

**Efecto del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las
características de germinación, vigor,
crecimiento radicular y plúmula de semillas
de maíz (*Zea mays*) en comparación con otros
insecticidas comerciales**

Sergio Bocanegra Dalponte

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las
características de germinación, vigor,
crecimiento radicular y plúmula de semillas
de maíz (*Zea mays*) en comparación con otros
insecticidas comerciales**

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

Presentado por:

Sergio Bocanegra Dalponte

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

Efecto del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las características de germinación, vigor, crecimiento radicular y plúmula de semillas de maíz (*Zea mays*) en comparación con otros insecticidas comerciales

Presentado por:

Sergio Bocanegra Dalponte

Aprobado:

Edward Moncada Barahona, M.A.E.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Jaime Nolasco, M.A.E.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Bocanegra, S. 2010. Efecto del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las características de germinación, vigor, crecimiento radicular y plúmula de semillas de maíz (*Zea mays*) en comparación con otros insecticidas comerciales. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 30 p.

Cruiser[®] 35 FS (i.a. tiamethoxam) es un insecticida, al cual se le han realizado estudios para la aplicación en semillas obteniendo altos rendimientos. Con el objetivo de determinar el efecto del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las características de germinación, vigor y crecimiento en las semillas de maíz (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*), en comparación con 3 diferentes insecticidas (Semevin[®] 35 FS, Gaucho[®] 60 FS, K-Obiol[®] F), y 1 fungicida (Maxim[®] XL), en la Planta de Semillas de Zamorano. Se utilizó un diseño DCA con 4 repeticiones para las variables porcentaje de germinación a los 7 días después de la siembra y vigor luego de someter los tratamientos a una temperatura de 40 ° C y <95% HR. Obteniendo 24 UE por experimento, se utilizó un BCA con análisis de medidas repetidas en el tiempo para crecimiento de radícula y plúmula. Las evaluaciones se hicieron a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra. Se evaluaron 6 tratamientos con 3 repeticiones en las tres pruebas obteniendo 76 UE. Los resultados demostraron que Cruiser[®] 35 FS no tuvo un efecto estadísticamente significativo ($P>0.05$) en las semillas de maíz (*Zea mays*), 97.28% germinación en laboratorio y 93.66% en invernadero, asimismo 94.50% de vigor. En el desarrollo de radícula (cm) y plúmula (cm), Cruiser[®] 35 FS no tuvo un desarrollo superior a otros tratamientos, obteniendo resultados, al día 7 (15.52, 7.37), día 14 (27.47, 34.92), día 21 (28.73, 44.43), día 28 (36.45, 45.98). El análisis marginal mostró que una bolsa de 25 kg. está valorada L. 483.85.

Palabras clave: Gaucho[®] 60 FS, Insecticida, K-Obiol[®] F, Maxim[®] XL, Semevin[®] 35 FS, Tratamiento de Semillas.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	2v
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
5. CONCLUSIONES.....	27
6. RECOMENDACIONES.....	28
7. LITERATURA CITADA.....	29

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Página
1. Descripción de los diferentes Tratamientos.		11
2. Tratamientos Químicos de las Semillas.		11
3. Diseño Experimental.		13
4. Evaluación del efecto de 5 tratamientos y un testigo en el porcentaje de germinación en laboratorio de semillas de maíz.		15
5. Evaluación del efecto de 5 tratamientos y un testigo en el porcentaje de germinación en invernadero de semillas de maíz.		16
6. Evaluación del efecto de 5 tratamientos en el vigor de envejecimiento acelerado en semillas de maíz.		17
7. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz al día 7 después de la siembra.		20
8. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz al día 7 después de la siembra.		21
9. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz al día 14 después de la siembra.		21
10. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz al día 14 después de la siembra.		22
11. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz al día 21 después de la siembra.		22
12. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz al día 21 después de la siembra.		23
13. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz al día 28 después de la siembra.		24
14. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz al día 28 después de la siembra.		24
15. Costos de los Productos Químicos para el Tratamiento de Semilla de maíz.		25
16. Costos de semillas de maíz tratada con las 5 diferentes dosis químicas.		25
Figura		Página
17. Desarrollo de radícula de plántulas con cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en maíz.		18
18. Desarrollo de plúmula de plántulas con cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en maíz.		19

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el rubro de las semillas está tomando un papel importante en la economía de los países, principalmente los países desarrollados. Es por eso que empresas grandes e importantes están infiltrándose en países de tercer mundo para ayudar en la producción, mejoramiento, manejo y procesamiento de las mismas. Hoy en día, Honduras es un país productor de semillas básicas. Según el manual de Mapeo de Semillas de Maíz y Frijol (2009), en Centroamérica Honduras contribuye con aéreas que varían alrededor de 395,000 ha para el cultivo de maíz, como es de conocimiento, una área muy importante es el acondicionamiento de la semillas, en la cual ésta es tratada para su almacenamiento y protección al momento de la siembra; para esto algunas empresas productoras de semilla, con el propósito de dar un valor agregado a sus productos finales utilizan productos químicos que tienen como finalidad mejorar el control de ciertos insectos y patógenos presentes en el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos.

La empresa Syngenta® es una empresa multinacional que en compañía de otros laboratorios crearon el producto Cruiser® 35 FS, un insecticida de acción sistemática, estomacal y de contacto, ocasionando una rápida inhibición de la alimentación y del movimiento de los insectos susceptibles, ya sea para volar o caminar; su ingrediente activo es el tiamethoxam®, protege y a la vez ayuda a metabolizar la semilla, obteniendo resultados positivos de crecimiento radicular y de plúmula. Estos productos se exponen y caracterizan por ser productos de la agricultura moderna ayudando al productor, obteniendo así mejores rendimientos de cosecha.

Según Syngenta® (2006), Cruiser® 35 FS es un producto de alta calidad, que no tiene problemas con residuales en campo, y tampoco es nocivo para el ser humano. Este producto compite con otros productos comerciales como lo son: K-Obiol® F, Marshall®, Gaucho® 60 FS, entre otros.

Es importante mencionar que hoy en día la producción de semillas de maíz a nivel centroamericano está convirtiéndose una competencia ardua, y por esta razón darle el valor agregado a la semillas de maíz utilizando productos químicos puede resultar en una ganancia. Según Triana (2008), el objetivo de los productos químicos para el tratamiento de semillas es mejorar el control de las plagas más comunes presentes en el suelo, incrementando así el rendimiento de cultivos, a través del correcto establecimiento de plantas sanas y vigorosas. Sin embargo, no hay que dejar atrás el impacto que tiene sobre el medio ambiente y la higiene y seguridad de los trabajadores y agricultores. Este tema está siendo tomado con mucha precaución por que ahora existe una nueva tendencia a producir de una manera eficaz y eficiente con los recursos.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Planta de Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano desde el año 2007 hasta ahora ha obtenido un mejor desempeño en cuanto utilidades y uso de sus recursos, actualmente la capacidad de planta está llegando a su máxima capacidad, esto no limita la búsqueda de maximización de utilidades y mejora continua, es por eso que la búsqueda de nuevos productos y nuevas tendencias es una de las oportunidades correctas. La Planta de Acondicionamiento de Semillas de la “EAP”, Zamorano tiene una cartera de productos amplia, entre los cuales se encuentra: semilla de maíz, frijol y sorgo, las cuales se comercializan como semillas certificadas y tratadas únicamente con los productos químicos K-Obiol[®] F y Maxim[®] XL.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Antecedentes del estudio

En la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano, anteriormente se han realizado estudios sobre el efecto individual de diferentes productos químicos entre los cuales se encuentra: Cruiser[®] 35 FS, Gaucho[®] 60 FS, Semevin[®] 35 FS, Marshall[®] y K-Obiol[®] F en las semillas de frijol y maíz, principalmente productos que ayudan e influyen en las características de germinación y vigor al momento de la siembra. Triana (2008), realizó un estudio sobre el insecticida Cruiser[®] 35 FS aplicado a semillas de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), a su vez Lazo (1989), también realizó un estudio en la “EAP”, Zamorano donde evaluó tres fungicidas (Maxim[®] XL, K-Obiol[®] F y Busan[®]) y tres dosis de aplicación en el tratamiento de semillas de maíz (*Zea mays*) utilizando el producto químico Busan[®] el cual fue utilizado en el tratamiento de las semillas que la “EAP” producía durante varios años consecutivos.

1.2.1 Antecedentes de Tratamiento de Semillas

El papel que juega el tratamiento de semillas en la alimentación mundial se remonta a la época romana y egipcia, el cual consistía en el uso de savia de cebolla (*Allium spp.*) para el almacén de semillas. Según el Comité de Medio Ambiente de la Federación Internacional de Semillas (1999), en la edad media las semillas eran tratadas con estiércol líquido y sales de cloro. Los tratamientos con aguas saladas han sido utilizados hasta mediados del siglo XVII y los primeros productos clorados fueron introducidos alrededor de 1750. La tecnología aún hoy de los tratamientos con agua caliente está documentada desde 1765 en Wittenberg, Alemania. Las semillas eran colocadas en agua a 45° C por 2 horas, lo que proveía el control de ciertos patógenos superficiales

Cruiser[®] 35 FS es un insecticida cuyo ingrediente activo es tiamethoxam[®], al cual se le han realizado pruebas y estudios para la utilización en acondicionamiento de semillas. Canadá, Brasil, Australia, India y Estados Unidos han utilizado el insecticida Cruiser[®] 35 FS en mezclas con fungicidas, aplicado a materiales híbridos y transgénicos de alto rendimiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La importancia de este estudio no es solamente determinar el efecto del insecticida en las características de germinación y vigor de las semillas, sino también determinar si la aplicación del producto Cruiser[®] 35 FS es rentable y viable técnicamente para la Planta de Acondicionamiento de Semillas, Zamorano. Como se menciona en los antecedentes, anteriormente se realizó un estudio con el mismo propósito, pero los resultados no fueron los esperados, ya que se obtuvo resultados estadísticos donde existió una diferencia significativa en comparación a los productos: Gaucho[®] 60 FS, Semevin[®] 35 FS, Marshall[®] y K-Obiol[®] F, es por eso que nuevamente se retomó el estudio con nuevas alteraciones de tiempo para obtener resultados más específicos, satisfactorios y con la diferencia de la adición de nuevas variables.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

El estudio fue realizado bajo las condiciones del Laboratorio de Semillas de la Planta de Acondicionamiento de Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Determinar el efecto del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las características de germinación, vigor y crecimiento en las semillas de maíz (*Zea mays. variedad: tuxpeño*) en comparación con 3 diferentes insecticidas (Semevin[®] 35 FS, Gaucho[®] 60 FS, K-Obiol[®] F) y 1 fungicida (Maxim[®] XL) utilizando 6 tratamientos diferentes.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el porcentaje de germinación, vigor, crecimiento de plúmulas y radículas de las semillas de maíz (*Zea maíz. variedad: tuxpeño*), tratadas con los siguientes tratamientos: Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS, Maxim[®] XL/Semevin[®] 35 FS, Maxim[®] XL/Gaucho[®] 60 FS, Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F y Cruiser[®] 35 FS individualmente.
- Durante el desarrollo de las plántulas de maíz (*Zea maíz. variedad: tuxpeño*), se evaluará la reacción del insecticida Cruiser[®] 35 FS en las diferentes etapas de la siembra a los 7, 14, 21 y 28 días con base en los diferentes tratamientos utilizados.
- Determinar el rendimiento del insecticida Cruiser[®] 35 FS comparado con los productos que actualmente se utilizan en la Planta de Semillas de Zamorano, los cuales son: K-Obiol[®] F y Maxim[®] XL.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PRUEBAS PARA EL ENSAYO

2.1.1 Análisis de Semillas

El manejo de las semillas constituye una herramienta clave en la preservación y almacenamiento de las mismas. Toda empresa dedicada al rubro de la producción y procesamiento de semillas debe estar íntimamente ligada a la utilización de métodos analíticos para evaluar la calidad del producto que es almacenado, que permitan tomar decisiones en el momento adecuado ante cualquier inconveniente que afecte de manera directa la semilla. Para poder validar la calidad de las semillas es necesario someterlas a varios análisis que permitan conocer sus cualidades y su estado. Para ellos se han establecido reglas internacionales para ensayo de semillas que puedan validarse en cualquier parte del mundo. Entre las pruebas más importantes a realizar en semillas están: análisis de germinación, análisis de vigor, pureza física, porcentaje de daño, pureza varietal y análisis de humedad (International Seed Testing Association 2010).

2.1.2 Prueba de Germinación

El propósito de toda semilla es germinar, en la cual el embrión contenido en ella se transforma en una nueva planta. Para que esto ocurra las semillas deben encontrarse en presencia de los siguientes factores: temperatura adecuada, humedad, medio ambiente gaseoso (N, O₂, CO₂), y en algunos casos luz. En un ensayo realizado en laboratorio se define la germinación como la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla. Dentro del porcentaje de germinación las semillas permanecen por un tiempo específico suficiente para desarrollarse como plántulas, las que a su vez son clasificadas en: normales, anormales, duras y muertas (Post-cosecha 1993).

El objetivo de la prueba de la germinación es determinar el potencial máximo de germinación de un lote de semillas, a su vez se puede utilizar para comparar la calidad de distintos lotes y estimar un valor de siembra en campo (ISTA 2010).

La prueba bajo condiciones de campo es normalmente insatisfactoria, pues los resultados no se pueden repetir con confiabilidad. Los métodos del laboratorio, por lo tanto, se han desarrollado en los cuales las condiciones externas se controlan para tener una germinación más regular, rápida y completa para la mayoría de las muestras de especies particulares. Las condiciones se han estandarizado para permitir que los resultados de la prueba sean reproducidos dentro de los límites, determinados por la variación de la muestra escogida al azar (ISTA 2010).

2.1.3 Prueba de Vigor

El objetivo de la prueba de vigor de las semillas es proporcionar información acerca del valor de la plantación en una amplia gama de ambientes y/o el potencial de almacenamiento de una gran cantidad de semillas. La prueba proporciona información adicional a la prueba de germinación estándar para ayudar en la diferenciación de los lotes de semillas de germinación aceptables (ISTA 2010).

Según Triana (2008), la prueba de vigor de envejecimiento acelerado fue desarrollada para soya por Delouche 1965, en el laboratorio de tecnología de semillas de la Universidad de Mississippi. El principio fundamental consiste en la exposición de pequeñas muestras de semilla a condiciones adversas por un tiempo específico, para maíz se sugiere una temperatura de 42 °C, con una humedad relativa de 100% durante 84 horas, bajo las condiciones de una cámara de envejecimiento artificial.

Según Perry (1981), las condiciones de la prueba de envejecimiento acelerado deben de ser 42°C durante 96 horas para maíz (*Zea maíz. variedad: tuxpeño*).

2.1.4 Crecimiento de Plúmula y Radícula

El estudio de las especies en estadio de plántula resulta de gran valor para encarar elevamientos, censos de vegetación, estudios morfológicos y sistemáticos. (Franceschini 2000).

El desarrollo de las plántulas se evalúa con la medición de la radícula y la plúmula a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra (ISTA 2010).

Es importante mencionar que epicótilo o plúmula, significa la parte que emerge del germen que está por encima de los cotiledones y que lleva la gémula o yema terminal, y la radícula que se encuentra en el embrión de la cual se formará la futura raíz (Bargallo et al. 2001).

2.2 PRODUCTOS QUÍMICOS

2.2.1 CRUISER

Cruiser[®] 35 FS es un insecticida de acción sistémica de amplio espectro, estomacal y de contacto, ocasionando una rápida inhibición de la alimentación y del movimiento de los insectos susceptibles, ya sea para volar o para caminar. El ingrediente activo es tiamethoxam[®]. Este insecticida es neonicotinoide de segunda generación, perteneciente al subgrupo químico de los tianicotínicos y posee propiedades químicas únicas.

Este insecticida posee acción de contacto y tiene propiedades sistémicas interfiriendo en un sitio específico del sistema nervioso del insecto, los receptores de acetilcolina, aplicado como tratamiento de semillas. Se recomienda utilizar para tratamiento de semillas 3 cc/kilogramo de semilla, de acuerdo al tipo de semilla (Syngenta 2006).

Según Triana (2008), un estudio realizado por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA 2006), propone dos hipótesis que podrían explicar la acción de Cruiser[®] 35 FS como inductor de 'vigor y productividad'. La hipótesis 1 dice que: El mayor vigor inicial y la mayor productividad de la soya están directamente relacionados con el control de las plagas. La Hipótesis 2 dice que la mejor germinación de las semillas tratadas con Cruiser[®] 35 FS se debe a una actividad más intensa de las enzimas responsables de la germinación.

Tiamethoxam[®] es distribuido en toda la semilla y la planta si se aplica a la semilla, es lentamente metabolizada en la planta y queda disponible por un largo período de tiempo. Este producto demostró excelente absorción dentro de las hojas de las plantas y es rápidamente traslocado en dirección acropétala (Syngenta 2006).

2.2.2 GAUCHO

Gaicho[®] 60 FS es un innovador insecticida para el tratamiento de semillas de cereales, forrajeras y maíz, contiene 600 g/L del ingrediente activo Imidacloprid y está formulado como "Suspensión Concentrada" para el tratamiento de semillas (FS). Perteneciente al grupo químico de los cloronicotinilos. La dosis en tratamiento de semillas es 1,6 cc/ 1000 semillas. Imidacloprid es un neonicotinoide, que es una clase de insecticida neuro-activo modelo de la nicotina. El imidacloprid es un insecticida sistémico fabricado para el control de plagas y el tratamiento de semillas que se utiliza a menudo para hacer frente a numerosos insectos, ya que es fácil de usar y comparable en costo a la mayoría de los insecticidas utilizados en el momento de la siembra (Bayer 2008).

El mecanismo de acción de Gaucho® 60 FS se basa en la interferencia de la transmisión de los estímulos nerviosos de los insectos. Su forma en su mecanismo hace que no puede ser desactivado una vez que ingresa al organismo de los insectos. Posee amplio espectro de acción, controla especialmente insectos chupadores como: áfidos, moscas blancas y cigarritas. Además controla algunos insectos de suelos cortadores de plantas de tipo coleópteros y ortópteros y de igual forma dípteros minadores de hojas, flores y frutos entre otras plagas. Gaucho® 60 FS tiene alta fito-compatibilidad en cultivos como: arroz, maíz, fréjol, soya, algodón, y otros (Bayer 2008).

2.2.3 SEMEVIN

Semevin® 35 FS es una suspensión concentrada que contiene 350 gramos de Thiodicarb por litro de producto comercial. Es un insecticida con acción rápida y residual para el tratamiento y protección de la semilla de maíz, protegiéndola desde la siembra hasta los primeros días después de su germinación. Actúa también como regulador de crecimiento, promoviendo un crecimiento más vigoroso de las plantas de maíz. La dosis para tratamiento de semillas es 500 ml de Semevin® 35 FS para 45 kg de semilla.

Semevin® 35 FS actúa también como regulador de crecimiento, promoviendo un crecimiento más vigoroso de las plantas de maíz. Es altamente efectivo sobre insectos chupadores, masticadores y perforadores. Este insecticida protege la semilla durante la etapa más crítica de los cultivos (maíz, soya y otros), que corresponde a la germinación, también ayuda al establecimiento del cultivo, es decir a tener el número óptimo de plantas por hectárea a la cosecha y a llegar a los rendimientos esperados (Bayer 2007).

2.2.4 K-OBIOL

K-Obiol® F es un insecticida para el control residual de los insectos más comunes que atacan productos almacenados. Gracias a su excelente estabilidad en condiciones de almacenamiento, ofrece una prolongada protección actuando eficazmente sobre una amplia variedad de coleópteros y lepidópteros. K-Obiol® F posee dos ingredientes activos, Deltametrina y Fenetrotion por lo que posee un doble mecanismo de acción, un muy buen efecto expulsivo y de volteo gracias a la acción potenciadora de sus dos ingredientes activos. Puede ser utilizado en todos tipos de cereales, leguminosos y oleaginosos, ya sea en forma directa al grano o semillas en sacos instalaciones, bodegas y medios de transporte. Es un Piretroide y Organofosforado formulado 6,5 g/L + 250 g/L EC (Concentrado emulsionable) (Bayer 2008).

2.2.5 MAXIM

Maxim[®] XL es una combinación de fludioxonil y mefenoxam, tiene una composición fludioxonil 2.5g/100ml y metalaxil-M 1.0 g/100ml, ha sido especialmente formulado para su uso en maíz. Su base de agua se extiende hacia la formulación de todas las partes del núcleo de maíz, proporcionando una cobertura óptima y protección. Ha obtenido el registro en todo el mundo en todos los principales países productores de maíz. Debido a las características del producto, Maxim[®] XL es el fungicida preferido para el tratamiento de semillas de empresas multinacionales.

Comercialmente se aplica a más del 90 por ciento del maíz híbrido cultivado en los Estados Unidos, Maxim[®] XL es el producto más efectivo disponible para protección contra los principales patógenos que atacan la semillas, como Pythium y Fusarium.

Maxim[®] XL utiliza dos químicos para proporcionar actividad a largo plazo contra semillas afectadas y las enfermedades transmitidas por el suelo, ayudando a promover un sano y vigoroso crecimiento de la plántula de maíz desde el principio (Syngenta 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El estudio se realizó en el Laboratorio de Semillas de la Planta de Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle de Yeguaré, localizada a 29 km. al este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras. A 14° latitud norte y 82°2' longitud oeste, se encuentra a una altura de 814 msnm, la precipitación promedio de 1,100 mm y una temperatura promedio anual de 24 °C.

3.2 MATERIALES

- Semillas de Maíz (*Zea maíz. L variedad: tuxpeño*).
- Insecticidas: Cruiser[®] 35 FS, Semevin[®] 35 FS, Gaucho[®] 60 FS y K-Obiol[®] F.
- Fungicida: Maxim[®] XL.
- Medio de Papel Kimpack.
- Medios de germinación: Suelo.
- Bolsas Plásticas.
- Jeringas de Precisión.
- 1 rollo de Cinta Adhesiva.

3.3 EQUIPO

- Germinador modelo TPM-110, Marca: Hoffman Manufacturing CO.
- Horno modelo: OV 18^a marca: Blue Electric.
- Bandejas de Aluminio.
- Canastillas Metálicas.
- Recipiente de Vidrio.
- Recipientes Plásticos.

3.4 METODOLOGÍA

Se realizaron pruebas de germinación, pruebas de vigor y se evaluó el crecimiento de la plúmula y radícula a los 7, 14, 21 y 28 días a las semillas con su respectivo tratamiento. Todas las pruebas realizadas fueron específicamente bajo las reglas del ISTA (International Seed Testing Association 2010).

Cuadro 1. Descripción de los diferentes Tratamientos.

Maíz (<i>Zea maíz. L. variedad: tuxpeño</i>) -----	TRT 1	Testigo
Maíz (<i>Zea maíz. L. variedad: tuxpeño</i>) -----	TRT 2	Maxim [®] XL / Cruiser [®] 35 FS
Maíz (<i>Zea maíz. L. variedad: tuxpeño</i>) -----	TRT 3	Cruiser [®] 35 FS
Maíz (<i>Zea maíz. L. variedad: tuxpeño</i>) -----	TRT 4	Maxim [®] XL / K-Obiol [®] F
Maíz (<i>Zea maíz. L. variedad: tuxpeño</i>) -----	TRT 5	Maxim [®] XL / Gaucho [®] 60 FS
Maíz (<i>Zea maíz. L. variedad: tuxpeño</i>) -----	TRT 6	Maxim [®] XL / Semevin [®] 35 FS

3.4.1 Muestreo

El muestreo realizado se llevó a cabo en la Planta de Acondicionamiento de Semillas, Zamorano, para el cual se tomó en cuenta todas las especificaciones de la Asociación Internacional de Ensayo de Semillas (ISTA 2010). Las muestras fueron tomadas de un lote de producción, el cual era de maíz (*Zea maíz. variedad: tuxpeño*). La intensidad del muestreo pudo variar de acuerdo con la cantidad de maíz procesada de la variedad. Cabe destacar que se trabajó con un lote de aproximadamente 2 toneladas que equivale aproximadamente a 1,940 kilogramos, por lo que se obtendrá una muestra primaria por cada 150 kg, con lo cual obtendremos 13 muestras primarias de 1000 gramos cada una para los seis diferentes tratamientos. Obteniendo 13.5 kg de semilla (*Zea maíz. variedad: tuxpeño*) para las pruebas de germinación, vigor y crecimiento radicular y plúmula.

Cuadro 2. Tratamientos Químicos de las Semillas.

Cruiser [®] 35 FS -----	3	ml I.A. + 9	mL H ₂ O/1kg de semilla
Gaucho [®] 60 FS -----	3	ml I.A. + 11	mL H ₂ O/1kg de semilla
Maxim [®] XL -----	1	ml I.A. + 8	mL H ₂ O/1kg de semilla
K-Obiol [®] F -----	1	ml I.A. + 8	mL H ₂ O/1kg de semilla
Semevin [®] 35 FS -----	7	ml I.A. + 8	mL H ₂ O/1kg de semilla

3.4.2 Germinación

Al igual que el muestreo, las pruebas de germinación se llevaron a cabo bajo las especificaciones de la Asociación Internacional de Ensayo de Semillas (ISTA 2010). El análisis y pruebas se realizaron en el Laboratorio de Granos y Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Para poder realizar las pruebas se inició desde el muestreo primario que se realizó de los lotes principales; se seleccionaron 2,800 semillas de una sola variedad, siendo sembradas réplicas de 100 obteniendo 14 repeticiones, de los cuales dos fueron asignados a cada tratamiento. Asimismo cada repetición fue debidamente rotulada incluyendo información del tratamiento químico y fecha de siembra. Dos repeticiones de cada tratamiento fueron sembradas en bandejas con papel “kimpack” y se tomó en cuenta la forma de siembra, la cual ISTA indica que debe ser en medio del papel a una temperatura de 25° C con un 80% de humedad relativa haciendo el conteo inicial al cuarto día y el conteo final al séptimo día.

Asimismo las pruebas de germinación también fueron realizadas en bandejas utilizando como medio suelo de las áreas donde se cultivan estas variedades en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Los resultados de la prueba de germinación para la variedad y sus diferentes tratamientos fueron reportados con datos como: duración de la prueba, porcentaje de las plántulas normales, plántulas anormales, semillas duras y semillas muertas, sustratos y temperatura utilizada, porcentaje de germinación obtenido bajo el tiempo prescrito. Además de los resultados de germinación, se realizó un análisis del suelo utilizado.

3.4.3 Vigor

Para conocer el vigor se utilizó una *Prueba de envejecimiento acelerado* (EA) para la cual se utilizó el mismo número de muestras que para la prueba de germinación. Se realizaron adaptando la metodología descrita por Perry (1984), para lo cual se utilizaron 2,800 semillas de maíz (*Zea maíz variedad: tuxpeño*), evitando la superposición de semillas, éstas fueron colocadas en un soporte con malla metálica. Cada soporte se introdujo en frascos plásticos con 200 ml de agua destilada, quedando las semillas aproximadamente 2.0 cm sobre el nivel del líquido. Los frascos se sellaron con bolsas plásticas y cinta adhesiva, para poder llevar la humedad relativa a un 90%. Cada una de las muestras se pusieron dentro de un recipiente plástico rectangular con 4.0 L de agua destilada, se tapó y se incubó en un horno a 42° C por un periodo de 96 horas para la variedad. Luego de las 96 horas se retiraron y destaparon los frascos, se sembraron las semillas en sustrato de papel “kimpack” de la misma manera mencionada anteriormente en la germinación y se depositaron en la cámara de germinación por 7 días a 25°C y 80% de humedad relativa obteniendo datos de porcentaje de germinación para prueba de vigor de cada tratamiento.

3.4.4 Medición de Crecimiento

Para esta prueba se midió el tamaño de la radícula y plúmula a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra, tomando una cantidad de 50 lecturas por muestra con 3 repeticiones de cada tratamiento, analizando 900 mediciones de plántula y 900 mediciones de radícula en cada tiempo para el cultivo de maíz.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis de los tratamientos para las evaluaciones de medida radícula y plúmula se realizó mediante un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 18 unidades experimentales. Se utilizó un BCA debido a las posibles variables que pueden existir durante el experimento como lo son, temperaturas, humedad relativa, intensidad de luz y precipitación diaria. El Cuadro No. 3 muestra el arreglo que se utilizó para la investigación, donde cada repetición es un bloque individual.

Cuadro 3. Diseño Experimental.

	Medidas Repetidas en Tiempo			
	7	14	21	28
TRT 1	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3
TRT 2	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3
TRT 3	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3
TRT 4	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3
TRT 5	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3
TRT 6	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3

Las pruebas de vigor y germinación fueron analizadas con las lecturas obtenidas de cada porcentaje de germinación al día 7 después de la siembra. El crecimiento de radícula y plúmula fue analizado con separación de media los días 7, 14, 21 y 28 después de la siembra.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La investigación evaluó las características de germinación, vigor y crecimiento de radicular y de plúmula. Se recurrió a un análisis de varianza por medio de una ANDEVA con separación de medias Duncan y un nivel de significancia de ($Pr < 0.05$). Como herramienta de análisis se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” SAS[®] versión 9.1.

3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se evaluaron los costos de elaboración de la semilla tratada para cada uno de los tratamientos, luego se compararon los costos de elaboración del producto con los rendimientos obtenidos en cada tratamiento y la conveniencia de aplicar un tratamiento y otro para así poder maximizar utilidades.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE GERMINACIÓN

4.1.1 Germinación de maíz en Laboratorio

Las pruebas de germinación en laboratorio indicaron que semillas tratadas solamente con el insecticida Cruiser® 35 FS tuvieron un porcentaje de germinación de 97.28% aunque al comparar los porcentajes de germinación de las semillas del ensayo, se encontró que no hay diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento con Cruiser® 35 FS, Testigo, Maxim® XL/Semevin® 35 FS y Maxim® XL/K-Obiol® F. La separación de medias Duncan, indicó que no hay diferencia estadística entre los tratamientos mencionados anteriormente y Maxim® XL/Cruiser® 35 FS y Maxim® XL/Gaicho® 60 FS

Cuadro 4. Evaluación del efecto de 5 tratamientos y un testigo en el porcentaje de germinación en laboratorio de semillas de maíz (*Zea mays*. variedad: tuxpeño).

Tratamiento	Agrupación Duncan	Germinación (%) Media \pm DE
Testigo	A	98.17 \pm 0.58
Maxim® XL/Semevin® 35 FS	A	97.96 \pm 0.17
Maxim® XL/K-Obiol® F	A	97.38 \pm 1.57
Cruiser® 35 FS	A	97.28 \pm 1.86
Maxim® XL/Cruiser® 35 FS	B	95.35 \pm 1.81
Maxim® XL/Gaicho® 60 FS	B	95.13 \pm 0.35

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. ($P < 0.05$)
D.E: Desviación Estándar

Según el Cuadro No. 4, los tratamientos Testigo, Maxim® XL/Semevin® 35 FS, Maxim® XL/K-Obiol® F y Cruiser® 35 FS obtuvieron un mayor porcentaje de germinación que los tratamientos Maxim® XL/Cruiser® 35 FS y Maxim® XL/Gaicho® 60 FS. Cabe destacar que estadísticamente no son significativos los porcentajes de germinación para todos los tratamientos.

En el Cuadro No. 4 se puede observar que en ambientes controlados (95% HR y 27° C), los tratamientos que utilizan productos químicos, no mostraron un efecto significativo en cuanto a las características de germinación. También se puede observar que el tratamiento Testigo obtuvo el valor con la mejor media de germinación. Se puede inferir que según el Cuadro No. 4 la utilización de productos químicos bajo condiciones controladas no representa un efecto significativo en la germinación de las semillas de maíz (*Zea mays*).

4.1.2 Germinación de maíz en Invernadero

Las pruebas de germinación en invernadero indicaron que semillas tratadas solamente con el insecticida Cruiser® 35 FS tuvieron un porcentaje de germinación de 93.66%, aunque al comparar los porcentajes de germinación de las semillas del ensayo, se encontró que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento Cruiser® 35 FS y los tratamientos Testigo, Maxim® XL/Semevin® 35 FS y Maxim® XL/Cruiser® 35 FS. La separación de medias Duncan, indicó que no hay diferencia estadística entre los tratamientos Maxim® XL/K-Obiol® F, Maxim® XL/Gaucha® 60 FS y Cruiser® 35 FS.

Cuadro 5. Evaluación del efecto de 5 tratamientos y un testigo en el porcentaje de germinación en invernadero de semillas de maíz (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*).

Tratamiento	Agrupación Duncan	Germinación (%) Media ± DE
Maxim® XL/Cruiser® 35 FS	A	98.00 ± 1.01
Maxim® XL/K-Obiol® F	AB	95.83 ± 2.65
Maxim® XL/Gaucha® 60 FS	AB	95.33 ± 0.18
Cruiser® 35 FS	AB	93.66 ± 5.65
Testigo	BC	90.66 ± 2.50
Maxim® XL/Semevin® 35 FS	C	87.33 ± 3.75

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. ($P < 0.05$)
D.E: Desviación Estándar

Según el Cuadro No. 5, existe diferencia estadísticamente significativa en la agrupación de medias Duncan en el tratamiento Maxim® XL/Cruiser® 35 FS, los tratamientos Maxim® XL/K-Obiol® F, Maxim® XL/Gaucha® 60 FS y Cruiser® 35 FS son estadísticamente iguales. Cabe destacar que los tratamientos Testigo y Maxim® XL/Semevin® 35 FS son estadísticamente diferentes con los porcentajes de germinación más bajos.

En el Cuadro No. 5 se puede inferir que con la interacción de factores ambientales y biológicos los tratamientos con productos tienen un efecto significativo. Se observa en comparación con la prueba de germinación en laboratorio, la utilización de productos químicos en especial el tratamiento Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS, tiene un efecto positivo. El tratamiento Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS con una valoración de 98% de germinación en invernadero, a diferencia de 95.35% en laboratorio, también se observa la baja en valoración de media de el tratamiento Testigo de 98.17% en laboratorio a 90.66% en invernadero debido a las posibles interacciones ambientales y biológicas.

4.2 ANÁLISIS DE VIGOR

4.2.1 Vigor en maíz

Los resultados del análisis de vigor de envejecimiento acelerado sostuvieron que el mejor tratamiento fue el Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F con un porcentaje de germinación de 96.37%. El insecticida Cruiser[®] 35 FS obtuvo un valor de 92.72% de germinación en la prueba de vigor de envejecimiento acelerado y estuvo debajo de los tratamientos Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F, Testigo y Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS (Cuadro No. 6).

Cuadro 6. Evaluación del efecto de 5 tratamientos en el vigor de envejecimiento acelerado en semillas de maíz (*Zea mays*, variedad: tuxpeño).

Tratamiento	Agrupación Duncan	Germinación (%) Media ± DE
Maxim [®] XL/K-Obiol [®] F	A	96.37 ± 2.94
Testigo	B	93.73 ± 0.50
Maxim [®] XL/Cruiser [®] 35 FS	BC	93.34 ± 2.80
Cruiser [®] 35 FS	BC	92.72 ± 2.72
Maxim [®] XL/Gaicho [®] 60 FS	C	90.97 ± 0.91
Maxim [®] XL/Semevin [®] 35 FS	D	88.28 ± 0.59

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Según el Cuadro No. 6, el tratamiento Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F obtuvo los mejores resultados siendo estadísticamente diferente de los demás tratamientos mediante una separación de medias Duncan. Los tratamientos Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS y Cruiser[®] 35 FS fueron estadísticamente iguales a diferencia de todos los demás tratamientos. Los tratamientos Maxim[®] XL/Gaicho[®] 60 FS y Maxim[®] XL/Semevin[®] 35 FS obtuvieron los resultados más bajos en el análisis de vigor de envejecimiento acelerado.

El Cuadro No. 6 muestra los resultados de los tratamientos después de sufrir condiciones extremas (99.99%HR y 45° C), es este caso se puede observar que la utilización de productos químicos para este ensayo de envejecimiento acelerado no es un factor decisivo según los resultados. Los resultados obtenidos muestran un resultado favorable al tratamiento Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F y su contrario en tratamiento Testigo, el tratamiento Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS mostro un comportamiento similar en % de vigor. Con los resultados obtenidos de los ensayos de germinación en laboratorio e invernadero y vigor el tratamiento Maxim[®] XL/Cruiser[®] y Cruiser[®] 35 FS no tuvieron un efecto significativo en comparación al resto de sus homólogos comerciales.

4.3 ANÁLISIS DE CRECIMIENTO

4.3.1 Análisis de Crecimiento Radicular

El desarrollo de radícula de maíz fue medido a 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra con lecturas de crecimiento promedios de cada tratamiento (Figuras No. 4).

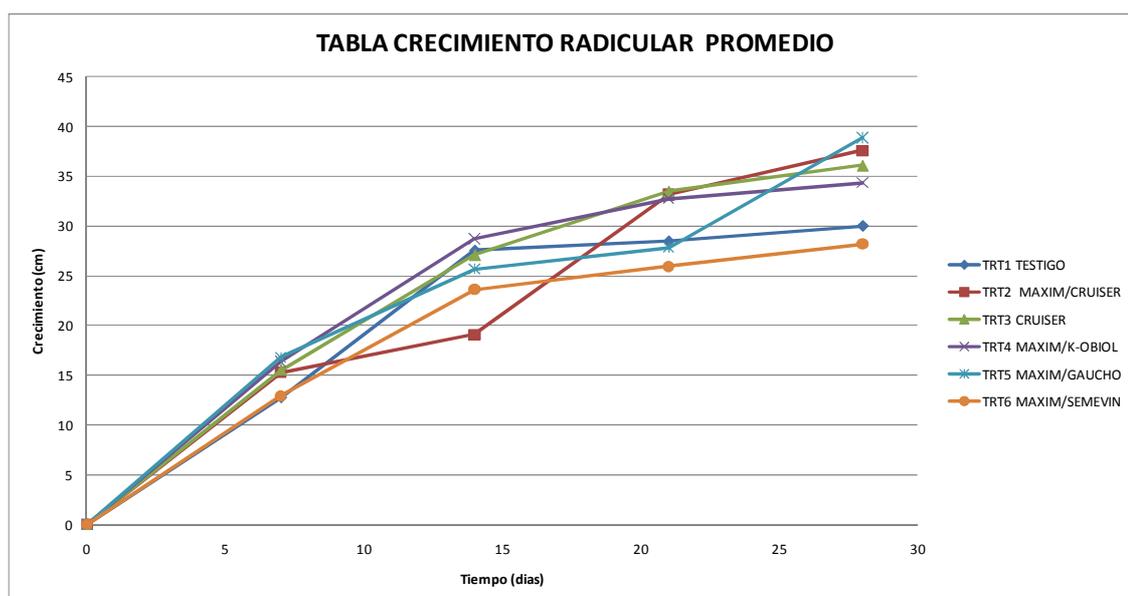


Figura 1. Desarrollo de radícula de plántulas con cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en maíz (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*).

Fuente: S. Bocanegra 2010

La Figura 1. Indica el desarrollo radicular en maíz con medidas de crecimiento a los días 7, 14, 21 y 28 indicando que el tratamiento Cruiser[®] 35 FS no fue mayor en el desarrollo radicular que el tratamiento Maxim[®] XL/Gaicho[®] 60 FS y Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS en el transcurso del ensayo.

Los tratamientos Maxim[®] XL/Gaicho[®] 60 FS y Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS tuvieron medidas promedio de desarrollo de radícula superiores al tratamiento con Cruiser[®] 35 FS. (Figura 1.).

En la Figura No. 1 se puede observar el comportamiento de el crecimiento de la radícula a través del tiempo, se puede inferir de acuerdo la grafica todos los tratamiento hasta el día 7 siguen la misma tendencia sin obtener diferencias estadísticas significativas, a partir del día 7 los diferentes productos químicos tiene una interacción con la semilla, factores biológicos y tiempo. Cabe destacar que el tratamiento Cruiser[®] 35 FS mantuvo un desarrollo de radícula constante en el tiempo, el tratamiento Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS obtuvo un cambio drástico a partir del día 14, alrededor de 13 cm.

4.3.2 Análisis de Crecimiento de Plúmula.

El desarrollo de plúmula de maíz fue medido a 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra con lecturas de crecimiento promedios de cada tratamiento (Figura No. 5).

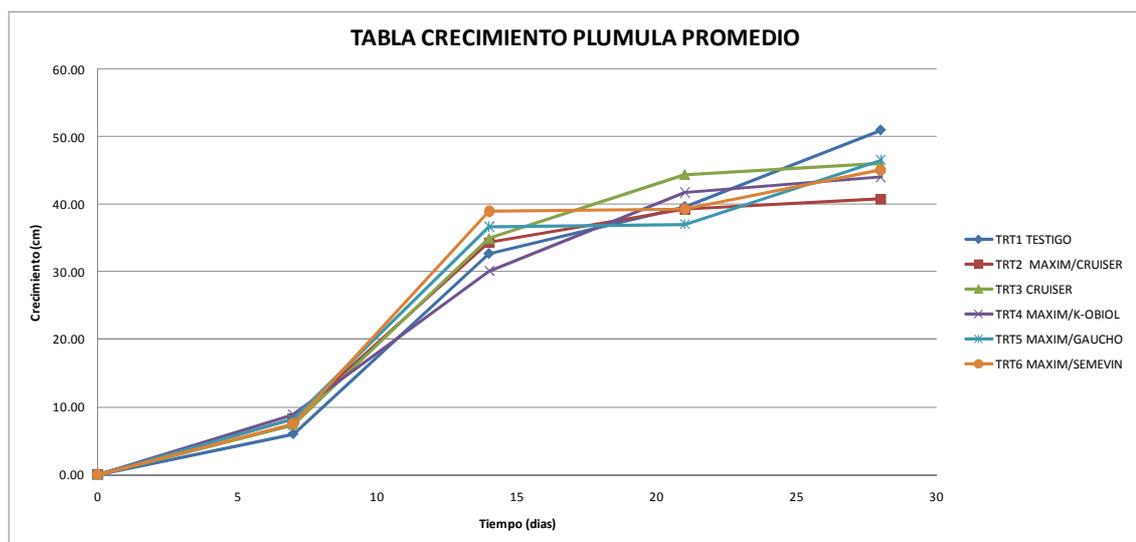


Figura 2. Desarrollo de plúmula de plántulas con cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*).

Fuente: S. Bocanegra 2010

El desarrollo de la plúmula de maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*) del tratamiento Cruiser[®] 35 FS fue mejorando en comparación con el desarrollo de los otros tratamientos, siendo el día 7 muy parecido a todos los tratamientos, el día 14 inferior al tratamiento Maxim[®] XL/Semevin[®] 35 FS y Maxim[®] XL/Gaicho[®] 60 FS, incrementando hasta el día 21 llegando a ser el tratamiento con mayor crecimiento de plúmula y siendo superado el día 28 por el tratamiento Testigo (Figura 2.).

El desarrollo de plúmula y radícula de maíz fue variable en el tiempo para lo cual se tomaron mediciones a los días 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

En la Figura No. 2 se puede observar el comportamiento del crecimiento de la plúmula a través del tiempo, se puede inferir de acuerdo la gráfica que todos los tratamiento hasta el día 7 siguen la misma tendencia sin obtener diferencias estadísticas significativas. A partir del día 7 los diferentes productos químicos tienen una interacción positiva con la semilla, factores biológicos y tiempo. Cabe destacar que el tratamiento Cruiser[®] 35 FS, al igual que en el crecimiento de radícula se mantuvo un desarrollo de plúmula constante en el tiempo. Se menciona que en el ensayo de crecimiento de plúmula los tratamientos obtuvieron un crecimiento más uniforme, siendo el tratamiento Testigo con el índice de crecimiento mayor a lo largo del tiempo. Se puede inferir que según el tiempo de residuo de los productos químicos en la plántula y el suelo, el crecimiento mantuvo una tendencia, a medida que el residual de los productos químicos disminuye, el crecimiento también. Es por eso que el tratamiento Testigo obtuvo la mayor media de crecimiento de plúmula.

4.3.3 Medida Repetida en el Tiempo (Día 7).

El día 7 después de la siembra el tratamiento Cruiser[®] 35 FS tuvo un promedio de crecimiento de 15.52 cm de radícula y 7.37 cm de plúmula en maíz (*Zea mays. variedad: tuxpeño*). La separación de medias indicó que los tratamientos Maxim[®] XL/Semevin[®] 35 FS y Testigo presentaron diferencias en desarrollo de radícula a los tratamientos Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS y Maxim[®] XL/Gaicho[®] 60 FS, y diferencia de los tratamientos Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F, Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS, Maxim[®] XL/Gaicho[®] 60 FS en desarrollo de plúmula en el día 7 después de la siembra (Cuadro No. 7).

Según el Cuadro No. 7 y Cuadro No. 8 el tratamiento Cruiser[®] 35 FS no fue superior en las medidas de desarrollo de plúmula y radícula en el día 7 en maíz.

Cuadro 7. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz (*Zea mays. variedad: tuxpeño*) al día 7 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Radícula (cm) Media ± DE
Maxim [®] XL/Cruiser [®] 35 FS	A	19.00 ± 0.25
Maxim [®] XL/Gaicho [®] 60 FS	A	16.81 ± 1.63
Maxim [®] XL/K-Obiol [®] F	AB	16.40 ± 3.04
Cruiser [®] 35 FS	AB	15.52 ± 1.48
Maxim [®] XL/Semevin [®] 35 FS	B	12.92 ± 0.55
Testigo	B	12.74 ± 2.51

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Cuadro 8. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*) al día 7 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Plúmula (cm) Media \pm DE
Maxim [®] XL/K-Obiol [®] F	A	8.84 \pm 0.26
Maxim [®] XL/Cruiser [®] 35 FS	A	8.25 \pm 0.03
Maxim [®] XL/Gaucho [®] 60 FS	A	8.18 \pm 0.68
Maxim [®] XL/Semevin [®] 35 FS	AB	7.52 \pm 2.02
Cruiser [®] 35 FS	AB	7.37 \pm 1.73
Testigo	B	5.99 \pm 0.34

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

4.3.3.1 Medida Repetida en el Tiempo (Día 14).

En el día 14 las plántulas con tratamiento Cruiser[®] 35 FS tuvieron un promedio de 27.06 cm de crecimiento de radícula y 34.92 cm de plúmula.

El tratamiento con insecticida Cruiser[®] 35 FS no fue diferente estadísticamente al tratamiento testigo en el desarrollo de radícula aunque fue inferior a los tratamientos K-Obiol[®] F, mientras en desarrollo de plúmula no fue diferente estadísticamente a los tratamientos Semevin[®] 35 FS, K-Obiol[®] F y fueron superiores a el tratamiento testigo

Cuadro 9. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*) al día 14 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Radícula (cm) Media \pm DE
Maxim [®] XL/Gaucho [®] 60 FS	A	38.86 \pm 4.49
Maxim [®] XL/Cruiser [®] 35 FS	AB	37.58 \pm 2.57
Cruiser [®] 35 FS	BC	33.47 \pm 1.48
Maxim [®] XL/K-Obiol [®] F	BCD	32.75 \pm 1.22
Testigo	CD	30.01 \pm 2.01
Maxim [®] XL/Semevin [®] 35 FS	D	28.18 \pm 0.32

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Cuadro 10. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*) al día 14 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Plúmula (cm) Media ± DE
Maxim [®] XL/Semevin [®] 35 FS	A	39.30 ± 0.52
Maxim [®] XL/Gaucho [®] 60 FS	B	36.67 ± 0.69
Cruiser [®] 35 FS	BC	34.92 ± 0.87
Maxim [®] XL/Cruiser [®] 35 FS	CD	34.34 ± 0.67
Testigo	D	32.65 ± 1.47
Maxim [®] XL/K-Obiol [®] F	E	30.14 ± 1.24

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Según los resultados obtenidos en el Cuadro No. 9 y Cuadro No. 10 se puede observar las diferencias estadísticas que existen entre tratamientos, cabe destacar que el tratamiento Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS y Cruiser[®] 35 FS no son estadísticamente significativos en un entorno general de crecimiento, ya que el crecimiento observado de radícula y plúmula se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la ISTA (International Seed Testing Association 2010).

4.3.3.2 Medida Repetida en el Tiempo (Día 21).

El día 21 las plántulas con tratamiento Cruiser[®] 35 FS tuvieron un desarrollo de plúmula de 33.47 cm en radícula y 44.42 cm en plúmula. En el tratamiento con insecticida Cruiser[®] 35 FS no fue diferente a el tratamiento de Semevin[®] 35 FS, K-Obiol[®] F y Testigo en el desarrollo de radícula en el día 21 y no fue diferente a los tratamientos con Semevin[®] 35 FS en el crecimiento de plúmula en maíz (Cuadro 11).

Cuadro 11. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*) al día 21 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Radícula (cm) Media ± DE
Maxim [®] XL/Cruiser [®] 35 FS	A	33.17 ± 3.73
Maxim [®] XL/K-Obiol [®] F	A	28.73 ± 7.26
Testigo	A	27.50 ± 1.46
Cruiser [®] 35 FS	A	27.07 ± 1.01
Maxim [®] XL/Semevin [®] 35 FS	A	25.95 ± 2.63
Maxim [®] XL/Gaucho [®] 60 FS	A	25.66 ± 4.44

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Cuadro 12. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*) al día 21 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Plúmula (cm) Media ± DE
Cruiser® 35 FS	A	44.43 ± 1.48
Maxim® XL/K-Obiol® F	AB	41.73 ± 2.08
Maxim® XL/Cruiser® 35 FS	AB	40.76 ± 1.24
Testigo	AB	39.63 ± 1.36
Maxim® XL/Semevin® 35 FS	AB	38.96 ± 2.76
Maxim® XL/Gaucho® 60 FS	B	37.05 ± 0.74

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Según los resultados obtenido en el Cuadro No. 11 y Cuadro No. 12 se puede observar que las diferencias estadísticas son muy escasas entre tratamientos, cabe destacar que el tratamiento Maxim® XL/Cruiser® 35 FS y Cruiser® 35 FS no son estadísticamente significativos en un entorno general de crecimiento, ya que el crecimiento observado de radícula y plúmula se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la ISTA (International Seed Testig Association), sin embargo los tratamientos con el producto químico Cruiser® 35 FS obtuvieron la medias más altas.

4.3.4 Medida Repetida en el Tiempo (Día 28).

En el día 28 las plántulas con tratamiento Cruiser® 35 FS tuvieron un promedio de 36.08 cm de crecimiento de radícula y 45.92 cm de plúmula. El tratamiento con insecticida Cruiser® 35 FS no fue diferente estadísticamente al tratamiento testigo en el desarrollo de radícula aunque fue inferior a los tratamientos K-Obiol® F, mientras en desarrollo de plúmula no fue diferente estadísticamente a los tratamientos Semevin® 35 FS, K-Obiol® F y fueron superiores a el tratamiento Testigo (Cuadro No. 13).

Cuadro 13. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de radícula de maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*) al día 28 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Radícula (cm) Media ± DE
Cruiser® 35 FS	A	36.08 ± 4.17
Maxim® XL/K-Obiol® F	A	34.35 ± 1.09
Testigo	A	28.45 ± 7.27
Maxim® XL/Gaucho® 60 FS	A	27.82 ± 7.76
Maxim® XL/Semevin® 35 FS	A	23.63 ± 4.56
Maxim® XL/Cruiser® 35 FS	B	15.29 ± 1.54

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Cuadro 14. Evaluación del efecto de cinco insecticidas, un fungicida y un testigo en el desarrollo de plúmula de maíz (*Zea mays*. variedad: *tuxpeño*) al día 28 después de la siembra.

Tratamiento	Agrupación Duncan	Plúmula (cm) Media ± DE
Testigo	A	50.95 ± 7.71
Maxim® XL/Gaucho® 60 FS	AB	46.58 ± 2.90
Cruiser® 35 FS	AB	45.98 ± 3.02
Maxim® XL/Semevin® 35 FS	B	45.08 ± 4.15
Maxim® XL/K-Obiol® F	BC	44.03 ± 0.67
Maxim® XL/Cruiser® 35 FS	C	39.26 ± 0.81

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. (P<0.05)
D.E: Desviación Estándar

Según los resultados obtenido en el Cuadro No. 13 y Cuadro No. 14 se puede observar las diferencias estadísticas que existen, cabe destacar que el tratamiento Maxim® XL/Cruiser® 35 FS y Cruiser® 35 FS no son significativos en un entorno general de crecimiento, ya que el crecimiento observado de radícula y plúmula se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la ISTA, cabe destacar que para el día 28, el error experimental aumenta por parte de la persona encarga del muestre, ya que la raíz es de tamaño que sobrepasa la capacidad de la bandeja donde se planto la semilla.

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 15. Costos de los Productos Químicos para el Tratamiento de Semilla de maíz (*Zea mays*, variedad: tuxpeño).

			Cant.	Precio/Lts. (L.)	Dosis/Kg.	Precio/ml (L.)
Fungicida	Maxim [®] XL	Lts.	1	417.42	1 ml	0.42
	K-Obiol [®] F	Lts.	1	1,592.70	1 ml	1.59
Insecticida	Cruiser [®] 35 FS	Lts.	1	4,800.00	3 ml	14.40
	Semevin [®] 35 FS	Lts.	1	950.00	7 ml	6.65
	Gaicho [®] 60 FS	Lts.	1	2,800.00	3 ml	8.40
Costo Total				10,557.12		31.46

El Cuadro No. 15 demuestra los costos incurridos en productos químicos para la elaboración del proyecto.

Cuadro 16. Costos de semillas de maíz (*Zea mays*, variedad: tuxpeño) tratada con las 5 diferentes dosis químicas.

	Insumos	Uni.	Cant.	Costo Total/Kg (L.)	Costo Total/Bolsa 25 Kg. (L.)
	Acondicionamiento*	Kg.	1	4.93	123.35
TRT 1	Maxim [®] XL	ml.	1	0.42	10.50
	Cruiser [®] 35 FS	ml.	3	14.40	360.00
Costo Total				19.75	493.85
TRT 2	Maxim [®] XL	ml.	1	0.42	10.50
	Semevin [®] 35 FS	ml.	7	6.65	166.25
Costo Total				12.00	300.10
TRT 3	Maxim [®] XL	ml.	1	0.42	10.50
	Gaicho [®] 60 FS	ml.	3	8.40	210.00
Costo Total				13.75	343.85
TRT 4	Maxim [®] XL	ml.	1	0.42	10.50
	K-Obiol [®] F	ml.	1	1.59	39.75
Costo Total				6.94	173.60
TRT 5	Cruiser 35 FS	ml.	3	14.40	360.00
Costo Total				19.33	483.35

*El costo de Acondicionamiento va implicado en todos los costos de los diferentes tratamientos.

Los datos del Cuadro No. 16 indican que el tratamiento de mayor valor fue Maxim[®] XL/Cruiser[®] 35 FS seguido por el tratamiento únicamente con Cruiser[®] 35 FS. Asimismo el tratamiento más económico es Maxim[®] XL/K-Obiol[®] F, el cual es utilizado actualmente por la Planta de Acondicionamiento de Semillas, Zamorano.

5. CONCLUSIONES

- Los resultados indicaron que Cruiser[®] 35 FS no tuvo un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en las semillas de maíz (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*) en cuanto al efecto de germinación (97.28%) y vigor (92.72%) a nivel de laboratorio, en el caso de la germinación en invernadero se obtuvieron datos de germinación (93.66%).
- Los resultados obtenidos a través de esta investigación muestran un efecto estadísticamente nulo del insecticida Cruiser[®] 35 FS, en comparación con sus homólogos del mercado (Semevin[®] 35 FS, Gaucho[®] 60 FS, K-Obiol); en las características de germinación y vigor en las semillas (*Zea mays*, variedad: *tuxpeño*).
- A nivel del desarrollo de la radícula y crecimiento de plúmula no se presentó ningún efecto significativo con el uso del insecticida Cruiser .en comparación con los otros tratamientos, con la excepción del día 21 que obtuve el crecimiento de plúmula mayor y el día 28 que presentó el mayor desarrollo radicular.
- La reacción del insecticida Cruiser[®] 35 FS fue básicamente nula para el estadio del desarrollo de la radícula en los días 7, 14 y 21. El desarrollo de la plúmula en el día 21 bajo el tratamiento del insecticida Cruiser[®] 35 FS fue satisfactoriamente mejor.
- Según las evaluaciones y resultados obtenidos en los experimentos estadísticos, no hay diferencia en eficiencia de crecimiento entre los insecticidas Cruiser[®] 35 FS, Gaucho[®] 60 FS y K-Obiol[®] F; lo cual no sugiere un cambio en los insecticidas usados actualmente por a Planta de Acondicionamiento de Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Las pruebas de germinación en maíz indicaron que no existe diferencia significativa entre el tratamiento Cruiser[®] 35 FS, el cual fue inferior al porcentaje de vigor.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones con diferentes dosis de insecticida tomando el efecto en la germinación de acuerdo a concentración.
- Realizar ensayos donde se incluya siembras en campo de las semillas con los tratamientos de insecticidas evaluados en este estudio para medir la exposición a plagas y modo de acción en el suelo.
- Utilizar el producto Cruiser[®] 35 FS, en variedades de alto valor económico como variedades híbridas y variedades transgénicas en plantaciones que sobrepasan las 2,000 ha.
- Realizar un estudio con un número mayor muestras en diferentes épocas del año.

7. LITERATURA CITADA

Bayer Crop Science. 2008. Gaucho[®] 60 FS (en línea). Consultado Agosto 16 de 2010.
Disponible en:

http://www.bayercropscience.cl/soluciones/download_folletos.asp?c=upfiles/folletos&a=gauchoBaja.pdf&b=Gaucho%AE%20600%20FS

Bayer Crop Science. 2008. K-Obiol[®] F (en línea). Consultado Agosto 16 de 2010.
Disponible en:

http://www.cienciasambientales.cl/db_images/folletos/archivos/Ficha%20K-Obiol%20F.pdf

Bayer Crop Science. 2007. Semevin 350 FS (en línea). Consultado Agosto 16 de 2010.
Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.ec/productdesc.aspx?prodid=11>

International Seed Testing Association 1993. International Rules for Seed Testing.
Consultado Marzo 9 de 2010.

International Seed Testing Association. Seed Sampling Manual. 2010. ISTA Ordinary Meeting 2009, held at Zürich, Switzerland on 18 June. Consultado Mayo 28 de 2010.

Karrfalt Robert P. 2002. Seed Testing. USDA Forest Service's National Tree Seed Laboratory, Dry Branch, Georgia.

Lazo, O R. 1989. Evaluación de tres fungicidas y tres dosis de aplicación en el tratamiento de semillas de maíz (*Zea maíz L.*). Tesis Ingeniero Agrónomo. El Zamorano. Honduras. 55 p.

Franceschini, Maria C. Embriones, germinación y plántula de especies leñosas de Corrientes. SGCyT - UNNE. Instituto de Botánica Del Nordeste. 4 p. (en línea). Consultado Septiembre 10 de 2010. Disponible en:

http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2000/6_biologicas/b_pdf/b_021.pdf

Bargalló, M.; Forgas, E.; Garriga, C.; Rubio, A.; Schnitzer, J. (eds.) (2001): Las lenguas de especialidad y su didáctica, Tarragona: Universitat Rovira i Virgili, pp. 59-68. (en línea). Consultado Agosto 23 de 2010. Disponible en:

<http://digital.csic.es/bitstream/10261/11525/1/Ahumada.pdf>

Perry, DA. 1984. Handbook of Vigour Test Methods. Switzerland. The International Seed Testing Association. 72 p.

Salas, F. Betalleluz, I. Postcosecha de Granos, 1993. Estructura de Almacenamiento de granos. Lima, Perú. 28 p. Fuente: EAP/HN/CA

Syngenta 2006. Powered by Cruiser Inversión que si crece. Manual. Consultado Agosto 10 de 2010. Bogotá, Colombia. 17 p.

Syngenta. 2008. Maxim[®] XL 035 FS. (en línea). Consultado Agosto 12 de 2010. Disponible en: <http://www.syngenta.co.ke/img/MAXIM.pdf>

Syngenta. 2009. Cruiser[®] 35 FS Seeds Treatment (en línea). Consultado Marzo 8 de 2010. Disponible en: <http://www.syngentaagro.es/es/docs/cruiser.pdf>

Syngenta 2010. Maxim[®] XL. (en línea). Consultado Julio 26 de 2010. Disponible en: <http://www.syngentacropprotection.com/prodrender/index.aspx?prodid=685>

Triana Gonzales, Fredy. 2008. Efecto del insecticida Cruiser[®] en las características de germinación y vigor de semillas de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) a nivel de laboratorio. Honduras. 26 p.