agüero, Roger Huevo, Jorge Abastida, Carlos Avila, Manuel Fajardo, Franklin Martínez, Napoleón Araujo, por ser verdaderos amigos y por todos los buenos momentos compartidos.

A mis asesores por toda su ayuda.

A Zamorano por estos cinco años.

RESUMEN

Aguilar, Daniel 1999. Evaluación de Cinco Fertilizantes Foliare a Base de Zinc (Zn) sobre los Rendimientos en el Cultivo de Maíz Dulce (*Zea mays*, L. var. Rugosa) en Zamorano, Honduras.

El maíz es un cultivo de creciente importancia económica, no sólo para exportación sino también para mercado local, debido a su gran potencial de industrialización. El consumo de clote fresco ha aumentado de manera tal que la demanda supera en 25% a la oferta. Para incrementar la productividad de este cultivo es necesario considerar el factor nutrición a través de la fertilización. El maíz es uno de los cultivos con mejor respuesta a fertilización con zinc (Zn). El objetivo de este estudio fue determinar la respuesta en rendimiento del cultivo de maíz dulce a la aplicación de Zn a través de fertilizantes foliares. Se realizaron análisis de varianza para cada uno de las variables y también se efectuó un análisis económico y para ello se establecieron dos ensayos en las zonas de producción de hortalizas de Zamorano en donde se usaron cinco fertilizantes foliares: Poliquel Zinc, Kelatex Zinc, Brexil Zinc, Chelafarm Zinc, y Sulfato de Zinc, a las dosis recomendadas por el fabricante, que junto con el testigo en el cual no se uso Zn, constituyeron los seis tratamientos los que se distribuyeron en un diseño de Bloques Completos al Azar, las parcelas experimentales consistieron de cuatro líneas de cultivo, en las dos líneas centrales se midieron las variables: número de mazorcas, rendimiento de mazorcas con tuza, rendimiento de mazorcas sin tuza, longitud y diámetro de la mazorca, sólidos solubles totales del grano, altura de planta. El análisis económico se hizo siguiendo la metodología del CIMMYT. Ninguno de los fertilizantes foliares, tuvo efecto en el rendimiento agronómico en los dos ensayos. El tratamiento más rentable fue el testigo ya que no incurrió en el costo de fertilización con Zn y tuvo los mejores beneficios netos.

Palabras claves: Mazorcas, análisis económico.

NOTA DE PRENSA

¿MEJORA LA APLICACION DE ZINC LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ DULCE?

Recientemente en Honduras la importancia del maíz dulce se ha visto aumentada no sólo para exportación sino también para mercado local, debido a su gran potencial de industrialización. El consumo de elote fresco ha aumentado de manera tal que la demanda supera en 25% a la oferta.

Para aumentar la productividad de este cultivo la fertilización constituye uno de los factores más importantes. El maíz es uno de los cultivos con mejor respuesta a fertilización con zinc (Zn).

En un estudio realizado en 1999 en los campos de producción de hortalizas de Zamorano se evaluaron cinco fertilizantes foliares a base de Zn existentes en el mercado: Poliquel Zinc, Kelatex, Zinc, Brexil Zinc, Chelafarm Zinc y Sulfato de Zinc; con el propósito de determinar el efecto del Zn en el rendimiento.

Los parámetros evaluados durante este experimento fueron: Número de mazorcas por parcela, rendimiento de mazorcas con tuza, rendimiento de mazorcas sin tuza, largo de la mazorca, diámetro de la mazorca, sólidos solubles totales del grano y altura de planta.

Con los resultados obtenidos en este estudio se determinó que para las condiciones imperantes en Zamorano la aplicación de Zn a través de los fertilizantes foliares no tuvo efecto en el rendimiento, por lo que no se justifica su uso.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Nota de prensa	vii
Contenido	viii
Índice de Cuadros	ix
Índice de Anexos	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO.....	3
2.2 IMPORTANCIA DEL ZINC.....	4
2.3 CONCENTRACIONES DEL ZINC.....	4
2.4 DEFICIENCIAS DE ZINC.....	5
2.5 TIPOS DE FERTILIZANTES FORMAS DE APLICACIÓN Y DOSIS.....	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 UBICACIÓN.....	7
3.2 PRODUCCIÓN DE PLANTULAS Y PREPARACIÓN DE SUELO.....	7
3.3 ARREGLO ESPACIAL Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	7
3.4 TRASPLANTE.....	8
3.5 MANEJO DEL CULTIVO.....	8
3.5.1 Riego.....	8
3.5.2 Fertilización.....	8
3.5.3 Fitoprotección.....	8
3.6 TRATAMIENTOS.....	8
3.7 FORMA Y ÉPOCA DE APLICACIÓN.....	9
3.8 COSECHA.....	9
3.9 PARÁMETROS EVALUADOS.....	9
3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	10
3.11 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.1 RESULTADOS AGRONÓMICOS DEL ENSAYO DE ZONA III.....	11

4.1.1	Número de mazorcas.....	11
4.1.2	Rendimiento de mazorcas con tuza.....	11
4.1.3	Rendimiento de mazorcas sin tuza.....	12
4.1.4	Longitud de la mazorca sin tuza.....	12
4.1.5	Diámetro de la mazorca sin tuza.....	13
4.1.6	Sólidos solubles totales del grano.....	14
4.1.7	Altura de la planta	14
4.2	RESULTADOS AGRONOMICOS DEL ENSAYO DE ZONA II.....	15
4.2.1	Número de mazorcas.....	15
4.2.2	Rendimiento de mazorcas con tuza.....	15
4.2.3	Rendimiento de mazorcas sin tuza.....	16
4.2.4	Longitud de la mazorca sin tuza.....	16
4.2.5	Diámetro de la mazorca sin tuza.....	17
4.2.6	Sólidos solubles totales del grano.....	17
4.2.7	Altura de la planta	18
4.3	ANÁLISIS ECONOMICO.....	18
4.3.1	Presupuesto parcial para los tratamientos.....	18
4.3.2	Análisis de dominancia.....	19
4.3.3	Análisis marginal.....	19
5.	CONCLUSIONES.....	21
6.	RECOMENDACIONES.....	22
7.	BIBLIOGRAFIA.....	23
8.	ANEXOS.....	25

INDICE DE CUADROS

Cuadro.

1.	Tratamientos evaluados en el experimento.....	9
2.	Número promedio de mazorcas. Zona III.....	11
3.	Rendimiento promedio de mazorcas con tuza. Zona III.....	12
4.	Rendimiento promedio de mazorcas sin tuza. Zona III.....	12
5.	Longitud promedio de la mazorca sin tuza. Zona III.....	13
6.	Diámetro promedio de la mazorca sin tuza. Zona III.....	13
7.	Sólidos solubles totales del grano. Zona III.....	14
8.	Altura promedio de las plantas (m). Zona III.....	14
9.	Número promedio de mazorcas. Zona II.....	15
10.	Rendimiento promedio de mazorcas con tuza. Zona II.....	15
11.	Rendimiento promedio de mazorcas sin tuza. Zona II.....	16
12.	Longitud promedio de la mazorca sin tuza. Zona II.....	16
13.	Diámetro promedio de la mazorca sin tuza. Zona II.....	17
14.	Sólidos solubles del grano. Zona II.....	17
15.	Altura promedio de las plantas (m). Zona II.....	18
16.	Presupuesto parcial para los diferentes tratamientos.....	18
17.	Análisis marginal	19
18.	Resumen de resultados de rentabilidad.....	20

INDICE DE ANEXOS

Anexo.

1.	Análisis de varianza para el número de mazorcas por parcela útil. Zona III	25
2.	Análisis de varianza para rendimiento de mazorcas con tuza por parcela útil. Zona III.....	25
3.	Análisis de varianza para el rendimiento de mazorcas sin tuza por parcela útil. Zona III.....	26
4.	Análisis de varianza para el longitud de la mazorca sin tuza. Zona III.....	26
5.	Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca sin tuza. Zona III.	26
6.	Análisis de varianza para los sólidos solubles totales del grano. Zona III....	27
7.	Análisis de varianza para la altura de la planta. Zona III.....	27
8.	Análisis de varianza para el número de mazorcas por parcela útil. Zona II.	27
9.	Análisis de varianza para rendimiento de mazorcas con tuza por parcela útil. Zona II.	28
10.	Análisis de varianza para el rendimiento de mazorcas sin tuza por parcela útil. Zona II.	28
11.	Análisis de varianza para el longitud de la mazorca sin tuza. Zona II.....	28
12.	Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca sin tuza. Zona II.....	29
13.	Análisis de varianza para los sólidos solubles totales del grano. Zona II....	29
14.	Análisis de varianza para la altura de la planta. Zona II.....	29
15.	Costos comunes de producción para los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz dulce c. v. "Challenger" (L/ha).....	30
16.	Costos diferenciales para los tratamientos (L/ha).....	30

17.	Análisis de suelo para el ensayo de zona III.....	31
18.	Análisis de suelo para el ensayo de zona II.....	32

1. INTRODUCCION

El maíz dulce es un cultivo con una creciente importancia económica no solo para exportación sino también para mercado local, debido a su potencial para industrializarlo y también por el aumento en la demanda de consumo como producto fresco.

El principal país productor y consumidor de maíz dulce en el mundo es Estados Unidos. Entre 1991 y 1994 se sembraron 300,000 hectáreas para uso en conservería, clote fresco y exportación de congelados (FHIA, 1995). Según Avila, (1999) el consumo de elote fresco aumentó de tal manera que la demanda excede a la oferta en 25%.

Para obtener altos rendimientos es necesario hacer uso eficiente de los recursos disponibles. Los fertilizantes constituyen uno de los factores más importantes para el incremento de la productividad de los cultivos (Sánchez, 1993).

Los cultivos para ser productivos requieren de 17 elementos esenciales los que se dividen en dos grupos, macronutrientes y micronutrientes siendo ambos grupos de igual importancia para las plantas, la diferencia es que los macronutrientes son requeridos en grandes cantidades y los micronutrientes en pequeñas cantidades. Los micronutrientes, son utilizados por las plantas en momentos claves de su ciclo de vida; como la reproducción o formación de semillas (Fageria, 1992). Estos micronutrientes por las bajas cantidades en que son requeridos pueden ser absorbidos fácilmente por el follaje de las plantas.

En estudios realizados por Lorenz y Maynard, (1980) manifiestan que el maíz dulce tiene una alta respuesta a zinc (Zn); media a hierro (Fe), manganeso (Mn) y cobre (Cu); y baja a boro (B) y molibdeno (Mo).

Según Edmond *et al.* (1988) plantas deficientes en Zn tienen un bajo grado de fotosíntesis lo mismo que los rendimientos y la calidad.

Según Tisdale *et al.*, (1993) con deficiencias moderadas o ligeras de algún elemento esencial los síntomas pueden no ser visibles, pero los rendimientos pueden reducirse.

En los países latinoamericanos se han realizado escasa investigación sobre este cultivo hortícola, siendo de mucha importancia contar con la tecnología apropiada para un buen manejo agronómico y obtener los mejores rendimientos posibles (Estrada, 1999).

El objetivo general de este proyecto fue la determinación de diferencias agronómicas y económicas causadas al cultivo del maíz dulce a través de la aplicación de cinco fertilizantes foliares a base de zinc, estableciendo una comparación con un tratamiento testigo en donde no se realizaron aplicaciones de este microelemento.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO

El maíz es originario de los trópicos de América y su cultivo tiene mucha importancia para el consumo humano, siendo una de las principales fuentes de alimentación para los países de Mesoamérica. Puede ser cultivado en muchas regiones de todo el mundo debido a su adaptabilidad a diferentes tipos de climas (Espinosa, 1994).

El maíz como se conoce hoy en día se originó del teosinte y al cruzarse éste con maíz primitivo dio origen a muchas clases de maíces como: maíz reventón, dentado, barinoso, etc. existentes en Centro y Norteamérica. La selección del maíz dulce solo llega a ser importante después de la llegada de Colón, cuando los colonizadores se interesaron en este tipo de maíz. Hoy en día existen diferentes tipos de maíz dulce y a partir de 1970 fueron introducidos los cultivares híbridos con alto contenido de azúcar. El alto contenido de azúcar es lo que lo diferencia de los demás tipos de maíces la cual es debida a un solo gen (Montes, 1996).

El maíz dulce es una planta de polinización cruzada y anual, su sistema radicular es extenso alcanzando algunas veces de 1.2 a 1.5 m. Consta de tallos primarios y secundarios, los secundarios reciben comúnmente el nombre de hijos los cuales frecuentemente son removidos de la planta. La inflorescencia femenina o pistilada cuando llega a su madurez es llamada mazorca o elote. Los elotes se cosechan cuando los granos están en estado lechoso (Edmond *et al.*, 1988).

El maíz dulce es uno de los cultivos de más amplia adaptación, puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta 4,000 msnm. El crecimiento del cultivo es óptimo a una temperatura de 20 a 25 °C y cuando se exceden de 35 °C la fertilización y germinación del grano de polen es afectada. Este cultivo crece bien en una gran variedad de suelos pero prefiere suelos francos bien drenados y con buen contenido orgánico, el pH óptimo está entre 5.6 a 6.8 (Montes, 1996).

El rendimiento del maíz dulce depende del potencial genético del cultivar y en gran parte del manejo general del cultivo y principalmente la fertilización; el rendimiento mínimo esperado no debería de ser inferior a 50,000 mazorcas por hectárea (Giaconi y Escaff, 1997).

Para determinar la cantidad de fertilizantes a aplicar es necesario hacer un análisis de suelo. El nitrógeno (N) y el potasio (K) son los elementos dominantes en la planta de maíz dulce, el primero debe aplicarse en fuertes dosis desde la siembra hasta la floración

y el K debe ser aplicado todo en la fertilización básica (Giacconi y Escaff, 1997). El fósforo (P) puede ser un elemento limitante en algunas áreas del trópico, el maíz dulce no tiene gran demanda por la mayoría de los demás elementos, algunas veces se presentan deficiencias de Zn o Mg (Montes, 1996).

2.2 IMPORTANCIA DEL ZINC

Una cosecha de maíz de 6,000 kg/ha extrae del suelo 0.3 kg/ha de Zn. El Zn forma parte de complejos orgánicos que participan en el transporte de electrones por cambio de valencias, los cationes Cu, Fe, Mg, y Zn participan principalmente en reacciones de óxido reducción. Todavía no está claro si el proceso de absorción del ion Zn^{+2} es activo o pasivo. La adsorción del Zn es afectada por la competencia de otros cationes, probablemente por la ocupación de los puntos de adsorción en las raíces. El Zn actúa como enlace en muchos sistemas enzimáticos, la primera enzima conocida, que fue activada eficientemente por el Zn fue la relacionada con la hidrólisis del anhídrido carbónico posteriormente se han identificado numerosas enzimas, entre ellas se puede citar deshidrogenasas (alcohol, ácido glutámico, ácido láctico, ácido málico, etc.) así como varias peptidasas y proteinasas relacionadas con síntesis y degradación de proteínas (Domínguez, 1997).

El Zn está involucrado en muchas actividades enzimáticas, es importante en la síntesis de triptófano, un componente de algunas proteínas y un compuesto necesario para la producción de algunas hormonas de crecimiento especialmente auxinas. Una reducida producción de hormonas de crecimiento en plantas deficientes en Zn causan un acortamiento de los entrenudos y hojas más pequeñas de lo normal (Tisdale *et al.*, 1993).

El Zn participa en diversos procesos enzimáticos y en la estabilidad de compuestos enzimáticos que contienen iones metálicos ligados a su estructura. También participa en la biosíntesis de la auxina "ácido indolil-3-acético" (AIA); muy importante en el ciclo de crecimiento de las plantas y responsable de aumento de volumen celular en las plantas. El Zn es absorbido rápidamente y en forma iónica, por las plantas, como Zn^{+2} . Es muy poco absorbido en forma de complejos orgánicos. El Zn es parte de complejos metaloenzimáticos. A diferencia del Fe y Cu, no está sujeto a reacciones de óxido reducción en los procesos fisiológicos de las plantas (Kass, 1996).

En la última década el rol del Zn en moléculas proteínicas involucradas en la replicación de DNA y en la regulación de la expresión de los genes ha atraído mucho interés. La tasa de síntesis de proteínas y el contenido de proteínas en plantas deficientes en Zn es drásticamente reducida mientras que los aminoácidos se acumulan (Marschner, 1995).

2.3 CONCENTRACIONES DE ZINC

El contenido de Zn en la litósfera es de 80 ppm y en el suelo se han reportado rangos desde 10 a 300 ppm con promedios de 50 ppm aproximadamente, mientras en las plantas

el rango normal de concentración de Zn es de 25 a 150 ppm, deficiencias de Zn son relacionadas con concentraciones menores a 20 ppm y toxicidades ocurren cuando la concentración se encuentra arriba de 400 ppm (Tisdale *et al.*, 1993).

El contenido de Zn en la planta de maíz normalmente no supera 100 ppm sobre base seca, igualmente se encuentra en las plantas en forma iónica o asociados a diversos compuestos orgánicos, sin formar compuestos estables (Dominguez, 1997).

2.4 DEFICIENCIAS DE ZINC

La deficiencia de Zn es probablemente la más común en cereales, muchos miles de hectáreas de suelos usados para la producción de estos son deficientes en Zn, a diferencia de otros micronutrientes, estas deficiencias son comunes tanto en climas templados como cálidos, en suelos áridos como inundados, en suelos ácidos y alcalinos y suelos arcillosos como arenosos. El Zn^{+2} como ión libre en la solución del suelo es la forma como la mayoría de las plantas lo absorben por las raíces. También ocurren normalmente en condición de suelos alcalinos, pero también pueden ocurrir en otros tipos de suelos (Graham y Welch, 1994).

La mayoría de deficiencias de Zn se presentan normalmente en suelos arenosos, calcáreos, con pH ligeramente superior a 6, suelos generosamente fertilizados con P y suelos sujetos a laboreo agrícola como los procesos de nivelación de tierras y movimientos de tierras que alteran las condiciones del horizonte A, enriquecido por humus, que disminuyen la disponibilidad del Zn (Kass, 1996).

Otro factor que se relaciona con deficiencias de Zn en las plantas son altos niveles de P en el suelo, esfuerzos hechos para definir o identificar el mecanismo causa y efecto de este fenómeno, no han sido concluyentes. La sospecha que la deficiencia de Zn inducida por P resulta en precipitación de $Zn_3(PO_4)_2$ en el suelo o las raíces fue desvirtuada convincentemente en experimentos de solubilidad ya que la solubilidad de $Zn_3(PO_4)_2$ es adecuada para suplir a la planta de Zn, sin embargo, la relación causal y el mecanismo son todavía desconocidos (Khasawneh *et al.*, 1986).

La interacción debida a la aplicación de fertilizantes de P puede incrementar el crecimiento de las plantas, pero estas pueden volverse deficientes en Zn en etapas más tardías de desarrollo en tales casos, la captación total de este elemento por la planta generalmente se incrementa, pero la concentración de Zn en la misma disminuye hasta niveles de deficiencia y su carencia en las plantas puede reducir el rendimiento de frutas o grano. La interacción designada como deficiencia de Zn inducida por el P en el desarrollo de la planta es comúnmente asociada con altos niveles de P disponible, los síntomas pueden ser prevenidos o corregidos por fertilización con Zn, generalmente por suplementación de varias fuentes de Zn a una dosis de 3 a 5 ppm al suelo (Mortvedt *et al.*, 1983).

Los cultivos más sensibles a deficiencias de Zn son maíz, cebolla y sorgo y los síntomas más característicos son clorosis progresiva entre nervaduras de hojas jóvenes, además se reduce el desarrollo de hojas y tallos y con frecuencia arrojado de los brotes. Deficiencias de Zn en maíz es muy frecuente que se manifiesten a las dos semanas de germinado observándose bandas de tejido clorótico a ambos lados del nervio central, comienza en las hojas jóvenes y desarrollo anormal de los brotes. El nivel crítico en el análisis foliar es de 15 ppm y en el suelo 0.6 ppm de Zn para respuesta probable y 0.3 ppm de Zn para alta respuesta (Domínguez, 1997).

2.5 TIPOS DE FERTILIZANTES, FORMAS DE APLICACION Y DOSIS

Cuando se presentan deficiencias en plantaciones normalmente el tratamiento es al suelo, pero con micronutrientes como Zn es muy difícil alcanzar un balance adecuado, si se aplica al suelo se puede lograr una acumulación a largo plazo, porque la mayoría de lo que se aplica puede recristalizar en formas menos solubles. Una solución más efectiva, aunque con un costo mayor, es la aplicación foliar, ya que el Zn tiene poca movilidad en el suelo, solo el 5% del Zn aplicado al suelo es absorbido por la planta (Kass, 1996).

Viets *et al.* (1967) citados por Mortvedt, *et al.*, (1983) reportaron que la aplicación de aspersiones de $ZnSO_4$ a maíz, en la zona central de Washington, estimuló el crecimiento, pero no tuvo efecto en el rendimiento. En una investigación posterior los investigadores midieron la respuesta de 26 cultivos al Zn aplicado al suelo o al follaje y notaron la desaparición de los síntomas de deficiencia en el maíz dulce y de grano, soya, biguerilla, frijol y frijol tipo lima, pero no se recabó información relacionada con el rendimiento.

Duncan, (1967); citado por Mortvedt *et al.*, 1983) observo que deficiencias de Zn en el maíz en los Darling Down en Queensland, Australia, podían ser efectivamente controladas si se asperjaba una o dos veces con soluciones de 0.5, 1.0, y 1.5% de $ZnSO_4$ iniciando cinco semanas después de emergencia.

Efectos de aplicación de Zn en el rendimiento del trigo se han observado en Egipto en suelos aluviales y en suelos calcáreos y se probaron aplicaciones foliares y al suelo, ambos tipos de aplicación aumentaron los rendimientos del grano en los dos tipos de suelo, pero la respuesta en rendimiento a la aplicación foliar fue menor que la observada en aplicación al suelo (Mengel y Kirkby, 1987).

Con la intensificación de la producción agrícola en zonas tropicales y subtropicales la ocurrencia de deficiencias de Zn se ha incrementado. Algunos cultivos incluyendo maíz, lino y frijoles son altamente susceptibles a deficiencias de Zn, en estos cultivos usualmente se hacen aplicaciones en el rango de 4 kg/ha y esto es efectivo por 3 a 8 años. El $ZnSO_4$ es el fertilizante más comúnmente utilizado por su alta solubilidad, en suelos ácidos y arenosos puede ser preferible hacer aspersiones a los cultivos o usar una fuente de lenta liberación ya que el $ZnSO_4$ es de muy fácil lixiviación; en suelos alcalinos puede ser recomendable usar quelatos de Zn (Mengel y Kirkby, 1987).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION

Para el presente estudio se establecieron dos ensayos en el campo. El primero fue ubicado en el lote 41 de zona III y el segundo en lote 11 de zona II de la Unidad de Producción Hortícola (UPH) de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada en el Valle del río Yeguaré al sudeste de Tegucigalpa, Honduras.

El Zamorano está a una altitud de 800 msnm, en los 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste, cuenta con una temperatura promedio anual de 24.2° C y una precipitación promedio anual de 1100 mm.

3.2 PRODUCCION DE PLANTULAS Y PREPARACION DE SUELO

Al momento de la preparación del suelo se efectuó un pase de arado, dos pases de rastra. El surcado se realizó para dejar camas a 0.9 m.

La siembra se hizo primero en bandejas de 200 posiciones en el macrotúnel, para ser trasplantadas al campo con pilón. Se utilizó el cultivar "Challenger" para los dos ensayos.

3.3 ARREGLO ESPACIAL Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental usado en ambos ensayos fue Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro bloques o repeticiones separadas un metro entre sí, cada bloque estuvo constituido de seis parcelas o unidades experimentales separadas también a un metro entre sí, a las cuales se les aplicaron los tratamientos respectivos, cada unidad experimental consistió en cinco metros de largo por 3.6 metros de ancho equivalente a 18 m² por parcela y en cada una de ellas se establecieron cuatro hileras de cultivo a un espaciamiento de 0.90 m entre hileras y 0.25 m entre plantas dando esto una población de 44,444 plantas por hectárea. Todas las variables fueron medidas en las dos hileras centrales determinándose éstas como parcela útil, (9 m²).

3.4 TRASPLANTE

La primera siembra se realizó el 23 de junio y la segunda el 14 de julio.

A los 12 días de haber sido sembrado el maíz dulce fue trasplantado al campo, alrededor de los ensayos también se trasplanta maíz dulce del mismo cultivar con el propósito de evitar el efecto de borde.

3.5 MANEJO DEL CULTIVO

3.5.1 Riego

En el ensayo de zona III durante los dos primeros días después de trasplante el cultivo fue regado por aspersión y luego se continuó con riego por gravedad hasta el momento de su cosecha. En zona II el cultivo fue regado desde los primeros días después de trasplante hasta el momento de cosecha por riego por goteo.

3.5.2 Fertilización

En la fertilización básica se aplicó solamente N ya que según los análisis de suelos para los ensayos de zona III y zona II (Anexos 17 y 18) en el suelo existió suficiente P y K para cubrir los requerimientos del cultivo. La dosis de N aplicado fue de 90 kg/ha dividida en dos aplicaciones, la primera a los 25 días después de trasplante se aplicó 50 kg/ha y en la segunda a los 40 días después del trasplante. En los dos ensayos se aplicaron las mismas cantidades.

3.5.3 Fitoprotección

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron diferentes malezas, las más comunes fueron: tomatillo (*Nicotiana glauca*) y el coyolillo (*Cyperus rotundus*), los cuales fueron controlados manualmente.

Las plagas insectiles que se presentaron principalmente fueron: gusano cogollero (*Spodoptera* spp.) y también existió ataque de gusano clotero (*Helycoverpa zea*) controlados mediante el uso de los siguientes insecticidas: Volaton® al 1.5% 18 lb/ha, Lannate® 0.4 kg/ha, Talstar® 0.6 L/ha, Dipel® 1 L/ha y Xentari® 5 lb/ha. La aplicación de los insecticidas se efectuó siguiendo las recomendaciones de los distribuidores.

3.6 TRATAMIENTOS

Las dosis aplicadas de Zn se hicieron de acuerdo a las recomendaciones de los distribuidores de los productos.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el experimento Zamorano, 1999.

Tratamiento	Nombre	Contenido de Zn (%)	Dosis por hectárea	Zn por hectárea
1	Poliquel Zinc	8	3.0 l	240 g
2	Ketatex Zinc	9	1.0 kg	90 g
3	Brexil Zinc	10	2.5 kg	250 g
4	Chelaferm Zinc	15	1.5 kg	225 g
5	Sulfato de Zinc (ZnSO ₄)	22	1.0 kg	89 g
6	Testigo	0	0	0

3.7 FORMA Y EPOCAS DE APLICACION

A los 15 días después de trasplante se realizó la primera aplicación foliar de todos los tratamientos a sus respectivas parcelas; a los 30 días después de trasplante se hizo la segunda aplicación de todos los tratamientos. Las aplicaciones fueron hechas mediante aspersión con bomba de mochila de la marca Solo® con capacidad de 15 l y con una boquilla de cono sólido de la serie TG 2. Las aplicaciones se hicieron en las horas más frescas de la tarde y se utilizó como factor diluyente un volumen de agua equivalente a 300 l/ha.

3.8 COSECHA

El día 27 de agosto a los 53 días después del trasplante se cosechó el ensayo de zona III. El ensayo de zona II se cosechó el día 20 de septiembre, en ambos ensayos la toma de datos se efectuó inmediatamente después de la cosecha.

El tiempo de cosecha, para cada tratamiento se midió en hr/hombre.

3.9 PARAMETROS EVALUADOS

Los parámetros evaluados fueron:

- Número de mazorcas por parcela útil
- Rendimiento de mazorcas con tuza por parcela útil (kg)
- Rendimiento de mazorcas sin tuza por parcela útil (kg)
- Longitud de la mazorca sin tuza (cm)
- Diámetro de la mazorca sin tuza a la mitad de su longitud (cm)
- Sólidos solubles totales del grano (Grados brix)
- Altura de la planta al momento de iniciar la cosecha desde la base de la planta al extremo final de la flor masculina (m)

Para la medición de las variables: longitud, diámetro y grados brix en el grano se muestrearon al azar cinco mazorcas de cada tratamiento y para cada bloque. Para determinar la altura de las plantas se midieron cinco plantas para cada tratamiento de cada bloque.

3.10 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y seguidamente pruebas de separación de medias para los tratamientos. Se utilizó el programa estadístico MSTAT.

3.11 ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se realizó mediante el método de presupuestos parciales propuesto por el CIMMYT (1988).

Se hizo un presupuesto parcial a partir de rendimientos ajustados, promedio de los dos ensayos, y de los costos diferenciales los cuales son: el costo del fertilizante foliar, el costo de mano de obra para la aplicación y el costo de la mano de obra cosecha; para obtener los beneficios netos marginales y totales. También se realizó un análisis marginal y un análisis de dominancia, el análisis marginal muestra como los beneficios netos de un tratamientos aumentan o disminuyen al aumentar la inversión, es decir lo que se espera generar al incrementar los gastos al cambiar de un manejo habitual a utilizar los fertilizantes foliares; el análisis de dominancia es un procedimiento, en que se organizan las alternativas en base a costo, para descartar todas aquellas alternativas que tengan un beneficio menor o igual al de una alternativa más barata.

El análisis económico se realizó usando datos de rendimiento, precios y costos promediados para los dos ensayos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS AGRONOMICOS DEL ENSAYO DE ZONA III

4.1.1 Número de mazorcas

No se encontraron diferencias significativas entre el número de mazorcas producidas por parcela y consecuentemente tampoco por hectárea, como se puede observar en el anexo I. El número promedio de mazorcas por ha fue de 37,315 superado por Poliquel, Chelafarm, pero también por el testigo. La misma situación ocurrió con el número de mazorcas por ha, estos datos son inferiores a los esperados por Giaconi y Escaff (1997).

Cuadro 2. Número promedio de mazorcas. Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Número de mazorcas por parcela útil (9m ²)	Número de mazorcas por hectárea
1	Poliquel Zinc	36	40,000
2	Kelatex Zinc	32	35,280
3	Brexil Zinc	33	36,390
4	Chelafarm Zinc	36	39,720
5	Sulfato de Zinc	32	35,000
6	Testigo	34	37,500
	Media	33,58	Media 37,314.78
	Desviación estándar	6.72	Desviación estándar 7470.93
	C. V.	13.09%	
	R ²	0.72	
	P	0.57 n.s.	

4.1.2 Rendimiento de mazorcas con tuza

Para esta variable tanto por parcela útil como por hectárea Poliquel y Brexil superan a las medias, Pero tampoco se encontró diferencia estadística.

Cuadro 3. Rendimiento promedio de mazorcas con tuza. Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Rendimiento por parcela útil (kg/9m ²)	Rendimiento por hectárea (t/ha)
1	Poliquel Zinc	12.3	13.65
2	Kelatex Zinc	11.3	12.54
3	Brexil Zinc	12.7	14.09
4	Chelafarm Zinc	10.2	11.32
5	Sulfato de Zinc	10.5	11.60
6	Testigo	11.2	12.42
	Media	11.34	Media 12.60
	Desviación estándar	2.62	Desviación estándar 2.91
	C. V.	20.47%	
	R ²	0.49	
	P	0.62 n.s.	

4.1.3 Rendimiento de mazorcas sin tuza

De acuerdo al modelo utilizado, en esta variable no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, Poliquel, Brexil y superaron a la media.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de mazorcas sin tuza. Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Rendimiento por parcela útil (kg/9m ²)	Rendimiento por hectárea (t/ha)
1	Poliquel Zinc	8.0	8.91
2	Kelatex Zinc	7.1	7.89
3	Brexil Zinc	8.0	8.89
4	Chelafarm Zinc	7.2	8.04
5	Sulfato de Zinc	7.4	8.19
6	Testigo	7.9	8.81
	Media	7.61	Media 8.46
	Desviación estándar	1.67	Desviación estándar 1.85
	C. V.	18.84%	
	R ²	0.52	
	P	0.88 n.s.	

4.1.4 Longitud de la mazorca sin tuza

Para esta variable se observa que el testigo tuvo mazorcas más largas. Poliquel y Brexil también superan la media. No se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), para esta variable.

Cuadro 5. Longitud promedio de la mazorca sin tuza, Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Largo de la mazorca sin tuza (cm)
1	Poliquel Zinc	18.83
2	Kelatex Zinc	18.55
3	Brexil Zinc	18.73
4	Chelafarm Zinc	18.30
5	Sulfato de Zinc	18.45
6	Testigo	18.95
Media		18.63
Desviación estándar		0.46
C. V.		2.62%
R ²		0.27
P		0.45 n.s.

4.1.5 Diámetro de la mazorca sin tuza

Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas. Se observó que no hubo diferencia entre Poliquel, Kelatex, Brexil y Sulfato y que el mayor diámetro se obtuvo con el sulfato, pero no mostró diferencia con Brexil, Kelatex, ni con Poliquel, los cuales lo seguían en orden descendente y sí mostró diferencia con el testigo y Chelafarm los que fueron similares presentando menor diámetro, el testigo fue diferente estadísticamente sólo del Sulfato y del Brexil.

La obtención de diámetros mayores con el uso de Sulfato y Brexil, pudo deberse, según lo mencionado por Kass (1996), a un aumento en la producción de aurículas y estas son responsables de un aumento en el volumen celular de las plantas.

Cuadro 6. Diámetro promedio de la mazorca sin tuza, Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Diámetro de la mazorca sin tuza (mm)
1	Poliquel Zinc	44.1 abc
2	Kelatex Zinc	44.3 ab
3	Brexil Zinc	44.8 a
4	Chelafarm Zinc	43.1 c
5	Sulfato de Zinc	44.9 a
6	Testigo	43.2 bc
Media		44.03
Desviación estándar		1.02
C. V.		1.63%
R ²		0.68
P		0.009 **

4.1.6 Sólidos solubles totales del grano

Con los datos obtenidos para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas. Cuando se realizó la separación de medias no se encontró diferencia significativa del testigo con Sulfato, Poliquel ni con Brexil sin embargo fueron los que tuvieron grados brix más altos, los más bajos fueron Chelafarm y Kelatex. Al no existir diferencia significativa entre el testigo y los primeros lugares no se puede afirmar que hubo un efecto de las aplicaciones de Zn sobre los sólidos solubles totales del grano.

Cuadro 7. Grados brix del grano. Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Promedio de grados brix del grano
1	Poliquel Zinc	13.1 a
2	Kelatex Zinc	12.2 b
3	Brexil Zinc	13.0 a
4	Chelafarm Zinc	12.3 b
5	Sulfato de Zinc	13.2 a
6	Testigo	12.8 a
Media		12.76
Desviación estándar		0.53
C. V.		2.58%
R ²		0.75
P		0.002**

4.1.7 Altura de la planta (de la base hasta la parte terminal de la flor masculina)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para esta variable lo que indica que las aplicaciones de Zn no tuvieron efecto sobre la altura de la planta y esto es debido a que no existe deficiencia de este nutriente.

Cuadro 8. Altura promedio de las plantas (m). Zona III, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Altura promedio
1	Poliquel Zinc	1.50
2	Kelatex Zinc	1.52
3	Brexil Zinc	1.57
4	Chelafarm Zinc	1.52
5	Sulfato de Zinc	1.57
6	Testigo	1.55
Media		1.54
Desviación estándar		0.08
C. V.		4.69%
R ²		0.43
P		0.65 n.s.

4.2 RESULTADOS AGRONOMICOS DEL ENSAYO DE ZONA II

4.2.1 Número de mazorcas

Diferente a lo ocurrido en zona III, para esta variable fue con el testigo que se obtuvo el mayor número de mazorcas pero tanto Brexil como Chelafarm superaron las medias por parcela útil, pero no se encontraron diferencias significativas para esta variable.

Cuadro 9. Número promedio de mazorcas con tuza. Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Número de mazorcas por parcela útil (9m ²)	Número de mazorcas por hectárea
1	Poliquel Zinc	32	35,000
2	Kelatex Zinc	33	36,390
3	Brexil Zinc	35	38,330
4	Chelafarm Zinc	34	37,780
5	Sulfato de Zinc	32	35,560
6	Testigo	36	39,720
Media		33.42	Media 37,130
Desviación estándar		3.97	Desviación estándar 4,407
C. V.		10.93%	
R ²		0.45	
P		0.58 n.s.	

4.2.2 Rendimiento de mazorcas con tuza

En esta variable con sulfato se obtuvieron los mejores rendimientos, Brexil, Poliquel, y el testigo también superaron la media por parcela útil y por ha, este ensayo en promedio tuvo menores rendimientos que el de zona III. Para este parámetro no se encontraron diferencias estadísticas

Cuadro 10. Rendimiento promedio de mazorcas con tuza. Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Rendimiento por parcela útil (kg/9m ²)	Rendimiento por hectárea (t/ha)
1	Poliquel Zinc	9.7	11.30
2	Kelatex Zinc	9.1	11.21
3	Brexil Zinc	10.1	10.91
4	Chelafarm Zinc	8.8	10.82
5	Sulfato de Zinc	10.2	10.07
6	Testigo	9.8	9.80
Media		9.62	Media 10.69
Desviación estándar		1.57	Desviación estándar 1.75
C. V.		10.93%	
R ²		0.32	
P		0.79 n.s.	

4.2.3 Rendimiento de mazorcas sin tuza

Los datos obtenidos para esta variable muestran que el testigo al igual que Kelatex produjeron los mejores rendimientos sin tuza, pero no se encontró diferencia estadística significativa.

Los rendimientos obtenidos en este ensayo fueron menores a los de zona III posiblemente debido a diferencias en fertilidad de suelo y diferencias en el manejo.

Cuadro 11. Rendimiento promedio de mazorcas sin tuza. Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Rendimiento por parcela útil (kg/9m ²)	Rendimiento por hectárea (t/ha)
1	Poliquel Zinc	6.1	6.81
2	Kelatex Zinc	7.2	8.02
3	Brexil Zinc	7.1	7.85
4	Chelafarm Zinc	6.9	7.66
5	Sulfato de Zinc	7.1	7.80
6	Testigo	7.2	8.04
	Media	6.93	Media 7.70
	Desviación estándar	2.37	Desviación estándar 1.18
	C. V.	17.47%	
	R ²	0.18	
	P	0.80 n.s.	

4.2.4 Longitud de la mazorca sin tuza

En este ensayo igual que en zona III el testigo produjo las mazorcas de mayor longitud. Cuando se analizaron los datos obtenidos para esta variable se encontró que no hubo diferencia estadística significativa.

Cuadro 12. Longitud promedio de la mazorca sin tuza. Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Largo de la mazorca sin tuza (cm)
1	Poliquel Zinc	17.92
2	Kelatex Zinc	17.65
3	Brexil Zinc	17.43
4	Chelafarm Zinc	17.92
5	Sulfato de Zinc	17.88
6	Testigo	18.00
	Media	17.80
	Desviación estándar	0.68
	C. V.	2.72
	R ²	0.68
	P	0.55 n.s.

4.2.5 Diámetro de la mazorca sin tuza

Para esta variable Poliquel produjo las mazorcas con mayor diámetro pero Brexil, Sulfato y el testigo también superaron la media, sin embargo, el análisis de este parámetro mostró que no existen diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 13. Diámetro promedio de la mazorca sin tuza. Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Diámetro de la mazorca sin tuza (mm)
1	Poliquel Zinc	45.1
2	Kelatex Zinc	43.8
3	Brexil Zinc	44.7
4	Chelafarm Zinc	43.0
5	Sulfato de Zinc	44.6
6	Testigo	44.9
Media		44.32
Desviación estándar		1.21
C. V.		2.13%
R ²		0.60
P		0.054 n.s.

4.2.6 Sólidos solubles totales del grano

En este caso fue el Kelatex el que resultó con los grados brix más altos, el testigo y Poliquel superaron la media, sin embargo, para este parámetro no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 14. Grados brix del grano. Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Promedio de grados brix del grano
1	Poliquel Zinc	14.2
2	Kelatex Zinc	15.2
3	Brexil Zinc	14.1
4	Chelafarm Zinc	13.4
5	Sulfato de Zinc	13.9
6	Testigo	14.2
Media		14.15
Desviación estándar		0.93
C. V.		5.38%
R ²		0.57
P		0.10 n.s.

4.2.7 Altura de la planta (de la base de la planta hasta la parte terminal de la flor masculina)

En este ensayo se observó que en promedio las plantas fueron más bajas, el tratamiento con Chelafarm resultaron las plantas de mayor altura, sin embargo, no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

Cuadro 15. Altura promedio de las plantas, Zona II, Zamorano, 1999.

No.	Tratamiento	Altura promedio (m)
1	Poliquel Zinc	1.48
2	Kelatex Zinc	1.44
3	Brexil Zinc	1.42
4	Chelafarm Zinc	1.49
5	Sulfato de Zinc	1.45
6	Testigo	1.45
Media		1.45
Desviación estándar		0.06
C. V.		4.10%
R ²		0.25
P		0.57 n.s.

4.3 ANALISIS ECONOMICO

4.3.1 Presupuesto parcial para los tratamientos

El objetivo de este presupuesto fue hacer un análisis de las ventajas o desventajas de los tratamientos con relación al testigo que es el manejo habitual. Este análisis se realizó siguiendo la metodología propuesta por el CIMMYT (1988). Este método ayuda a determinar cual es el mejor tratamiento, al comparar los costos diferenciales y los beneficios netos totales de cada uno de los tratamientos. En el Anexo 15 se pueden observar, los costos comunes a todos los tratamientos, que no fueron incluidos en este análisis.

Cuadro 16. Presupuesto parcial para los diferentes tratamientos. Zamorano, 1999.

Tratamientos	Rendimiento comercial promedio	Rendimiento comercial ajustado	Ingreso bruto	Total costo diferencial	Beneficios netos marginales	Beneficios netos totales
	t/ha		L/ha			
Brexil	7.86	7.07	50,550.50	934.11	49,616.39	18,255.29
Poliquel	7.96	7.16	51,194.00	803.26	50,390.74	19,029.64
Chelafarm	8.37	7.53	53,839.50	769.55	53,069.95	21,708.85
Kelatex	7.85	7.07	50,550.50	695.53	49,854.97	18,493.87
Sulfato	8.00	7.20	51,480.00	616.58	50,863.42	19,502.32
Testigo	8.43	7.59	54,268.50	600.53	53,667.97	22,306.87

Tasa de cambio 14.50 L/\$61ar

Precio de venta 7,150.00 L/t

Los costos diferenciales entre los tratamientos fueron: el costo de la aplicación, que incluye el costo de los diferentes fertilizantes foliares más el costo de mano de obra de la aplicación y los costos de la mano de obra de cosecha que variaron según el rendimiento (Anexo 16).

Los beneficios brutos se calcularon multiplicando el precio de venta por rendimiento ajustado a un 10%, este ajuste se realizó con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el rendimiento de una explotación comercial debido más que todo al tamaño de la parcela y al manejo minucioso del cultivo en experimento.

El precio de venta es un promedio de los precios de mercado en los meses de agosto y septiembre, meses en que se comercializó. El promedio fue de 7.15 L/kg el que se utilizó como precio de referencia.

De acuerdo con la metodología del CIMMYT (1988), los cálculos de beneficios netos se basan únicamente en los costos diferenciales de cada tratamiento; pero para hacer una recomendación económica más completa se tomaron en cuenta todos los costos de producción, para obtener los beneficios netos totales de cada tratamiento se restaron los costos comunes (Anexo 15), a los beneficios netos marginales (Cuadro 16).

4.3.2. Análisis de dominancia

Todos los tratamientos resultaron dominados por el tratamiento testigo, es decir, que los fertilizantes foliares incurren en costos diferenciales más altos y beneficios netos más bajos (Cuadro 17).

4.3.3 Análisis marginal

Este análisis muestra cómo los beneficios netos de un tratamiento aumentan o disminuyen al aumentar la inversión, es decir lo que se espera generar al incrementar los gastos al cambiar del manejo habitual o testigo a la utilización de los fertilizantes foliares evaluados. Por ejemplo al pasar del manejo habitual, que es el testigo, a usar Sulfato, se deja de ganar L. 174.74 por cada L. invertido en Sulfato y sucesivamente Kelatex en lugar de sulfato se deja de ganar L. 12.77 por cada L. invertido en Kelatex, y así sucesivamente con los demás (Cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis marginal. Zamorano 1999.

Tratamientos	Total costo diferencial	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios marginales	Tasa de retorno marginal
			L/ha		
Testigo	600.53		53,667.97		
Sulfato	616.58	16.05	50,863.42	-2,804.55	-174.74
Kelatex	695.53	78.95	49,854.97	-1,008.45	-12.77
Chelafarm	769.55	74.02	53,069.95	3,214.98	43.43
Poliquel	803.26	33.71	50,390.74	-2,679.21	-79.48
Brexil	934.11	130.85	49,616.39	-774.35	-5.92

En el Cuadro 18 se observa que el testigo tuvo la mejor rentabilidad, esto debido a que los costos totales fueron menores.

Cuadro 18. Resumen de resultados de rentabilidad para cada tratamiento. Zamorano 1999

Tratamientos	Costos comunes	Costos diferenciales	Costos totales L/ha	Ingresos brutos	Beneficios netos	Rentabilidad %
Testigo	31,361.10	600.53	31,961.63	54,268.50	22,306.87	69.79
Sulfato	31,361.10	616.58	31,977.68	51,480.00	19,502.32	60.99
Kelatex	31,361.10	695.53	32,056.63	50,550.50	18,493.87	57.69
ChelaFarm	31,361.10	769.55	32,130.65	53,839.50	21,674.14	67.46
Poliquel	31,361.10	803.26	32,164.36	51,194.00	19,029.64	59.16
Brexil	31,361.10	934.11	32,295.21	50,550.50	18,255.29	56.53

5. CONCLUSIONES

De los datos obtenidos en el experimento y bajo las condiciones en las que se llevó a cabo se puede concluir lo siguiente:

1. La aplicación de Zn a través de los fertilizantes foliares probados, no tuvo ningún efecto en el rendimiento agronómico en los dos ensayos.
2. Todos los tratamientos resultaron dominados por el tratamiento testigo, es decir, que los fertilizantes foliares incurren en costos diferenciales más altos y en beneficios netos más bajos, también el tratamiento testigo fue el más rentable.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar aplicaciones de Zn a maíz dulce en base a análisis de suelo y a los requerimientos del cultivo.
2. Para las condiciones de Zamorano no se recomienda aplicar Zn en forma foliar al maíz dulce ya que los niveles de este elemento son normales en el suelo y la aplicación de éste no tiene efecto en el rendimiento y como consecuencia ocurren aumentos los costos de producción.

7. BIBLIOGRAFIA

- AVILA, C. A. 1999. Evaluación de seis insecticidas y dos métodos de aplicación para el control de gusano clotero (*Helicoverpa zea* Boddie) en el cultivo de maíz dulce. Tesis de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 37 p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D. F., México; CIMMYT. P. 80 p.
- DOMINGUEZ, A. 1997. Tratado de Fertilización. 3 ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 613 p.
- EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S. 1988. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza Flores. 3 ed. México, D. F., México, Continental. 575 p.
- ESTRADA, M. R. 1999. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y tamaño de la mazorca en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. var. Rugosa) en "El Zamorano" Honduras. Tesis de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 33 p.
- ESPINOSA, S. 1994. Efecto de diez densidades de siembra sobre el rendimiento en el cultivo de jilote (*Zea mays* L.) c. v. "Golden Baby" en El Zamorano. Tesis de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 50 p.
- FAGERIA, N. K. 1992. Maximizing crop yields. New York, USA. Marcel Dekker, INC. 274 p.
- FHIA. 1995. Informe Anual. La Lima, Honduras. 70 p.
- GLACONI, V.; ESCAFF, M. 1997. Cultivo de hortalizas. 12 ed. Santiago de Chile, Chile. Universitaria. 337 p.
- GRAHAM, R. D.; WELCH, R. M. 1994. Breeding for Staple-Food Crops with High Micronutrient Density: Long-Term Sustainable Agricultural Solutions to Hidden Hunger in Developing Countries. "Food Policy and Agricultural Technology to Improve Diet Quality and Nutrition". CGIAR Centers. IFPRI USAID. 118 P

- KASS, D. 1996. Fertilidad de Suelos. Ed. por Jorge Nuñez. San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. 233 p.
- KHASAWNEH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E. J. 1986. The role of phosphorus in agriculture. USA. American Society of Agronomy. 910 p.
- LORENZ, O. A.; MAYNARD, D. N. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. 2 ed. New York, USA, Willey-Interscience Publication. 390 p.
- MARSCHER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2 ed. New York, USA, Harcourt Brace. 889 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. 1987. Principles of plant nutrition. 4 ed. Switzerland. International Potash Institute. 687 p.
- MONTES, A. 1996. Cultivo de hortalizas en el trópico. Departamento de Horticultura. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 208 p.
- MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. 1983. Micronutrientes en agricultura. Trad. por Cristina Vaqueiro Garibay. México D. F., México, AGT. 742 p.
- SANCHEZ, J. A. 1993. Análisis económico de la respuesta del maíz dulce (*Zea mays* var. Golden Baby) en jilotillo a la fertilización nitrogenada y fosforada en la E.A.P. Tesis de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 58 p.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. 1993. Soil fertility and fertilizers. 5 ed. USA, Macmillan. 634 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para el número de mazorcas con tuza por parcela útil (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	674.17	224.722	11.63	0.0003 **
Tratamientos	5	75.83	15.167	0.78	0.5762 n.s.
Error	15	289.83	19.322		
Total	23	1039.83			

** Altamente significativo

n.s. No significativo

Anexo 2. Análisis de varianza para rendimiento de mazorcas con tuza por parcela útil (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	278.10	92.698	3.55	0.0402 *
Tratamientos	5	93.69	18.738	0.72	0.6198 n.s.
Error	15	391.41	26.094		
total	23	763.20			

* Significativo.

n.s. No significativo.

Anexo 3. Análisis de varianza para el rendimiento de mazorcas sin tuza por parcela útil (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	142,96	47,655	4,79	0,0156 *
Tratamientos	5	16,98	3,396	0,34	0,8801 n.s.
Error total	15	149,36	9,957		
	23	309,30			

* Significativo.

n.s. No significativo.

Anexo 4. Análisis de varianza para longitud de la mazorca sin tuza (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	0,16	0,053	0,22	0,8779 n.s.
Tratamientos	5	1,19	0,238	1,00	0,4509 n.s.
Error total	15	3,57	0,238		
	23	4,91			

n.s. No significativo.

Anexo 5. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca sin tuza (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	4,35	1,451	2,83	0,0737 n.s.
Tratamientos	5	11,92	2,383	4,66	0,0092 **
Error total	15	7,68	0,512		
	23	23,95			

** Altamente significativo.

n.s. No significativo.

Anexo 6. Análisis de varianza para los sólidos solubles totales del grano (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	1.40	0.468	4.32	0.0220 *
Tratamientos	5	3.45	0.690	6.37	0.0023 **
Error total	15	1.62	0.108		
	23	6.48			

* Significativo.

** Altamente significativo.

Anexo 7.. Análisis de varianza para la altura de la planta (zona III).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	0.04	0.014	2.65	0.0866 n.s.
Tratamientos	5	0.02	0.003	0.67	0.6529 n.s.
Error total	15	0.08	0.005		
	23	0.14			

n.s. No significativo.

Anexo 8 Análisis de varianza para el número de mazorcas por parcela útil (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	109.50	36.500	2.74	0.0802 n.s.
Tratamientos	5	52.33	10.467	0.78	0.5762 n.s.
Error total	15	200.00	13.333		
	23	361.83			

n.s. No significativo.

Anexo 9. Análisis de varianza para el rendimiento de mazorcas con tuza por parcela útil (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	59.41	18.803	1.59	0.2341 n.s.
Tratamientos	5	29.53	5.907	0.47	0.7904 n.s.
Error	15	187.14	12.476		
total	23	276.08			

n.s. No significativo.

Anexo 10. Análisis de varianza para el rendimiento de mazorcas sin tuza por parcela útil (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	6.47	2.156	0.30	0.8221 n.s.
Tratamientos	5	16.53	3.306	0.47	0.7955 n.s.
Error	15	106.38	7.092		
total	23	129.38			

n.s. No significativo.

Anexo 11. Análisis de varianza para longitud de la mazorca sin tuza (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	5.77	1.924	8.23	0.0018 **
Tratamientos	5	0.96	0.192	0.82	0.5534 n.s.
Error	15	3.51	0.234		
total	23	10.24			

** Altamente significativo.

n.s. No significativo.

Anexo 12. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca sin taza (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	7.86	2.620	2.94	0.0673 n.s.
Tratamientos	5	12.59	2.519	2.82	0.0543 n.s.
Error	15	13.38	0.892		
total	23	33.83			

n.s. No significativo.

Anexo 13. Análisis de varianza para los sólidos solubles totales del grano (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	4.70	1.567	2.71	0.0823 n.s.
Tratamientos	5	6.64	1.328	2.29	0.0975 n.s.
Error	15	8.68	0.579		
total	23	20.02			

n.s. No significativo.

Anexo 14. Análisis de varianza para la altura de la planta (zona II).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F calculado	Probabilidad Pr > F
Repeticiones	3	0.01	0.003	0.76	0.5318 n.s.
Tratamientos	5	0.01	0.003	0.79	0.5714 n.s.
Error	15	0.05	0.004		
total	23	0.08			

n.s. No significativo.

Anexo 15. Costos comunes de producción para los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz dulce c. v. "Challenger" (L/ha) Zamorano 1999.

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arado	2	Hora	215.45	430.90
Rastreado	2	Hora	215.45	430.90
Surcado	1	Hora	215.45	215.45
SUBTOTAL PREPARACION DE SUELO				1,077.25
Urea	90	Kilogramo	2.20	198.00
Plantulas	46,620	Plantula	0.50	23,310.00
SUBTOTAL INSUMOS				23,508.00
Lannate	0.4	Kilogramo	740.20	296.10
Volaton	18.0	Libra	38.70	696.60
Talstar	0.6	Litro	992.80	595.70
Dipel	1.0	Litro	364.70	364.70
Xentari	5.0	Libra	317.05	1,585.25
Adherente	0.3	Litro	46.90	14.10
SUBTOTAL PLAGUICIDAS				3,552.45
Siembra	80	Hora/hombre	5.63	450.40
Fertilización	110	Hora/hombre	5.63	619.30
Deshierba	200	Hora/hombre	5.63	1,126.00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				2,195.70
Riego	65	Hora/hombre	5.63	366.00
Bomba	65	Hora/bomba	10.18	661.70
SUBTOTAL RIEGO				1,027.70
TOTAL DE COSTOS COMUNES				31,361.10

Anexo 16. Costos diferenciales para los tratamientos (L/ha) Zamorano 1999.

Tratamientos	Costo del fertilizante (1)	Costo de mano de obra (2)	Costo de aplicación (1 + 2)	Costo de cosecha*	Total costo diferencial
Brexil	300.00	37.50	337.50	596.61	934.11
Poliquel	205.20	37.50	242.70	560.56	803.26
Chelafarm	172.50	37.50	210.00	559.55	769.55
Kelatex	91.00	37.50	128.50	567.03	695.53
Sulfato	9.20	37.50	46.70	569.88	616.58
Testigo	0	0	0	600.53	600.53

* Costo por hora de mano de obra L'5.63

Tasa de cambio 14.50 L por dólar

ZAMORANO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: DANIEL AGUILAR
 Institución: HORTICULTURA
 Localización: Aldea: Municipio
 de la muestra: ZAMORANO
 Departamento: FCO. MORAZAN
 Cultivo a sombrar:
 Recomendación: SI No X

RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 17/6/99
 Fecha de salida: 27/99

Interpretación:

A=Alto pH

M=Medio

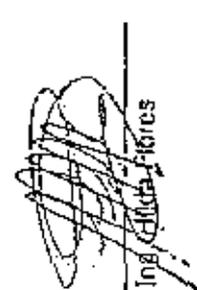
B=Bajo

LA= Levemente Acido

N= Normal

N/A= Normal/Alto

# Lab.	Muestra	Textura	Arena	Limo	Arcilla	pH	M.O. (%)	N (%)	ppm (Disponible)												
									P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B			
773	Lote 40 Zona 3					6.05	1.33	0.10	A	A	A	B	B	N	A	M/A	N	1.7			

Responsable: 
 Ing. Química

Jefe Lab. 
 Dra. Ana Margoth de Andrews

Anexo 18. Análisis de suelo para el ensayo de zona II

ZAMORANO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: DANIEL AGUILAR
 Institución: HORTICULTURA
 Localización: Aidea Municipio
 de la muestra: ZAMORANO
 Departamento: FRANCISCO MORAZAN
 Cultivo a sembrar:
 Recomendación: Si No X

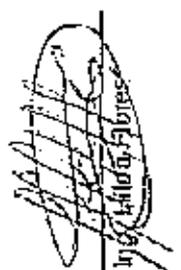
RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 03/08/99
 Fecha de salida: 17/08/99

Interpretación:

A=Alto pH FA=Fuertemente Acido
 M=Medio
 B=Bajo
 N=Normal
 N/A=Normal/Alto

# Lab	Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H ₂ O)	% M.O.	N total	ppm (Disponible)									
									P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
931	Lote # 11 Zona # 2					FA 5.13	M 2.08	B 0.09	A 103	A 194	A 1455	B 97	N 36	N/A 2.4	A 95	A 20	N 2.2	N 0.79


Ing. Hilda Flores

Jefe Lab 
Dra. Ana Margarita Andrews