

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS.**

INFORME FINAL

**” EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ESTROBILURINAS, EN EL RENDIMIENTO
DE HÍBRIDOS COMERCIALES Y VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ, EN LA
REGIÓN ESTE DE PANAMÁ”.**

**PRESENTADO POR:
RONNY CASTILLO**

**CEDULA:
8-938-2150**

**PANAMÁ, PANAMÁ.
REPÚBLICA DE PANAMÁ.**

2022.

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS.**

” EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ESTROBILURINAS, EN EL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS COMERCIALES Y VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ, EN LA REGIÓN ESTE DE PANAMÁ”.

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO POR

Dr. EDDY E. BARRAZA A.

DIRECTOR

Mgter. ANA RODRIGUEZ.

ASESOR

Mgter. LUIS C. SALAZAR.

ASESOR

**PANAMA, PANAMÁ.
REPÚBLICA DE PANAMÁ.
2022.**

Agradecimientos.

Primeramente me gustaría agradecer a mi Dios todopoderoso, por darme la fortaleza y la sabiduría, para poder lograr esta meta tan importante en mi vida; que aunque me ha costado muchos sacrificios y tiempo de estudio, él siempre ha estado allí para mí.

Agradezco a mi familia, a mis padres Argelis y Vidal, a mis Hermanos Víctor y Juan, por ser mi motor cada día, siempre apoyándome y brindándome sus invaluable consejos, que me han servido para llegar hasta aquí.

Gracias a todos mis profesores, por siempre brindarme sus valiosos conocimientos, pero, sobre todo, por esos consejos motivacionales que siempre me subían el ánimo e incrementaban mis ganas de lograr esta meta, que hoy es posible.

Y finalmente gracias al director de esta tesis, Dr. Eddy E. Barraza; por haberme guiado en este trabajo, por haber depositado toda su confianza y sabiduría en mí; además de haber sido parte fundamental, en mi aprendizaje a lo largo de toda la carrera.

Dedicatoria.

Se lo dedico a Dios todo poderoso, ya que, sin él, no hubiese podido lograr esta meta tan importante en mi vida, cada día me dio la salud y fuerza necesaria para poder llegar hasta aquí.

A mis padres y mis Hermanos, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

RESUMEN

La utilización de bioestimulantes en la agricultura, está tomando cada vez más fuerza convirtiéndose en una práctica agronómica muy utilizada, especialmente en el cultivo del maíz. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de productos fungicidas bioestimulantes, en el rendimiento de variedades locales de maíz e híbridos comerciales de alto rendimiento.

Se realizaron 2 ensayos, en el primero se evaluaron 6 tratamientos con 3 repeticiones utilizando híbridos de alto rendimiento y en el segundo se evaluaron 9 tratamientos con 3 repeticiones utilizando variedades locales de maíz en los terrenos del colegio IPT México-Panamá, ubicado en Tanara de Chepo, provincia de Panamá, desde el 2 de julio al 23 de septiembre del 2021. Los productos bioestimulantes evaluados y sus dosis fueron: (Pyraclostrobin) 0.5L/HA, (axozystrobin + Cyproconazol) 0.5 L/HA; sobre las variedades de maíz, Tocumen, Guararé, IDIAP MV-1816 y los híbridos comerciales Pionner 30F35 y Pionner Rojo 83. El efecto de los tratamientos se evaluó en base al peso de 20 mazorcas de maíz. Los resultados obtenidos indican que la utilización de los bioestimulantes incrementa el peso de los granos en el cultivo de maíz.

ABSTRAC

The use of biostimulants in agriculture is gaining more and more strength, becoming a widely used agronomic practice, especially in the cultivation of corn.

The objective of this work was to evaluate the effect of biostimulant fungicide products on the yield of local corn varieties and high-yield commercial hybrids.

Two trials were carried out, in the first 6 treatments with 3 replicates were evaluated using high yield hybrids and in the second 9 treatments with 3 replicates were evaluated using local maize varieties on the grounds of the IPT Mexico-Panama school, located in Tanara de Chepo, province of Panama, from July 2 to September 23, 2021. The biostimulant products evaluated and their doses were: (Pyraclostrobin) 0.5L/HA, (axozystrobin + Cyproconazole) 0.5 L/HA; on the corn varieties Tocumen, Guararé, IDIAP MV-1816 and the commercial hybrids Pionner 30F35 and Pionner Rojo 83. The effect of the treatments was evaluated based on the weight of 20 ears of corn. The results obtained indicate that the use of biostimulants increases the weight of the grains in the corn crop.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ABSTRAC.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Origen del maíz	3
2.2 Importancia económica del maíz.....	4
2.3 Clasificación taxonómica del maíz	5
2.4 Descripción botánica	6
2.5 Condiciones para el cultivo.....	8
2.6 Fases de crecimiento.....	9
2.6.1 Fase vegetativa.....	9
2.6.2 Fase reproductiva	9
2.6.3 Fase de llenado de grano.....	9

2.7 Principales plagas en el cultivo del maíz	12
2.7.1 Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	12
2.7.2 Gusano de la mazorca (<i>Helicoverpa zea</i>)	12
2.8 Efectos de laS estrobilurinas en maíz	13
2.9 Productos a evaluar	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Materiales	15
3.2 Ubicación del ensayo	16
3.3 Tratamientos evaluados.....	16
3.4 Tamaño de la parcela	17
3.5 Establecimiento del ensayo	17
3.6 Características agroecológicas	18
3.7 Variable a evaluar	18
4 RESULTADOS	21
5 DISCUSIÓN	27
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
ANEXOS.....	29
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Etapas vegetativas y reproductivas del maíz.....	10
Cuadro 2. Características generales del manejo integrado del maíz en campo	11
Cuadro 3. Detalles de los tratamientos evaluados con su dosis y época de aplicación en híbridos de alto rendimientos.....	22
Cuadro 4. Detalles de los tratamientos evaluados con su dosis y época de aplicación en variedades locales de maíz	23
Cuadro 5. Comparación de medias de los híbridos	25
Cuadro 6. Comparación de medias de las variedades.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa del origen del maíz	3
Figura 2. Ancestro silvestre del maíz	5
Figura 3. Morfología de la planta de maíz	7
Figura 4. Fase de crecimiento del maíz.....	10

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico 1. Influencia de los bioestimulantes en el rendimiento de híbridos de maíz	25
Grafico 2. Influencias de bioestimulantes en el rendimiento de variedades locales de maíz	26

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Distribución y Arreglos de parcelas A en el campo.....	32
Anexo 2. Distribución y arreglos de la parcela B en el campo.....	33
Anexo 3. Control de malezas, con la utilización del herbicida glifosato y división de las parcelas experimentales.....	34
Anexo 4. Siembra de variedades e híbridos de maíz en todas las parcelas experimentales, en los terrenos del IPT México- Panamá	35
Anexo 5. Aplicación del fertilizante urea a los 21 dds, en todos los tratamientos.....	36
Anexo 6. Aplicación de los bioestimulantes, en todos los tratamientos.....	37
Anexo 7. Imagen que muestra el desarrollo del cultivo	38
Anexo 8. Productos bioestimulantes utilizados en el ensayo experimental	39
Anexo 9. Muestra del Maíz cosechado.....	40

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia mundial y ocupa el tercer lugar de consumo después del arroz y el trigo como cultivo alimenticio. En Panamá, es uno de los principales rubros agrícolas de la cadena agroalimentaria por su elevado consumo, tanto para la alimentación humana, como animal. Para el periodo 2017-2018 en el país se produjeron 1,9 millones de quintales de maíz. Importante mencionar que el 58% de las variedades sembradas en nuestro país, corresponden al híbrido 30F35 y un 13% al P4226; con rendimientos promedio de 100 q/ha; mientras que las variedades locales tienden a tener rendimientos por debajo de esta cifra . **(Below, 2015)** Actualmente se han iniciado algunos ensayos con las estrobilurinas, que además del efecto fungicida, también promueven alteraciones fisiológicas en varios cultivos, que influyen positivamente en el rendimiento de los granos y frutos. El efecto de “enverdecimiento” o “planta saludable” está asociado con la aplicación de fungicidas a base de estrobilurinas. Los dos ingredientes activos más conocidos de fungicidas del grupo de las estrobilurinas son: el azoxystrobin y el pyraclostrobin. La actividad de estos dos fungicidas está dirigida contra los cuatro principales grupos de hongos patógenos en las plantas: Ascomycetes Basidiomycetes , Deutoromycetes y Oomycetes. Son reconocidos como fungicidas con acción preventiva, curativa, translaminar y locosistémica. Actualmente estos fungicidas se UTILIZAN en cereales, viñas, arroz, cítricos, papas, tomates y fresas.

Sin embargo, a pesar de ser productos fungicidas líderes a nivel mundial, existen serias preocupaciones relativas a la resistencia que generan (**Pérez, 2005**).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen del maíz

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492. El maíz surgió aproximadamente entre los años 800 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México. El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno -seco estacional en alternancia con las lluvias de verano y en una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza. **(Acosta, 2009).**



Figura 1. Mapa del origen del maíz

2.2 Importancia Económica.

En nuestro país es de gran importancia la producción de maíz; ya sea para el consumo directo en la alimentación humana, o para suministrar alimento a otros sectores de la producción y para la industria en general; lo que hace evidente la necesidad de manejar a éste cultivo en forma adecuada para lograr una mayor productividad y producción, para una eficiente comercialización. La producción nacional de ésta gramínea varía debido a diferentes factores. En nuestro país, el rendimiento estimado por hectárea es de 3.2 TM para el nivel medio y 4.6 TM en el nivel tecnificado **(MIDA, 2018)**.

2.3 Clasificación taxonómica del maíz

El género *Zea*, contiene cinco especies de México y Centroamérica: *Zea diploperennis* Iltis; *Zea perennis*; *Zea luxurians*, Bird; *Zea mays* Linnaeus y la descrita recientemente *Zea nicaraguensis*. *Zea mays* L., es la especie a la que corresponde el maíz (forma cultivada del género), la cual debido a su estrecha relación biológica ha sido agrupada con los teocintles de las subespecies *parviglumis* y *mexicana* **(Doebley e Iltis 1980)**.

La clasificación del género *Zea*, ha cambiado con el tiempo. En un inicio los primeros ordenamientos emplearon aspectos morfológicos resultantes de la selección humana durante el proceso de domesticación **(Mangelsdorf et al. 1964; Wilkes, 1967)**.

Este ordenamiento permitió la diferenciación de dos secciones: la sección *Euchlaena*, que incluía todos los teocintles en este grupo; y por la otra parte la sección *Zea* que sólo incluía al maíz. Posteriormente, elaboraron una clasificación para *Zea* con base en estructuras morfológicas neutrales, aunque un elemento clave fue la descripción de las glumas de las espiguillas en las dos especies, considerada como una estructura en la que el humano no interviene en su modificación. El resultado fue una nueva división que produjo dos secciones: *Luxuriantes* y *Zea* (Doebley e Iltis, 1980; Doebley, 2003).

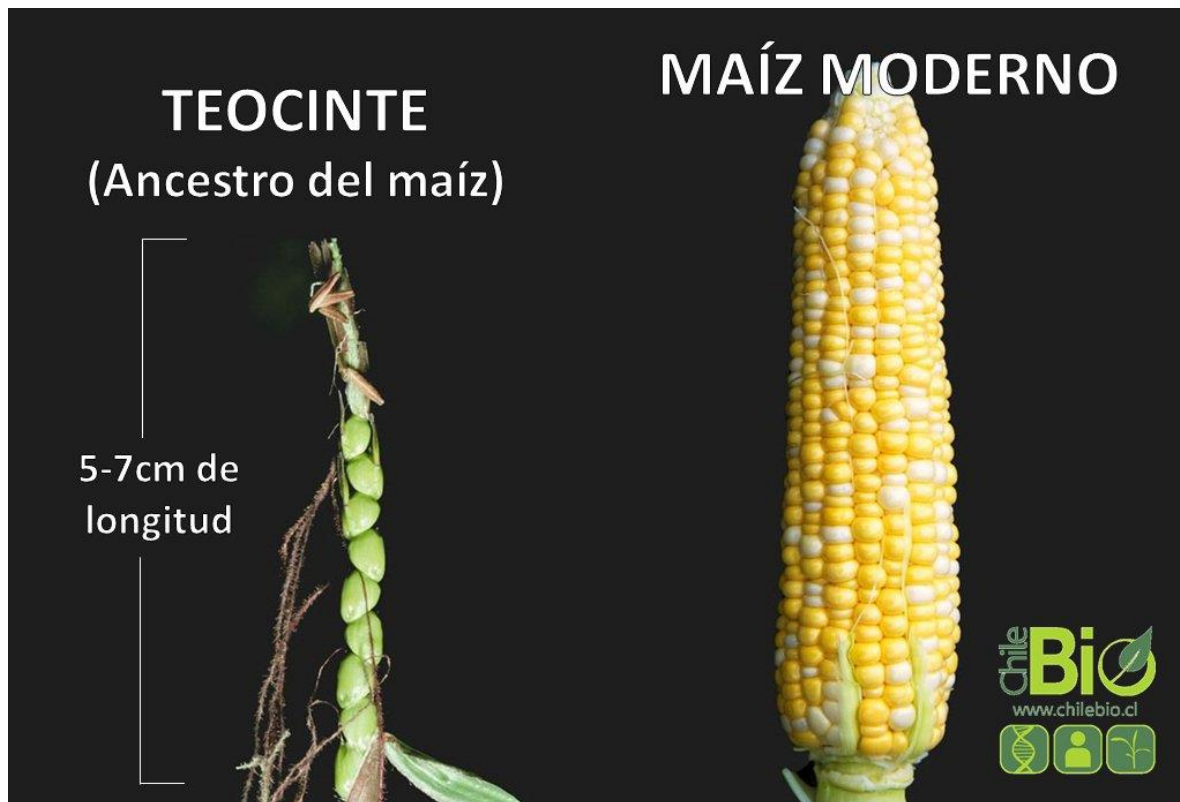


Figura 2. Ancestro silvestre del maíz.

2.4 Descripción botánica

El maíz es una planta de porte robusto y de hábito anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud alcanzando alturas de uno a cinco m, con pocos macollos o ramificaciones, su aspecto recuerda al de una caña de azúcar por la presencia de nudos y entrenudos y su médula esponjosa. Las hojas nacen en los nudos de manera alterna a lo largo del tallo; se encuentran abrazadas al tallo mediante la vaina que envuelve el entrenudo y cubre la yema floral, de tamaño y ancho variable. Las raíces primarias son fibrosas presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta (**Jugenheimer, 1988**).

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta: la inflorescencia masculina es terminal, se conoce como panícula (o espiga) consta de un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada. Las inflorescencias femeninas (mazorcas) se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras

paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. La inflorescencia femenina (mazorca) puede formar alrededor de 400 a 1000 granos arreglados en promedio de 8 a 24 hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas o vainas de las hojas (totomoxtle), los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso se conocen como pelo del elote; el jilote es el elote tierno. Por las características mencionadas, el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 a 1000 m (Reyes, 1990; Jugenheimer, 1988).



Figura 3. Morfología de la planta de maíz

2.5 Condiciones para el cultivo del maíz

El maíz se siembra en una gran variedad de regiones agroecológicas que van de altitudes de 0 m hasta cerca de los 4,000 metros (**Roberts et al 1957; Ortega-Paczka, 2003**), se cultiva desde el Ecuador hasta altas latitudes en los dos hemisferios, se siembra en regiones de precipitación pluvial desde menos de 400 mm hasta los 3,000 mm, en suelos y climas muy variables. De acuerdo a la literatura revisada la mejor producción se logra en climas en donde las temperaturas medias en los meses calurosos varían entre 21 y 27°C, con un periodo libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días (**Reyes, 1990**).

El maíz es un cultivo exigente en agua donde las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo; cuando la semilla germina se requiere menos cantidad de agua manteniendo una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando se requiere una mayor cantidad de agua, siendo la fase de floración el periodo más crítico porque de ella depende el desarrollo, la polinización y el llenado de los granos influyendo así en el rendimiento de granos de las plantas. Se adapta muy bien a todo tipo de suelo (**Reyes, 1990**).

2.6 Fases de crecimiento

2.6.1 Fase Vegetativa: La semilla germina y se establecen las plántulas, se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo normalmente

está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, ya que, ésta ocupa cerca del 40% del peso total **(Bolaños y Barreto, 1991)**.

2.6.2 Fase Reproductiva: Determina la formación de la mazorca, o sea, la fracción cosechable de la biomasa. El maíz es una planta monoica, produce las flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la misma planta. Esto significa que hay tanto una separación espacial, el polen tiene que viajar más de 1.0 m de distancia para fecundar los estigmas y separación temporal, ya que, pasan uno a dos días entre la antesis (salida de las flores masculinas) y la emisión de los estigmas en la floración. Esta separación tanto en espacio como en tiempo entre ambas floraciones, hace que la polinización y la producción de granos sea una fase extremadamente sensitiva en el maíz a los estreses ambientales **(Bolaños y Barreto, 1991; Bolaños y Edmeades, 1993 a, b)**.

2.6.3 Fase de Llenado de Grano: Comienza después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso de grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estreses hídricos y nutricionales **(Fischer y Palmer, 1984)**.

Cuadro 1. Etapas vegetativas y reproductivas del maíz

Etapas vegetativas		Etapas reproductivas	
VE	Emergencia	R1	Aparición de los estigmas
V1	Primera hoja	R2	Blíster
V2	Segunda hoja	R3	Grano lechoso
V3	Tercera hoja	R4	Grano pastoso
V(n)	Enésima hoja	R5	Grano dentado
VT	Aparición de las panojas	R6	Grano maduro

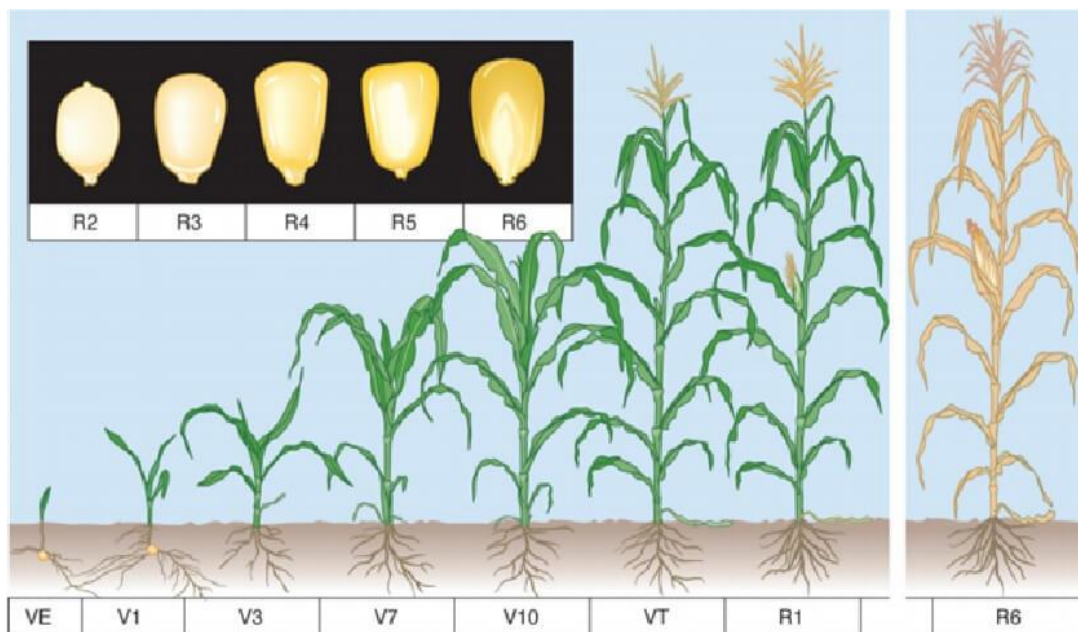


Figura 4. Fases de crecimiento del maíz

Cuadro 2. Características generales del manejo integrado del maíz en campo

Actividad	Recomendaciones		
Época de siembra	26 de agosto a 15 de septiembre		
Selección de cultivares	Nacionales: P-0512; P -0104; PB -0105; PB -0103 Importados: 30F -80; 30K -75, 30R -92		
Preparación del terreno			
Labranza convencional	Un pase de rastra pesada o arado Dos a tres pases de rastra		
Labranza mínima	Un pase de semi-roma, un mes antes de la siembra Aplicación de glifosato de 1.0 a 1.5 kg i.a./ha		
Labranza cero	Aplicar un quemante antes de la siembra (glifosato de 1.0 a 1.5 kg i.a./ha)		
Siembra			
Tratamiento de la semilla	thiodicarb a razón de 7 .7 g i.a./kg de semilla		
Distancia entre hileras	75 a 80 cm		
Número de plantas de maíz por metro lineal	4.5 a 5.0		
Población de plantas	60,000 a 65,000 plantas/ha		
Fertilización			
A la siembra	5 qq/ha de fertilizante completo (13 -26-6-7, 6-30-4-8, 15 -30-8-6)		
Suplementaria	Opciones	21 dds	37 dds
	1	2.5 qq/ha de urea	3.0 qq/ha de urea
	2	3.5 qq/ha de 27 -6-3-2-4 (químico)	4.5 qq/ha de urea
	3	3.5 qq/ha de urea	4.5 qq/ha de urea
Total de nutrimentos	Nitrógeno	130 -200 kg/ha	
	Fósforo	60 kg/ha	
	Azufre	20 kg/ha	
	Potasio	20 kg/ha	
Control de malezas			
Tratamiento químico	atrazina 50	1.50 kg i.a./ha	
	glifosato	1.65 kg i.a./ha	
	pendimentalina	1.85 kg i.a./ha	
Época de aplicación	3 a 7 dds y buena humedad en el suelo.		
Días a cosecha			
Manual	115 a 130 dds		
Mecánica	Después de la formación de la capa negra (110 dds)		

(Gordon,2007).

2.7 Principales plagas en el cultivo del maíz .

2.7.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Corta el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están desarrolladas (25 a 30 días), la desfolian; puede atacar la flor masculina lo cual provoca interrupción del proceso normal de polinización. También ataca perforando la mazorca tierna. El adulto de *Spodoptera*, oviposita en los estigmas de la mazorca; cuando las larvas eclosionan comienzan a alimentarse y se concentran en el canal de los estigmas, provocan daños directos a los granos, dando entrada a los patógenos que pudren la mazorca. **(LOPÉZ, 2008)**

2.7.2 Gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*)

Helicoverpa zea, es una especie polifitófaga, ya que las larvas han sido señaladas atacando hojas y frutos de más de 100 especies, entre las cuales se destacan maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), algodón (*Gossypium hirsutum*), tabaco (*Nicotiana tabaccum*), soja (*Glycine max*), tomate (*Solanum lycopersicum*), lechuga (*Lactuca sativa*), entre otros **(King y Coleman 1989, Capinera 2008)**.

La actividad alimentaria de las larvas causa daños directos, siendo el principal, el consumo de los granos que se encuentran en el tercio superior de la mazorca, y daños indirectos al favorecer el ingreso de patógenos y otros insectos **(Lewis 1992)**.

Para prevenir los daños causados por *H. zea*, los productores realizan múltiples aplicaciones de insecticidas, generalmente del grupo de los piretroides, durante el período de emisión de estilos, ya que es en este estado cuando las mazorcas son

más susceptibles de sufrir el ataque (**Quiles *et al.* 2002, Saavedra del Real 2003, Szczesny 2005, Hopkins y Pietrantonio 2010a, Quiles 2011**).

2.8 Efectos de estrobilurinas en maíz .

Los momentos óptimos de aplicación de fungicidas dependen de las condiciones ambientales, la intensidad de la enfermedad, el perfil sanitario y el estado del cultivo. Con mezclas de triazoles y estrobilurinas en tizón foliar se obtuvieron respuestas positivas en rendimiento de entre 8 y 25% con aplicaciones en estadios vegetativos y reproductivos en maíces tardíos (**De Rossi *et al.*, 2010; Couretot *et al.*, 2012**). En roya común aplicaciones en maíces de fecha de siembra de octubre (2011/12) generaron un incremento de rendimiento respecto al control de 803 Kg/ha (**Couretot *et al.*, 2012**). A pesar de que las estrobilurinas se desarrollaron con el objetivo fundamental de controlar los microorganismos causantes de enfermedades en las plantas, estudios recientes de varios investigadores, coinciden que las estrobilurinas tienen un efecto positivo sobre los procesos fisiológicos de las plantas; es decir, actúan como bioestimulantes en el metabolismo vegetal. Estos efectos se han observado en el aumento de los rendimientos en trigo y maíz (**Nelson y Meinhardt, 2011**); soya (**Henry *et al.*, 2011; Hill *et al.*, 2013**). Estos efectos fisiológicos que mejoran el metabolismo de la planta además de su efecto fitosanitario, se han comprobado científicamente en numerosas investigaciones a nivel mundial en fungicidas BASF de última tecnología como Comet (F 500) y Bellis (F 500 + Boscalid), que optimizan la calidad del cultivo y su rendimiento, más allá de las prácticas de manejo conocidas.

2.9 Productos a evaluar

2.9.1 PYRACLOSTROBIN

Es un fungicida sistémico con acción preventiva y curativa erradicante. El Pyraclostrobin tiene acción translaminar y se redistribuye localmente en la hoja formando depósitos adheridos a la cera de la cutícula proporcionando alta resistencia al lavado. Parte de la molécula solubilizada penetra y SE difunde en el interior del tejido vegetal a distancias cortas y se distribuye formando depósitos en áreas de la capa cerosa de la epidermis, que no fueron tratadas directamente con el fungicida. Preventivamente actúa inhibiendo los estados tempranos del desarrollo del hongo desde la germinación de la espora hasta la formación del apresorio.

El pyraclostrobin (2-[1-(4-clorofenil)pirazol-3-ilo ximetil]- N-metoxicarbanilato de metilo; PY), de la familia de las estrobilurinas, sólo o en combinación con otros fungicidas presenta un modo de acción que se basa en la inhibición de la respiración mitocondrial para proteger de enfermedades fúngicas a diferentes cultivos como: uva, fresa, pimiento, tomate, papa y diferentes cereales y caducifolios (**Balba, 2007; Schnabel y Crisosto, 2008; Esteve-Turrillas et al., 2011; Xiangwei et al., 2012**).

El mecanismo de acción del pyraclostrobin está enfocado en la inhibición de la cadena transportadora de electrones, actuando en el complejo III sobre el sitio de reducción de la ubiquinona oxidasa (QoI), entre el citocromo b y c1, inhibiendo así

la respiración (**Parrado et al., 2010; FRAC, 2013;**), lo que ocasiona una reducción significativa de la producción de ATP (**Bartlett et al., 2002**).

Cualquier planta que se encuentre en contacto con un fungicida en este caso con el pyraclostrobin, absorbe una cierta cantidad de este, lo que produce un cambio en el metabolismo de la planta, y genera un mayor crecimiento e incrementos significativos en la producción (**Jennifer Patiño, 2014**). Esto se debe a que se presentan efectos adicionales en la fisiología del cultivo que generan a una influencia positiva en la producción (**Köhle et al., 2002b**). Otros efectos han sido encontrados por **Binotto et al. (2010)**, donde plantas de soya con aplicaciones de pyraclostrobin han aumentado su tasa fotosintética en un 3 y 10% en relación con los testigos, tan sólo tres horas después de la aplicación.

2.9.2 AXOZYSTROBIN + CYPROCONAZOL

AXOZYSTROBIN

Es un fungicida sistémico con acción preventiva y curativa. Este producto está constituido por el ingrediente activo Azoxystrobin, perteneciente a la familia de la estrobilurinas con triazoles y que posee diferentes propiedades como: rápida acción, prolongada eficacia, alta sistemicidad y combate gran cantidad de enfermedades.

CYPROCONAZOL

Fungicida sistémico y de contacto con actividad preventiva, curativa y erradicante. Inhibidor de la C14 desmetilación en la biosíntesis de los esteroides, impide la biosíntesis del ergosterol, componente de la membrana celular de numerosos hongos, excepto Peronosporales. Su acción tiene sobre los hongos dos consecuencias: acumulación de lanosterol con un incremento de la permeabilidad de la membrana citoplásmica con graves consecuencias en el intercambio osmótico y alteración de la nutrición celular y deficiencia de ergosterol con alteración de la biosíntesis de la quitina. Como efecto final se bloquea el desarrollo del micelio, efecto fungistático, y se inhibe la función de los haustorios: el hongo deja de alimentarse.

2.10 utilización de estrobilurinas en otros cultivos

EL trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto bioestimulante del pyraclostrobin en el cultivo de papa, para lo cual se aplicó el producto al tubérculo semilla y al follaje, evaluándose siete diferentes momentos de aplicación; se utilizó un testigo sin utilización de pyraclostrobin. Se encontró que, en general, son preferibles las aplicaciones solamente al follaje que al follaje y al tubérculo semilla. El pyraclostrobin aplicado al follaje en aporque y floración obtiene incrementos de materia seca superiores al control sin aplicación de 117%, 25% y 75% para hojas, tallos y tubérculos, respectivamente (**Jennifer Patiño, 2014**). Por otra parte

(Vilarino, 2005) Obtuvo resultados positivos con la utilización de estrobilurinas, en el cultivo de soya, ya que los rendimientos obtenidos fueron mayores en los tratamientos con estrobilurinas respecto a los tratamientos testigos, además se mostró una mayor acumulación de biomasa y una menor pérdida del área foliar funcional durante el llenado de granos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.7 Materiales

Para el manejo de las parcelas experimentales se utilizaron los siguientes insumos:

- Herbicida (Atrazina)
- Herbicida (Glifosato)
- Insecticida para el cogollero (Alphacypermethrin + Teflubenzuron)
- Semillas de las variedades Tocumen, Guararé y IDIAP MV-1816
- Semillas de los híbridos 1-PIONNER 30F35, 2-PIONNER Rojo 83
- Fungicida (Pyraclostrobin)
- Fungicida (Azoxystrobin + Cyproconazol)
- Fertilizante fórmula 12-24-12
- Fertilizante urea

Además, se utilizaron las siguientes herramientas de campo:

- Cinta métrica.

- Vasos medidores.
- Bomba de fumigar
- Boquilla de herbicida
- Boquillas de insecticida
- Balanzas.
- Baldes.

3.2 Ubicación del ensayo

El área donde se desarrolló el experimento está localizada en los terrenos de la estación Experimental del IDIAP (Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá), sede el Naranjal, que se encuentra ubicada en la comunidad de Tanara, corregimiento de Chepo, en la Provincia de Panamá, con una elevación aproximada de 15 msnm, Latitud 09° 08' 00" y Longitud-79° 12' 00".

3.3 tratamientos evaluados

La investigación se dividió en 2 ensayo, el primero utilizando híbridos de altos rendimientos y el segundo utilizando variedades locales. En los 2 ensayos se utilizaron productos bioestimulantes.

Ensayo N°1, utilizando híbridos de alto rendimiento

T1A= Pionner 30F35 + Pyraclostrobin

T2A= Pionner 30F35 + Azoxystrobin + Cyproconazol

T3A= Pionner 30F35 (Testigo)

T4A= Pionner Rojo 83 + Pyraclostrobin

T5A= Pionner Rojo 83 + Azoxystrobin + Cyproconazol

T6A= Pionner Rojo 83 (testigo)

Ensayo N° 2, utilizando variedades locales de maíz

T1B= Variedad Tocumen + Pyraclostrobin

T2B= variedad Tocumen + Azoxystrobin + Cyproconazol

T3B= variedad Tocumen

T4B= Variedad Guararé + Pyraclostrobin

T5B= Variedad Guararé + Azoxystrobin + Cyproconazol

T6B= Variedad Guararé

T7B= Variedad IDIAP MV-1816 + Pyraclostrobin

T8B= Variedad IDIAP MV-1816 + Azoxystrobin + Cyproconazol

T9B= Variedad IDIAP MV-1816

3.4 Tamaños de Parcelas

Ensayo A, donde se evaluaron los híbridos de alto rendimiento

Parcela útil:	2.4m X 3.2m (7.68 m ²)
Numero de parcelas:	18
Distancia de siembra:	0.40m X 0.80m
Población:	31,250 plantas/Ha
Repeticiones:	3
Separación entre parcelas:	1.0 m
Separación entre hileras:	1.0 m
Área Total del Ensayo:	225.04 m

Ensayo B, donde se evaluaron Las variedades locales

Parcela útil:	2.4m X 3.2m (7.68 m ²)
Numero de parcelas:	27
Distancia de siembra:	0.40m X 0.80m
Población:	31,250 plantas/Ha
Repeticiones:	3
Separación entre parcelas:	1.0 m
Separación entre hileras:	1.0 m
Área Total del Ensayo:	343.36 m

3.5 Establecimiento del ensayo.

El ensayo se estableció siguiendo un diseño experimental de bloques completamente al azar(BCA), con tres repeticiones por tratamiento.

3.6 Características agroecológicas del área del ensayo

Parámetros climatológicos del área de Tanara:

- Precipitación media anual: 2,181mm
- Humedad relativa: 81%
- Temperatura promedio anual: 28°C

3.7 Variable a evaluar

- Peso en g de 20 mazorcas.

3.8 Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 3 repeticiones(BCA). Los datos fueron sometidos al test de varianza y pruebas de comparación de medias de DUNCAN, al 5% de probabilidad.

CUADRO 3. DETALLE DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS CON SU DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN EN HÍBRIDOS DE ALTO RENDIMIENTOS

tratamientos	Producto	Formulación	Dosis lt/ha	Aplicación DDG
T1A	(Pyraclostrobin)	EC	0.5	35-40
T2A	(Azoxystrobin,Cyproconazol)	SC	0.5	35-40
T3A	Testigo	-	-	-
T4A	(Pyraclostrobin)	EC	0.5	35-40
T5A	(Azoxystrobin,Cyproconazol)	SC	0.5	35-40
T6A	Testigo	-	-	-

CUADRO 4. DETALLE DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS CON SU DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN EN VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ

Tratamientos	Productos	Formulaciones	Dosis Lt/ha	Aplicación DDG
T1B	(Pyraclostrobin)	EC	0.5	35-40
T2B	(Azoxystrobin,Cyproconazol)	SC	0.5	35-40
T3B	Testigo	-	-	-
T4B	(Pyraclostrobin)	EC	0.5	35-40
T5B	(Azoxystrobin,Cyproconazol)	SC	0.5	35-40
T6B	Testigo	-	-	-
T7B	(Pyraclostrobin)	EC	0.5	35-40
T8B	(Azoxystrobin,Cyproconazol)	SC	0.5	35-40
T9B	Testigo	-	-	-

DDG=días después de la germinación

4.RESULTADOS

Nuestro interés se centró en evaluar los efectos de productos bioestimulantes en el rendimiento del cultivo del maíz, sin establecer comparaciones entre híbridos y variedades. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad para ambos ensayos (A Y B).

4.1 Efecto de productos bioestimulantes en el rendimiento de híbridos comerciales de maíz.

Al comparar el efecto de ambos productos bioestimulantes en los 2 híbridos comerciales evaluados, el principio activo de Azoxystrobin+Cyproconazol, presento el mejor efecto en el rendimiento de los híbridos, mostrando una diferencia significativa entre el pionner rojo83 y el pionner 30F35, con mayor incremento de rendimiento en el pionner rojo 83.

Con relación al efecto de los principios activos evaluados dentro de un mismo híbrido comercial, los resultados obtenidos indican que para el híbrido pionner 30F35 el mejor resultado se obtuvo con el principio activo Azoxystrobin+Cyproconazol, sin embargo, con el híbrido pionner rojo ambos principios activos presentaron el mismo efecto en el rendimiento del cultivo (ver gráfico 1, comparación T2-T1, T5-T4)

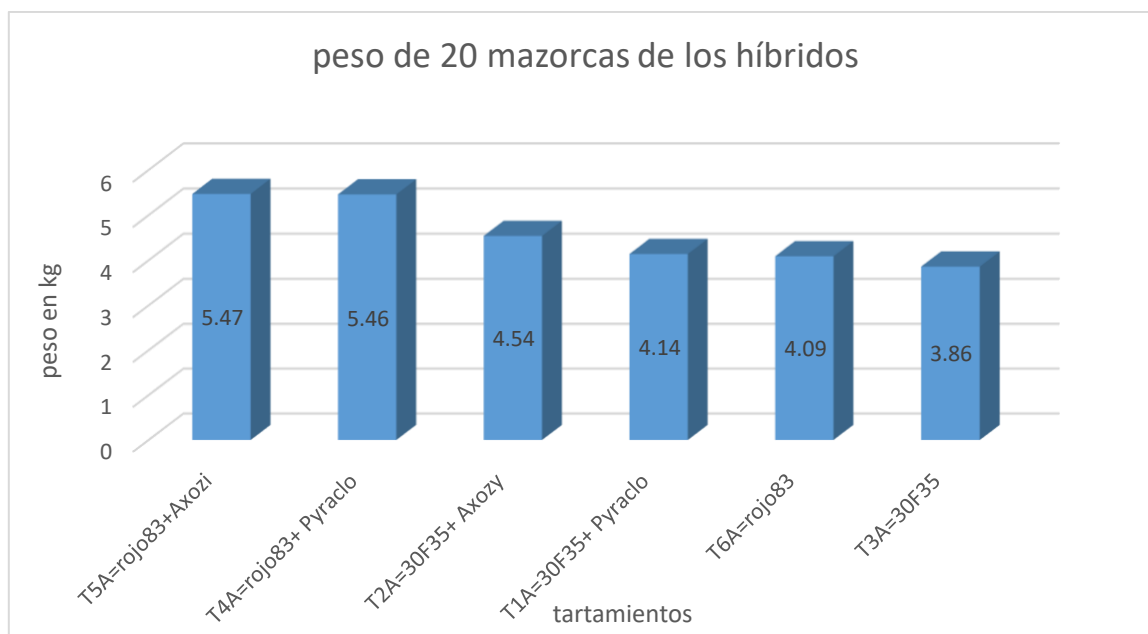


Grafico 1. Influencia de los bioestimulantes en el rendimiento de híbrido comerciales de maíz.

Medias del ensayo A

T3=3.86

T6=4.09

T1=4.14

T2=4.54

T4=5.46

T5=5.47

cuadro 5. Comparación de media de los híbridos

Diferencia	Valor	AMS	Significancia 5%
T5-T3	1.61	AMS6=0.106	Significativa
T5-T6	1.38	AMS5=0.104	Significativa
T5-T1	1.33	AMS4=0.103	Significativa
T5-T2	0.93	AMS3=0.1	Significativa
T5-T4	0.01	AMS2=0.096	No Significativa
T4-T3	1.6	AMS5=0.104	Significativa
T4-T6	1.37	AMS4=0.103	Significativa
T4-T1	1.32	AMS3=0.1	Significativa
T4-T2	0.92	AMS2=0.096	Significativa
T2-T3	0.68	AMS4=0.103	Significativa
T2-T6	0.45	AMS3=0.1	Significativa
T2-T1	0.4	AMS2=0.096	Significativa
T1-T3	0.28	AMS3=0.1	Significativa
T1-T6	0.05	AMS2=0.096	No Significativa
T6-T3	0.23	AMS2=0.096	Significativa

4.2 Efecto de productos bioestimulantes en el rendimiento de variedades locales de maíz.

De manera general al comparar el efecto de los 2 principios activos en el rendimiento de las 3 variedades locales evaluadas, los resultados indican que el tratamiento con pyraclostrobin fue mas efectivo en el incremento del rendimiento. Por otro lado cuando evaluamos el comportamiento de los diferentes principios activos evaluados dentro de una misma variedad podemos decir que la variedad Guraré obtuvo el mayor incremento con el tratamiento pyraclostrobin(T1-T2). Para la variedad IDIAP MV-1816 el mejor resultado se obtuvo igualmente con el principio activo pyraclostrobin (T7-T8), sin embargo en el caso de la variedad tocumen los 2 principios activos evaluados no tuvieron ningun efecto en el rendimiento del cultivo(T2-T3, T1-T3).

Estos resultados obtenidos con las variedades locales de maíz nos permiten afirmar que no todas las variedades locales de maíz responden al tratamiento con productos bioestimulantes.

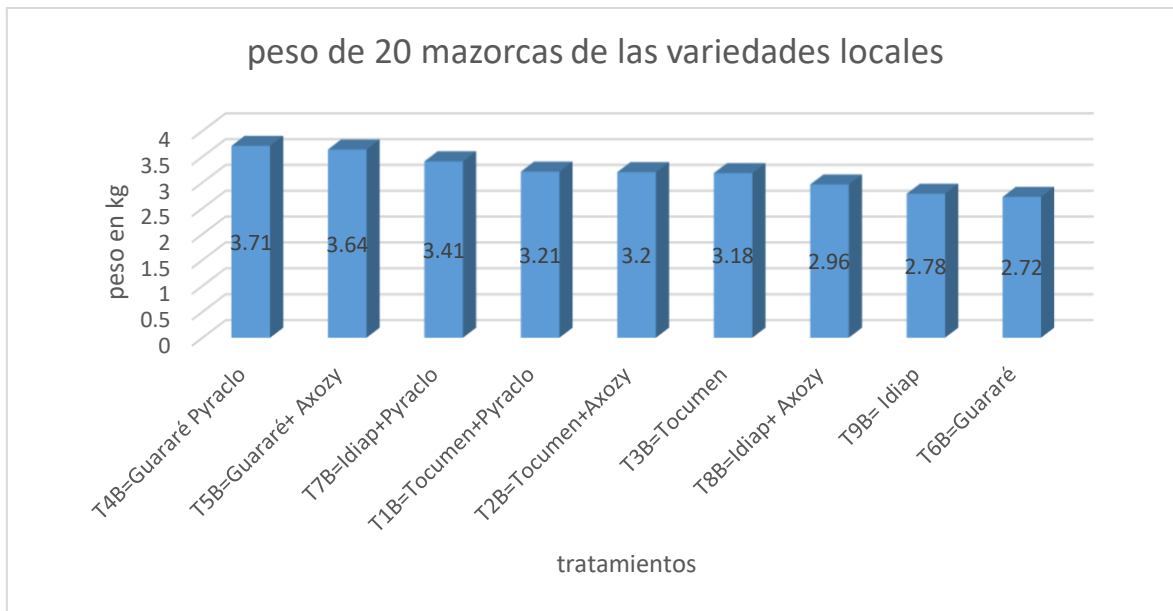


Grafico 2. Influencia de los bioestimulantes en el rendimiento de variedades locales de maíz.

Medias de ensayo B

cuadro 6. Comparación de media de las variedades

	Diferencia	Valor	AMS	Significancia 5%
T6=2.72	T4-T6	0.99	AMS9=0.153	Significativa
T9=2.78	T4-T9	0.93	AMS8=0.153	Significativa
	T4-T8	0.75	AMS7=0.151	Significativa
T8=2.96	T4-T3	0.53	AMS6=0.149	Significativa
	T4-T2	0.51	AMS5=0.147	Significativa
T3=3.18	T4-T1	0.5	AMS4=0.144	Significativa
	T4-T7	0.3	AMS3=0.140	Significativa
T2=3.2	T4-T5	0.07	AMS2=0.134	Significativa
T1=3.21	T5-T6	0.92	AMS8=0.153	Significativa
	T5-T9	0.86	AMS7=0.151	Significativa
T7=3.41	T5-T8	0.68	AMS6=0.149	Significativa
	T5-T3	0.46	AMS5=0.147	Significativa
T5=3.64	T5-T2	0.44	AMS4=0.144	Significativa
	T5-T1	0.43	AMS3=0.140	Significativa
T4=3.71	T5-T7	0.23	AMS2=0.134	Significativa
	T7-T6	0.69	AMS7=0.151	Significativa
	T7-T9	0.63	AMS6=0.149	Significativa
	T7-T8	0.45	AMS5=0.147	Significativa
	T7-T3	0.23	AMS4=0.144	Significativa
	T7-T2	0.21	AMS3=0.140	Significativa
	T7-T1	0.2	AMS2=0.134	Significativa
	T1-T6	0.49	AMS6=0.149	Significativa
	T1-T9	0.43	AMS5=0.147	Significativa
	T1-T8	0.25	AMS4=0.144	Significativa
	T1-T3	0.03	AMS3=0.140	No Significativa
	T1-T2	0.01	AMS2=0.134	No Significativa
	T2-T6	0.48	AMS5=0.147	Significativa
	T2-T9	0.42	AMS4=0.144	Significativa
	T2-T8	0.42	AMS3=0.140	Significativa
	T2-T3	0.02	AMS2=0.134	No Significativa
	T3-T6	0.46	AMS4=0.144	Significativa
	T3-T9	0.4	AMS3=0.140	Significativa
	T3-T8	0.22	AMS2=0.134	Significativa
	T8-T6	0.24	AMS3=0.140	Significativa
	T8-T9	0.18	AMS2=0.134	Significativa
	T9-T6	0.06	AMS2=0.134	No Significativa

5. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo que se señala en la literatura, sobre que la utilización de estrobilurinas tienen un efecto positivo sobre los procesos fisiológicos de las plantas, dando como resultado un aumento del rendimiento en el cultivo del maíz.

En los híbridos de alto rendimiento tanto Pioneer 30F35 como en el Pioneer Rojo 83, se presentaron efectos positivos en cuanto al rendimiento, si los comparamos con los testigos. Mientras que en las variedades locales de maíz se presentaron efectos positivos de los bioestimulantes en las variedades Guararé y IDIAP MV-1816, sin embargo, en la variedad Tocumen no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

Los efectos positivos de los bioestimulantes en estos ensayos se deben a que las estrobilurinas tienden a aumentar la tasa neta de fotosíntesis, Retardan la degradación de la clorofila y retrasan el proceso de la senescencia. también estimula un mayor número de hojas, área foliar, biomasa seca de la parte aérea y radicular. Todo esto favorece la acumulación de fotoasimilados en la planta, especialmente durante el llenado del grano, que finalmente repercute en un mayor rendimiento. **(Nelson y Meinhardt, 2011)**.

6. Conclusiones y recomendaciones

1. Los resultados del presente trabajo para evaluar el efecto bioestimulantes de las estrobilurinas en el cultivo del maíz, demostraron que este compuesto produjo un estímulo en los procesos fisiológicos de las plantas que se tradujo en un aumento significativo de la tasa fotosintética, obteniéndose un mayor rendimiento, tanto en los híbridos comerciales como en variedades locales de maíz.

2. Se recomienda realizar ensayos similares, en diferentes zonas productoras de maíz en Panamá, con la finalidad de validar los resultados obtenidos en esta investigación.

6. REFERENCIAS CITADAS

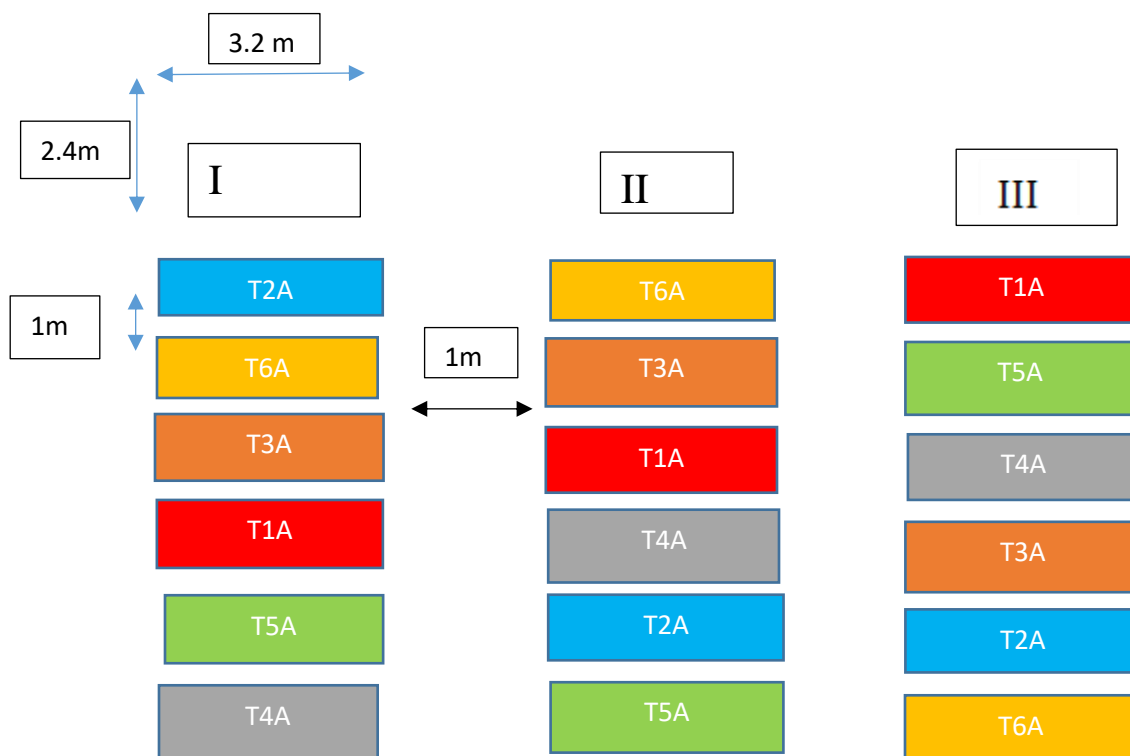
- ACOSTA, R. (2009). El cultivo de maíz su, origen y clasificación. El maíz en cuba. *cultivos tropicales*, 30(2).
- BELOW , F. (2015). *Las Siete Maravillas para Alcanzar el Alto Rendimiento en Maíz. Curso Internacional de Producción de Maíz de Alto Rendimiento*, 2-4. Guadalajara-México.
- BOLAÑOS, J.; BARRETO, H. (1991). Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990. En Análisis de los Resultados Experimentales del PRM 1990. CIMMYT, Guatemala. 2: 9-27.
- BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G.O. (1993). La fenología del maíz. En Síntesis de Resultados Experimentales del PRM, 1992. J. Bolaños, G. Saín, R. Urbina y H. Barreto (Editores). 4: 251-261.
- CURA, J., GRIES, M., GHIGLIONE, H., PAGLIONE, R., RIBAUDO, C.; ETCHEVERRY, M., PAVON, R. & FEURING, V. 2006. *Efecto fisiológico del pyraclostrobin en maíz*. Convenio FAUBA – BASF. Bogotá – Colombia.
- DOEBLEY, J.F. 2003. ae Taxonomy of Zea. <http://teosinte.wisc.edu/taxonomy.html>
- GORDÓN, R. 2007. Guía Técnica, Manejo Integrado del Cultivo de maíz. IDIAP. Panamá. 47 p.
- JUGENHEIMER, R.W. 1988. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa. México. 841p.
- KANUNGOK, M.; JOSHI, J. (2014). *Impact of Pyraclostrobin (F-500) on Crop Plants. Plant Science Today*. 1(3): 174-178.
- LAZO, J.V; ASCENCIO, J. (2014). Algunas respuestas morfométricas y fisiológicas inducidas por el fungicida Opera® (Pyraclostrobin + Epoxiconazole) en la planta de maíz (Zea mays L.). *Revista Facultad Agronomía*, 31 (1): 39-59.

- LOPEZ, J.T. (2008). *Selección artificial para el gusano cogollero (spodoptera frugiperda) con el virus sfnpv y efectividad biológica en campo en combinación con un abrillantador óptico*. México. Jalisco.
- MANGELSDORF, P.C; MACNESIH, R.S. and GALINAT, W.C. 1964. Domestication of corn. *Science* 143:538-545.
- ORTEGA, A.C. 1987. *Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo*. México, D.F.: CIMMYT.
- ORTEGA, P. R. 2003. La diversidad del maíz en México. In Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). *Sin Maíz no hay País*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp. 123-154.
- PARISI, L.; COURETOT, L., MAGNONE, G.; BERIBEB, M. J.: GATTI, N. 2015. Control de enfermedades foliares en maíz tardío con una mezcla de triazol + estrobilurina sobre cinco híbridos comerciales de diferente perfil sanitario. Campaña 2013/14. In: *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa*. Maíz SD. Agosto 2015.
- PATIÑO, J.A; COTES, J.M; RAMIREZ ,J.A. 2014.*Efecto de pyraclostrobin en la producción de papa cultivar diacol capiro*. Revista facultad de ciencias básicas. Medellín. Colombia.
- PRONACA-Procesadora Nacional de Alimentos, 2008. *Características de los Híbridos Pioneer*, Boletín Técnico, pp 1-2. Guayaquil. Ecuador.
- REEVES, R.G. & MANGELSDORF, P.C. 1942. A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae. *Am. J. Bot.*, 29: 815-817.
- REYES C., P. 1990. *El maíz y su cultivo*. AGT-EDITOR S.A. México, D.F.
- SABORIO F. 2002. Bioestimulantes en la fertilización foliar: Principios y Aplicaciones. *Memorias Del Laboratorio de Suelos y Foliares*. Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas. p. 25.

- VILLARIÑO, M.P; MILLARES, D.J. 2005. *Respuesta fisiológica a la aplicación de fungicidas (triazoles y estrobilurinas) en soja, sobre la generación de biomasa y el rendimiento*. Buenos Aires. Argentina.con

ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN Y ARREGLO DE LA PARCELA EN CAMPO(ENSAYO A)



ANEXO 2. DISTRIBUCIÓN Y ARREGLO DE LA PARCELA EN CAMPO(ENSAYO B)

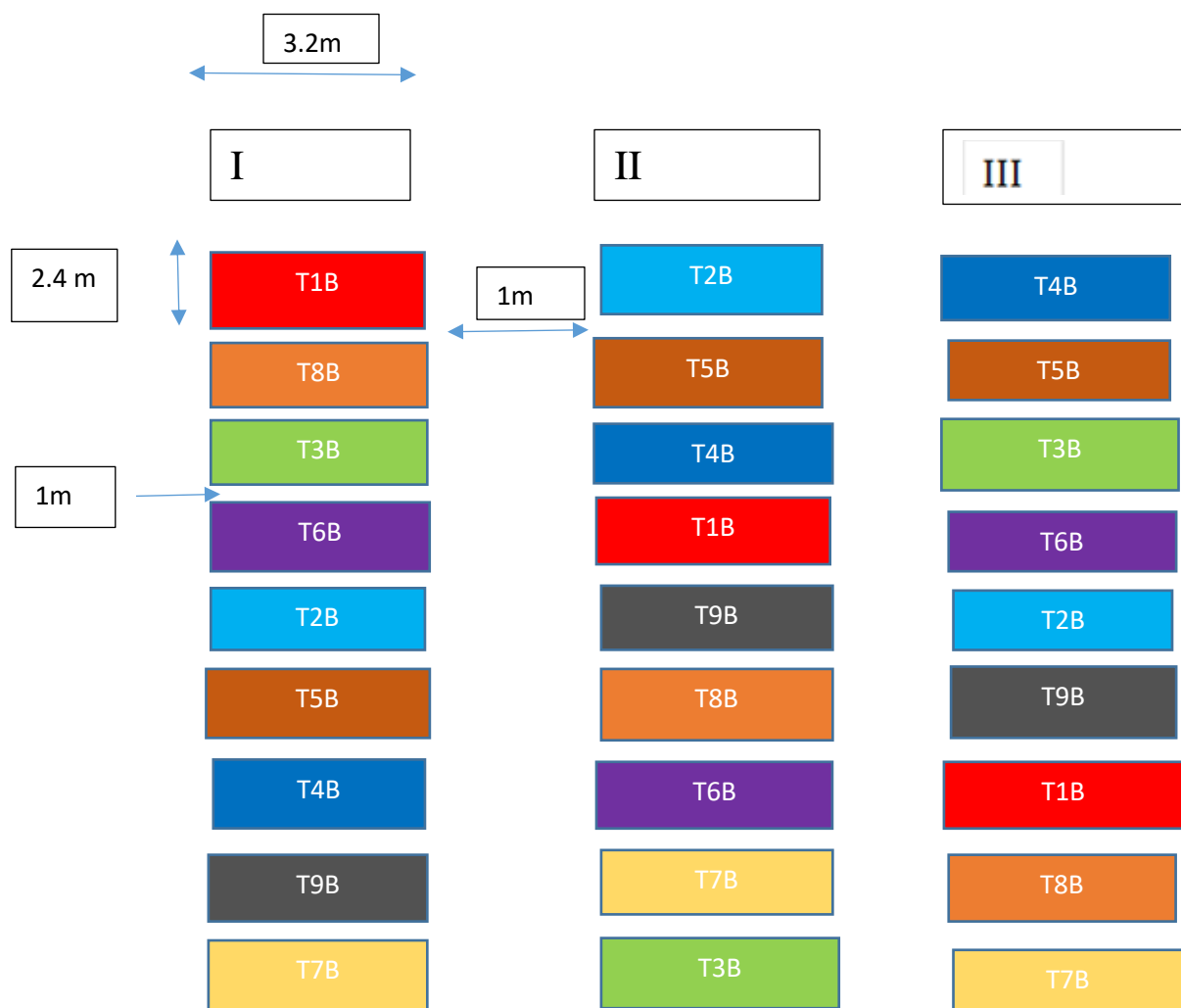




Figura 4. Control de malezas, con la utilización del herbicida glifosato y división de las parcelas experimentales.



Anexo 5. Siembra de variedades e híbridos de maíz en todas las parcelas experimentales, en los terrenos del IPT México- Panamá.



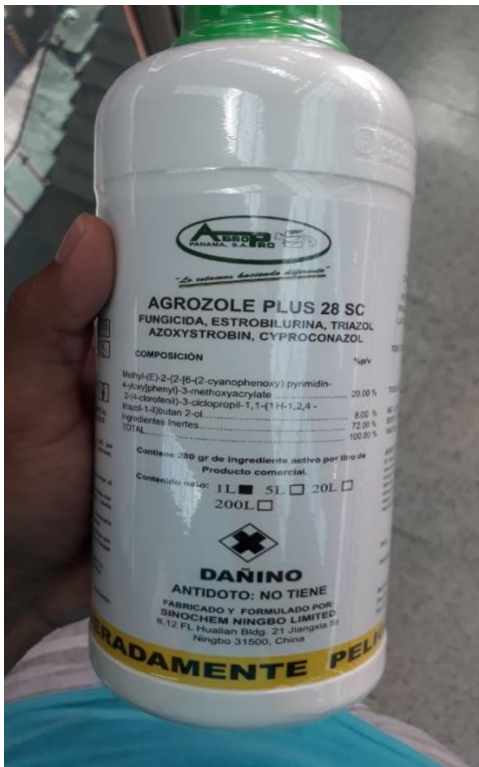
Anexo 6. Aplicación del fertilizante urea a los 21 dds, en todos los tratamientos.



Anexo 7. Aplicación de los bioestimulantes, en todos los tratamientos.



Anexo 8. Imágenes que muestra el desarrollo del cultivo.



Anexo 9. Productos bioestimulantes utilizados en el ensayo experimental



Anexo 10. Muestra del maíz cosechado