

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
**DIVISION DE AGRONOMIA**  
**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



*Reducción del tamaño de plantas hembras de maíz (Zea mays L.), mediante la aplicación de reguladores de crecimiento.*

*Por.*

*Juan Medina Galicia*

**TESIS**

*Presentada como Requisito Parcial para obtener el Título de:*

*Ingeniero Agrónomo Parasitólogo*

*Buenavista, Saltillo Coahuila, México.*

*Marzo de 2009.*

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**  
**"ANTONIO NARRO"**  
**DIVISION DE AGRONOMIA**  
**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA**

*Reducción del tamaño de plantas hembras de maíz (Zea mays L.), mediante la aplicación de reguladores de crecimiento.*

*Por:*

*Juan Medina Galicia*

*Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:*

*Ingeniero Agrónomo Parasitólogo*



\_\_\_\_\_  
*M.C. Arturo Coronado Leza*  
*Presidente del jurado*

*Pedro Aarón Cerda G.*

\_\_\_\_\_  
*M.C. Pedro Aarón Cerda García*  
*Sinodal*

\_\_\_\_\_  
*M.C. Gabriel Estrada Cruz*  
*Sinodal*

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Enrique Rosales Robles*  
*Sinodal*

\_\_\_\_\_  
*Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo*  
*Coordinador de la División de Agronomía*

*Buenavista, Saltillo Coahuila, México.*  
*Marzo de 2009*

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

El **Sr. Alfonso Medina Ayala**, el padre más maravilloso y bueno que me inculco y me dio los consejos para ser una persona trabajadora y de bien ante todos los golpes de la vida, me dio cariño y amor y me guió por el buen camino de la vida. "TE AMO PAPA".

La **Sra. Marina Galicia Blanco**, mi madre querida que me cargó en mí en su vientre, sufrió por mí en los momentos de pobreza y me orientó a luchar ya que para ser alguien en la vida hay que sufrir para merecer una recompensa. "TE AMO MAMITA".

En especial a mi padre que ya no está conmigo, pero sé que donde quiera que estés estás orgullo de tu hijo, Juan Medina Galicia, que te dedica esta presentación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

### **A MIS HERMANOS:**

Filiberto, María del Rosario, Elizabeth, María del Socorro, Alfonso, Blanca, Lucía, Guadalupe, Erica, Adela, Sandra, por su confianza, alegría que hemos pasado juntos, gracias hermanos.

### **A MIS ABUELOS:**

Horocia (+) y Deonicio (+) por todo su amor y comprensión y por los momentos maravillosos que me hicieron pasar.

### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS**

Alejandro, Jorge Alejandro, Jorge Luis, Juana, Luz, por los momentos agradables que hemos compartido durante nuestra estancia en esta universidad. A Mario, Daniel, Arturo. Olga, Azael, Olga, Maribel, Noe, Luis, Javier, gracias por maravillosa amistad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por permitirme la vida, darme salud, inteligencia y la capacidad necesaria para lograr mi formación profesional.

MC. Arturo Coronado Leza, por su ayuda en la realización y el apoyo que me brindo para realizar mi tesis, además por transferir los conocimientos en clase.

MC. Gabriel Estrada Cruz, por darme la oportunidad de realizar mi semestre de campo en la empresa Monsanto, además de la realización del trabajo de tesis y la revisión de esta.

Ing. Pedro Aaron Cerda García, por su tiempo y apoyo en la revisión de este trabajo de tesis

Al ing. Jorge Luis Cadenas Tepoxteco, que durante mi estancia en la empresa Monsanto me trasmitió los conocimientos para realizar toma de datos en campo, así como sus asesoráis y consejos.

A todos los maestros que contribuyeron en mi formación como profesionista durante mi estancia en la universidad.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Paginas
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	2
Justificación.....	2
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Generalidades del maíz (Zea mays L.).....	3
Origen del maíz.....	3
Historia y desarrollo del maíz hibrido.....	3
Clasificación taxonómica del maíz.....	4
Características morfológicas.....	4
Sistema radical.....	4
Tallo.....	5
Hoja.....	5
Inflorescencia.....	6
Semilla.....	7
Suelos.....	7
Exigencias edafoclimaticas en el cultivo del maíz.....	7
Etapas fonológicas.....	8
REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	9
Investigaciones sobre reguladores de crecimiento.....	9
Usos del etefon.....	10
Usos del prohexadione calcico (P-ca).....	12
Experiencias del prohexadione calcico en fruticultura.....	13
Antecedentes generales del trinexapac-etil.....	15

MATERIALES Y METODOS.....	16
Localización del área de estudio.....	16
Material genético evaluado.....	16
Descripción de los reguladores de crecimiento.....	19
Etefon.....	19
Trinexapac etil.....	20
Prohexadione calcico.....	20
Establecimiento del experimento.....	21
Diseño experimental.....	22
Siembra.....	22
Aplicación de los productos reguladores de crecimiento.....	23
Etapas de aplicación.....	23
Variables utilizadas para la evaluación.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	47

**PALABRAS CLAVES:** Uso de reguladores de crecimiento en la reducción del tamaño de plantas hembras de maíz (*Zea mays* L.)

## ÍNDICE DE CUADROS

	Paginas
Cuadro 1. Etapas fenológicas del maíz ( <i>Zea mays</i> L.), según Ritchie y Hanway, 2003.....	8
Cuadro 2. Productos reguladores de crecimiento aplicados, así como su acción en maíz ( <i>Zea mays</i> L.), evaluados en genotipo subtropical, en experimento realizado en San Juan de Abajo, municipio de Bahía de Bandera, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	17
Cuadro 3. Reguladores de crecimiento, etapas y dosis aplicadas, en maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en genotipo subtropical, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	18
Cuadro 4. Efecto causado por productos reguladores de crecimiento en la reducción de la altura a la inserción de la mazorca en genotipo subtropical, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	25
Cuadro 5. Análisis de varianza del efecto causado por dosis, en la altura de la mazorca, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	27
Cuadro 6. Análisis de varianza del efecto causado en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca por etapa de aplicación, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	28

Cuadro 7.	Análisis de varianza en la floración femenina S50% (receptividad de estigmas) por producto aplicado, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	30
Cuadro 8.	Análisis de varianza en diferencia de área foliar, por producto regulador aplicado, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	32
Cuadro 9.	Análisis de varianza del efecto causado en la longitud de la mazorca por producto aplicado, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	33
Cuadro 10.	Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento en numero de granos por mazorca por producto aplicado, en maíz ( <i>Zea mays</i> L.), experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	35
Cuadro 11.	Análisis de varianza del efecto causado en rendimiento en kg/ha por productos reguladores de crecimiento aplicados, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	37

Cuadro 12.	Análisis de varianza del efecto en rendimiento en bolsas (sacos de semilla/ha) por producto aplicado, con respecto al testigo, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008....	39
Cuadro 13.	Análisis de varianza del efecto causado en rendimiento en sacos de semilla/ha por etapa de aplicación, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	41
Cuadro 14.	Comparación de los reguladores de crecimiento aplicados de acuerdo a dosis, etapa de aplicación y el efecto causado en la altura de la planta y en rendimiento en numero de sacos de semilla /ha.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1. Efecto de los productos reguladores de crecimiento en la reducción de la altura a la inserción de la mazorca, en la localidad de San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	26
Figura 2. Efecto de los reguladores de crecimiento por dosis, en la altura de la mazorca, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	27
Figura 3. Efecto en la altura de la mazorca, por etapa de aplicación, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	29
Figura 4. Efecto en la floración hembras S50% (receptividad de estigmas) por producto aplicado, usando reguladores de crecimiento, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	31
Figura 5. Diferencia de área foliar, por productos reguladores de crecimiento, en maíz ( <i>Zea mays</i> L.), experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	32

Figura 6.	Efecto en la longitud de la mazorca por producto aplicado, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	34
Figura 7.	Diferencia en rendimiento en numero de granos por mazorca por producto aplicado, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	36
Figura 8.	Efecto en rendimiento del maíz (Zea mays L.), con reguladores de crecimiento, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	38
Figura 9.	Rendimiento en sacos de semilla maíz (Zea mays L.), por producto regulador, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	40
Figura 10.	Rendimiento en sacos de semilla de maíz (Zea mays L.), por etapas de aplicación, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.....	42

## INTRODUCCION

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.), es considerado uno de los principales rubros en el ámbito nacional y mundial, por la importancia que representa este cereal en la dieta alimenticia de las personas y animales, las grandes extensiones de tierras cultivadas, así como la gran cantidad de empleos directos e indirectos que genera en toda su cadena de producción, procesamiento industrial y su comercialización desde la siembra hasta que es consumido por las personas. Un conocimiento de la interacción de los factores planta-ambiente-manejo, es la clave para aumentar el rendimiento de los cultivos. A medida que se mejora las condiciones del ambiente a través del manejo y el control del ambiente (agua, temperatura, nutrientes), mejorara el rendimiento de los cultivos. Costa, 2002.

México, quinto productor de maíz en el mundo, dedica a este cultivo más de 8 millones de hectáreas, es decir, casi el 40% de la superficie agrícola nacional. En su cultivo están inmersos 2.7 millones de agricultores, lo que determina también la importancia socioeconómica que tiene en México. En cuanto a rendimiento de grano, este fluctúa desde 200 kg/ha hasta 11 ton/ha, dependiendo entre otros factores el material utilizado, disponibilidad de agua, fertilización, control de plagas y malezas, siendo el promedio nacional de aproximadamente 1.8 ton/ha, Tafoya *et al*, 1993.

Los principales estados productores de maíz son: Jalisco con el 15 por ciento de la producción nacional; Sinaloa con el 13 por ciento; Chiapas 10 por ciento, Estado de México 9 por ciento; Michoacán 7 por ciento; Guanajuato 6 por ciento; Veracruz 5 por ciento; y otros con el 35 por ciento. Esta producción se destina el 59.7 por ciento al consumo humano; sector pecuario el 23.2 por ciento; industria, derivados y químicos el 10.4 por ciento; industria de cereales el 2.4 por ciento; semillas el 1.1 por ciento; y 3.3 por ciento otros. SAGARPA, 2005.

El uso de reguladores de crecimiento en una practica muy común en la producción de plantas ornamentales en maceta para reducir el porte de la planta, obtener plantas mas compactas, romper la dominancia apical y favorecer la producción de brotes laterales, por consiguiente la producción de más flores. La reducción del porte de la planta, el follaje más oscuro y la floración precoz también han sido reportados. Ortiz y Larque, 1999.

En México, los retardadores de crecimiento se emplean con frecuencia para el control de la altura de las plantas en maceta; su aplicación comercial es mas intensa en crisantemos, noche buena y azaleas. Se calcula que en México el empleo de reguladores representa 2% de la venta total de agroquímicos, alrededor de 90 millones de pesos. Ortiz y Larque, 1999.

### **Objetivo**

Evaluar reguladores de crecimiento, para buscar reducir la altura de la mazorca en hembras a fin de facilitar el flujo de polen a través del cultivo, lo que deberá impactar en el llenado de la mazorca.

### **Justificación**

Actualmente en algunos casos los progenitores hembra en híbridos subtropicales son de porte alto a muy alto, además de poseer una gran área foliar con respecto al macho, lo cual posiblemente limita la dispersión de polen como tal, limitando la producción de semilla.

### **Hipótesis**

Cuando se reduce la altura de la mazorca de la hembra con la aplicación de Reguladores del Crecimiento se logrará un mejor llenado de la mazorca.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Generalidades del maíz (Zea mays L.)**

#### **Origen del maíz**

El maíz, (*Zea mays* L.) se originó en una parte restringida de México, según McClintock, 1981. Citado por Bejarano y Segovia, 2000, los tipos desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América.

Vavilov, 1923. Citado por Ruiz, 2004, determinó que la biodiversidad agrícola proviene en su mayoría de ocho núcleos identificables, que incluyen a China (de donde se origina la soya), India, Asia Central, México-Centroamérica (cuna del maíz), los Andes (de donde viene la papa) y el Mediterráneo. En la actualidad los botánicos y los agrónomos se refieren a estas áreas geográficas como centros Vavilov. El agrónomo o agricultor que quiera mejorar sus variedades de maíz u otros granos debe tener acceso a especímenes de sus centros de origen.

#### **Historia y desarrollo del maíz híbrido**

La hibridación varietal por medio de la polinización controlada o de la polinización abierta fue el origen para el desarrollo de muchas variedades de maíz; aún hoy en día, las nuevas variedades evolucionan en los campos de los agricultores generadas por cruza derivadas de la polinización abierta. El uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos fue iniciado por Beal, en 1880, sembró dos variedades en surcos adyacentes, una de las cuales fue elegida como progenitor femenino y por lo tanto, fue despanojada, mientras que la otra variedad sirvió como polinizadora masculina; este híbrido entre variedades rindió más que las variedades parentales de polinización abierta, sin embargo, los híbridos entre variedades no encontraron gran aceptación entre los agricultores estadounidenses, posiblemente porque las ganancias en

rendimiento eran modestas Lonquist y Gardner, 1961; Moll, *et al*, 1962 o probablemente porque el concepto de híbrido era demasiado avanzado para esa época. Poehlman, 1987.

## **Clasificación taxonómica del maíz**

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Ciperales

**Familia:** Poaceae

**Tribu:** Maydae

**Género:** *Zea*

**Especie:** *Zea mays* L.

**Nombre vulgar:** Maíz

## **Características morfológicas**

### **Sistema radical**

Las raíces representan un importante componente funcional y estructural de la planta de maíz Cabrera, 2002. En la planta madura, las raíces pueden profundizar hasta 1.8 m y explorar una superficie de un círculo de 2 m de diámetro Salazar, 1990. El sistema radical de la planta de maíz presenta varios tipos de raíz.

**Raíz seminal o principal:** se origina en la radícula luego de la germinación Salazar, 1990. Esta tiene una duración de 2 a 3 semanas máximo Cabrera, 2002. Están representadas por un grupo de 1 a 4 raíces, las cuales van a suministrar anclaje y nutrientes a la semilla. Anónimo, 1988.

**Raíces adventicias:** el sistema radical de una planta de maíz es casi totalmente del tipo adventicio. Estas se originan después de las raíces principales. Pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad. Anónimo, 1988.

**Raíces de sostén o soporte:** este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Proporcionan una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis Anónimo, 1988. Además pueden absorber fácilmente fósforo. Salazar, 1990.

**Raíces aéreas:** Son raíces que no llegan a alcanzar el suelo. Anónimo, 1988.

## Tallo

El tallo del maíz (*Zea mays* L.), es simple, cilíndrico, erecto, de elevada longitud, sin ramificaciones. Interiormente es carnoso, filamentoso y con alto contenido de agua, Salazar, 1990. Formado por nudos y el número de estos nudos varia de 8 a 25 nudos Anónimo, 1988. Según Bejarano, 2000. Pueden desarrollarse hijos basales o macollos, las cuales cobran importancia en plantíos que resultan de baja densidad, puesto que ayudan a compensar el rendimiento; estos macollos también son de interés en la producción de híbridos. El tallo alcanza su máximo desarrollo cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la producción del polen.

## Hoja

Las hojas son largas, anchas y planas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Crecen en la parte superior de los nudos, abrazando al tallo mediante estructuras llamadas vainas. La cara superior de la hoja es pilosa, adaptada para la absorción de energía solar, mientras que la cara inferior, glabra, tiene numerosos estomas que permiten el proceso respiratorio.

Las hojas son mantenidas en ángulos apropiadamente rectos con respecto al tallo mediante una fuerte nervadura central. En la superficie foliar de la hoja, en la unión del limbo con la vaina, existe una proyección delgada y semitransparente llamada lígula que envuelve al tallo. La lígula restringe la entrada de agua y reduce las pérdidas por evaporación. Bejarano, 2000.

Su color usual es verde pero pueden encontrarse hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25, Anónimo, 1988. La lámina de la hoja puede llegar a medir hasta 150 cm de largo, Salazar, 1990.

## **Inflorescencia**

En el maíz, (*Zea mays* L.), la inflorescencia masculina (espiga) y femenina (mazorca) se encuentran en la misma planta, pero en sitios diferentes, por esto se dice que es una planta monoica. Salazar, 1990.

La inflorescencia masculina es la terminación del tallo principal y esta formada por una espiga central y varias ramas laterales, organizada en una panícula laxa. Aquí se asientan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, una de las cuales es pedicelada y la otra es sésil. Cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una de estas posee tres anteras productoras de polen. La polinización se efectúa mediante la caída libre del polen sobre los estigmas. Bejarano, 2000.

Cuando las condiciones fisiológicas y ambientales lo permiten, las anteras liberan el polen y se produce la polinización. Salazar, 1990.

La flor masculina está formada por glumulas (un par), estambres (3 fértiles) y un pistilo rudimentario, Anónimo, 1988. La inflorescencia femenina es el término de una o más ramas laterales que usualmente nacen después de la mitad superior del tallo principal. Bejarano, 2000.

La inflorescencia femenina está formada por el raquis (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una de las cuales es estéril y la otra es fértil. Por esto, el número de hileras de mazorcas es par. El conjunto de estilos forman la barba de la mazorca. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas (hojas de la mazorca) que tienen como función la protección del grano Salazar, 1990. Según Anónimo, 1998, cada planta puede tener entre 1 a 3 mazorcas dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas.

## **Semilla**

La cubierta o capa de la semilla (*Zea mays* L.), se llama pericarpio, esta es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo o morado) el cual contiene proteínas, interiormente esta el endosperma, con el 85-90% del peso del grano. El embrión esta formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano donde va adherido a la tusa o raquis. Salazar, 1990.

## **Suelos**

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se desarrolla, también requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. Infoagro, 2002.

## **Exigencias edafoclimáticas en el cultivo del maíz**

El clima constituye el factor de producción más importante en la producción de maíz, dado que la mayor área sembrada de este cereal, a escala mundial, se realiza en condiciones de temporal; de allí, que su distribución

geográfica dependa, entre otros factores climatológicos, de la cantidad y distribución de las lluvias. Rodríguez, 2000.

Todos los factores climáticos, como temperatura, insolación, radiación, humedad relativa, etc., están íntimamente relacionados con la precipitación, por lo que este último factor sea considerado como el más determinante en los rendimientos del maíz .Rodríguez, 2000.

El maíz requiere temperatura de 25 a 30° C, además de alta incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación de la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 25° C. El maíz puede soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de 30° C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32° C. Infoagro, 2002.

### **Etapas fenológicas**

El maíz es un cultivo que requiere un período mínimo de crecimiento de 120 días, Verissimo, 1999. Según Cabrera 2002, la planta de maíz transcurre por diferentes etapas tanto vegetativas como reproductivas.

**Cuadro 1. Etapas fenológicas del maíz (Zea mays L.) según Ritchie y Hanway, 2003.**

<b>Etapas vegetativas:</b>	<b>Etapas reproductivas:</b>
VE.....Emergencia	R1.....Aparición de estigmas
V1.....Primera hoja expandida	R2.....Formación de grano
V2.....Segunda hoja expandida	R3.....Grano lechoso
V3.....Tercera hoja expandida	R4.....Grano masoso
V4.....Cuarta hoja expandida	R5.....Llenado de grano
V(n)... Enésima hoja	R6.....Madurez fisiológica
VT.....Espigamiento	

## **Reguladores de crecimiento**

Los reguladores del crecimiento son compuestos sintéticos que aplicados de forma exógena pueden modificar el crecimiento de la planta. Dentro de los reguladores del crecimiento encontramos aquellos de origen natural, los cuales son compuestos químicos idénticos a las hormonas y aquellos que son compuestos químicos que imitan la acción hormonal. Dentro de este último grupo encontramos los retardadores de crecimiento, los cuales bloquean la síntesis de una hormona o bien interfieren con su traslocación, para así lograr el resultado esperado. Un ejemplo de los retardadores del crecimiento son los triazoles. Whiley, *et al*, 2002.

Los reguladores de crecimiento son muy utilizados en la horticultura y están jugando un papel cada vez más importante en la producción del aguacate. Whiley, *et al*, 2002.

## **Investigaciones con reguladores de crecimiento**

La daminocida es un conocido retardante del crecimiento muy utilizado para controlar la altura en numerosas plantas ornamentales, entre estas girasol de maceta. Dasoju *et al.*, 1998.

El uso de reguladores del crecimiento para controlar la altura y tamaño de las plantas es bastante frecuente, Barret *et al.*, 1994.

Rademacher, 2000, indica que los reguladores de crecimiento son aplicados en cultivos para reducir el crecimiento de tallos sin producir una merma en la productividad.

La mayor parte de los reguladores de crecimiento, actúan inhibiendo la biosíntesis de giberelinas. Dentro de estos se encuentra el cloruro de cloromequat, el cual bloquea las ciclasas copalil-difosfato sintetasa y entkaureno sintetasa envueltas en las primeras etapas del metabolismo de las giberelinas. En tanto el trinexapac-etil actuaría bloqueando particularmente la 3 beta-hidroxilación, inhibiendo esto la formación de giberelinas altamente activas a partir de precursores inactivos. Rademacher, 2000.

En tanto, Pérez y Martínez-Laborde 1994, señalan que sustancias sintéticas como el cycocel (CCC) provocan una disminución del contenido de giberelinas endógenas en los tejidos vegetales y por lo tanto un crecimiento mucho más lento de los distintos órganos vegetales. El CCC es uno de los reguladores de crecimiento más ampliamente utilizados. Se emplea con éxito en la reducción del tamaño de la caña de los cereales, ya que retarda la elongación de entrenudos. Su aplicación no tiene ningún efecto negativo en la producción final del cultivo, y sin embargo se consigue prevenir la posible caída de la planta por la acción de la lluvia y el viento (acame).

Según Rajala y Peltonen Sainio, 2001, aplicaciones de reguladores de crecimiento llevan a un incremento en el crecimiento de raíces (aumento del largo y volumen de raíces) y a un aumento de la relación raíz / tallo bajo condiciones de campo. En tanto que el impacto sobre el rendimiento de grano es inconsistente.

### **Usos del etefon.**

En su estructura química, el etileno es un producto natural del metabolismo vegetal que se produce en todos los tejidos vegetales vivos. Anteriormente el etileno no se aceptaba como una hormona vegetal, sino hasta la década de 1960, a pesar de la enorme cantidad de datos presentados que demostraban que en pequeñas cantidades el gas tenía efectos fisiológicos marcados en las plantas y a pesar de las dudas respecto de su capacidad de

translocación, que es uno de los atributos de las hormonas vegetales. Se han encontrado que las auxinas exógenas estimulan los tejidos de las plantas a fin de que produzcan etileno y es posible que otros reguladores del crecimiento ejerzan sus efectos en las plantas, teniendo el etileno como intermediario. Kojoian, 2000.

El etefon es un material comercialmente disponible y que proporciona un método adecuado para efectuar tratamiento sobre el terreno con etileno, ha estimulado recientemente un gran interés agrícola. El etefon se descompone en los tejidos vegetales y libera etileno cerca del sitio de acción. Sus efectos son similares a los del etileno en la maduración de los frutos, abscisión y otros fenómenos relacionados con el crecimiento. Faigenbaum, 2003.

La aplicación de etefon es una opción para controlar la altura debido a su efectividad y bajo costo. Kojoian 2000.

La aplicación del etefon modifica el tamaño de plantas en *Hibiscus chinensis* cv. Kona. Shanks, 1969 y en *Pelargonium*. Semeniuk y Taylor, 1970.

Hayashi *et al.* 2001, observaron que 500 y 1000 mg l<sup>-1</sup> de etefon producen plantas de 23 y 46 % más bajas en *Achillea*, *Echinacea*, *Leucanthemum*, *Monarda* y *Physostegia*.

El etefon induce la formación de tallos más cortos y gruesos al promover el crecimiento radial de las células, Matto y Suttle, 1991.

El etefon estimula la producción de peroxidasas, la cuales producen rigidez temprana de las paredes celulares, Jankiewicz, 2003, también inhibe la dominancia apical y su aplicación permite obtener plantaciones más uniformes. Kojoian, 2000.

La acción de los reguladores de crecimiento, permite un engrosamiento de las cañas y una reducción de la altura de las plantas de trigo, las cuales pueden así enfrentar de mejor forma las condiciones climáticas que favorecen

el acamado. Los productos posibles de usar son: cloruro de clomequat + cloruro de colina, etefon y trinexapac etil. Su aplicación, dependiendo del producto, debe realizarse desde pleno amacollamiento hasta aparición del primer nudo, o entre el primer o segundo nudo. Faigenbaum, 2003.

### **Usos del prohexadione calcico (P-Ca)**

El prohexadione calcico se aplica foliarmente y se descompone rápidamente en el suelo cuando se aplica directamente al cuello del tallo de los frutales, Rademacher, 1992 se absorbe principalmente a través de las hojas y su translocación es principalmente acropétala y en menor grado basipétala con un período de actividad biológica dentro de 10-14 días, Evans, 1997, Los principales efectos del prohexadione calcico en manzana son: a) reducción en la tasa de crecimiento de los brotes tiernos; b) retraso en las etapas de senescencia y maduración del fruto; c) incremento en el porcentaje de amarre del fruto y d) reducción en la incidencia de la mancha del fuego (*Erwinia amylovora*).

El prohexadione calcico es un regulador del crecimiento que, al igual que los triazoles inhiben la biosíntesis de giberelinas, lo cual trae como consecuencia una reducción de la longitud de los brotes. Evans, *et.al*, 1999.

La inhibición de la síntesis de giberelina mediante el prohexadione calcico parece ser el resultado de la competencia por el sitio activo de las enzimas hidrolasas, involucradas en la etapa final de la síntesis de giberelinas, entre el prohexadione calcico y el 2-oxoglutarato, co-sustrato natural de dichas enzimas, de hecho la estructura del prohexadione calcico es muy similar a la del ácido 2-oxoglutarato. Griggs, *et.al*, 1991.

En la biosíntesis de las giberelinas, el prohexadione calcico, actuaría de forma primaria en la inhibición de la hidroxilación 3 $\beta$ . Como consecuencia de esto se reducen los niveles del ácido giberelico (GA<sub>1</sub>) (activa), lo que conlleva

a la acumulación de su precursor ácido giberélico ( $GA_{20}$ ) (inactiva), Evans *et al*, 1999. Esto se traduce en la planta en una reducción de la longitud de los brotes.

Byers y Yoder, 1999, afirman que la reducción en el crecimiento de los brotes, dada por la aplicación de prohexadione calcio se debe a un acortamiento de los entrenudos.

El prohexadione calcio se degrada en plantas superiores con unas pocas semanas de vida media. En el suelo, el prohexadione calcio se descompone principalmente en dióxido de carbono, con una vida media menor a una semana, Evans *et al*, 1999.

### **Experiencias del prohexadione calcio en fruticultura**

Medjdoud, *et al*, 2004, realizaron ensayos para probar la efectividad del prohexadione de calcio en manzano como controlador de crecimiento. Llevaron a cabo aplicaciones foliares de prohexadione calcio en dosis de 100-400 mg/l entre 12 y 30 días después de plena flor, las cuales resultaron en la inhibición del crecimiento de brotes. Las concentraciones de 200 y 400 mg/l aplicados 20-30 días después de plena flor inhibieron el crecimiento entre un 27 a un 36% en comparación al testigo. Las aplicaciones con 100 mg/l de prohexadione calcio a los 30 días después de plena flor no tuvieron efecto en la reducción del crecimiento al final de la temporada de crecimientos, sin embargo esta misma aplicación realizada 20 días después de plena flor logró inhibir el crecimiento manteniendo su efecto hasta el comienzo del próximo invierno. Los brotes reanudaron su crecimiento entre 50 a 70 días después de plena flor, dependiendo de la dosis y la fecha de aplicación, por lo que se necesitó de una segunda aplicación para mantener el efecto.

Unrath, 1999, observó que en manzanos aplicaciones múltiples de prohexadione calcio a bajas dosis son más efectivas en inhibir el crecimiento

de brotes, que una sola aplicación en alta dosis. La respuesta a una sola aplicación de prohexadione calcio mantiene su efecto por tan solo 3-4 semanas, por lo que sugieren realizar aplicaciones múltiples a intervalos de 2-3 semanas.

Guak, *et al*, 2001, asperjaron plantas de manzano en vivero con prohexadione calcio en dosis de 0 a 500 mg/l y observaron que el crecimiento del eje fue claramente inhibido luego de 7 días después de la aplicación, por todos los tratamientos con prohexadione calcio a pesar de la dosis utilizada. Los tratamientos con prohexadione calcio incrementaron el contenido de carbohidratos no estructurales en todas las plantas tratadas, esto se debió al aumento en los niveles de almidón.

Costa *et al*. 2004, llevo a cabo un ensayo en manzanos de 7 años de edad durante dos temporadas, probando aplicaciones únicas y múltiples de prohexadione calcio en dosis de 125, 175 y 250 ppm en brotes de 5 y 20 mm. Todos los tratamientos con prohexadione calcio inhibieron el crecimiento de brotes, estando este condicionado al vigor de los brotes. Así los brotes que presentaban un vigor mayor, la detención del crecimiento ocurrió una semana después de la aplicación, en cambio los brotes con un menor vigor tardaron 15 días en detener su crecimiento después de la aplicación.

Sugar, *et al*, 2002, aplicaron prohexadione calcio a diferentes cultivares de peral, en concentraciones de 83 a 500 ppm, con brotes de 2,5-6 cm, resultando en una disminución en el peso de la fruta y en el retorno de la floración en el año siguiente. En contra posición Costa *et al*. 2000, reporto que las aplicaciones de prohexadione calcio aumentaron el tamaño de frutos de manzano e inclusive intensificaron la floración del año siguiente a la aplicación.

Elfving, *et al*, 2003, evaluaron las aplicaciones de prohexadione calcio en cerezo dulce, para evaluarlo como inhibidor de crecimiento y promovedor de la floración en huertos de cerezo en alta densidad. Los tratamientos con prohexadione calcio redujeron en su mayoría, el largo de los brotes, pero los brotes retomaron su crecimiento al final de la temporada cuando se realizo solo

una aplicación de este producto. No hubo efecto en la estimulación de la floración, lo que concuerda con lo observado en peral y manzano por Basak y Rademacher, 2000, Owens y Stove, 1999, y Sugar, *et al*, 2002.

### **Antecedentes generales del trinexapac etil.**

Trinexapac etil es una ciclohexanodiona de absorción foliar que actúa como regulador de crecimiento en plantas Fagerness y Penner, 1998.

Según, Pest Management Regulatory Agency, Canada, 2001, trinexapac-etil, es una ciclohexanodiona que actúa como un regulador de crecimiento en plantas, inhibiendo la biosíntesis de giberelina, ácido giberélico ( $GA_1$ ). Las giberelinas son fitohormonas que promueven el crecimiento de varios órganos vegetales. El ácido libre del trinexapac-etil inhibe la hidroxilación de  $GA_{20}$  a  $GA_1$  por competitividad inhibiendo la enzima reguladora 3- $\beta$ -hidroxilasa, conduciendo esto a una inhibición de la elongación celular lo que conlleva a una reducción en el tamaño de las hojas y tallos.

En tanto, Ervin y Koski, 1998, indican que trinexapac-etil es un regulador de crecimiento del tipo II que reduce la elongación celular, interfiriendo en la producción de giberelinas (GAs), específicamente inhibiendo la hidroxilación de  $GA_{20}$  para formar  $GA_1$  por competitividad inhibiendo la enzima reguladora 3- $\beta$ -hidroxilasa y que este sitio de acción lo diferencia de otros reguladores de crecimiento del tipo II como el flurprimidol, el cual inhibe la oxidación de *ent*-kaureno a ácido *ent*-kaurenoico, un paso inicial en la biosíntesis de giberelinas.

Ilumäe, 2001, señala que el trinexapac etil, es un efectivo regulador del crecimiento en trigo de invierno evitando el acamado, registrando las cañas una inclinación menor a 45° lo que permite una cosecha mecanizada sin problema, además se registró un aumento de 9,5 % del rendimiento dado principalmente por la ausencia de acame.

Aplicaciones de trinexapac etil reducen la fitomasa aérea en 17% en trigo, cuando se midió 14 días después de aplicado, además incrementó la masa radical en 32% y la relación raíz / tallo aumentó en 50% medido al momento de cosecha. Rajala, *et al*/ 2001.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del área de estudio**

El experimento se realizo en los lotes experimentales de investigación de la producción que se encuentran en San Juan de Abajo municipio de Bahia de Banderas en el Estado de Nayarit. Sus coordenadas geográficas extremas son al norte 21°03', al sur 20°44' de latitud norte; al este 104°58' y al oeste 105°32' de longitud oeste. Su altura promedio msnm 60 metros. La temperatura media anual oscila entre los 23.1 °C y 27.8 °C., con una precipitación fluvial entre 842 y 1,384.3 mm anuales.

### **Material genético evaluado:**

#### **Genotipo 1 = Hembra Subtropical**

La clasificación de los ambientes del maíz se basa primeramente en las mayores regiones climáticas que corresponden a las latitudes en que el mismo es cultivado. Los países o regiones comprendidas entre la línea ecuatorial y los 30° N y 30° S constituyen el ambiente tropical y el maíz cultivado en esa zona se conoce como maíz tropical. Las regiones que están entre los 30° y 34° Norte y Sur son clasificadas como ambientes subtropicales. En estas regiones se cultiva un gran rango de genotipos, tropicales o subtropicales, los últimos derivados de la introgresión de germoplasma tropical y templado. El ambiente tropical se divide en tres categorías basadas en la altitud: i) tierras tropicales

bajas, entre el nivel del mar y los 1 000 msnm, ii) tierras tropicales medias, entre 1 000 y 1 600 msnm, y iii) tierras tropicales altas, a más de 1 600 msnm. La mayor parte del germoplasma subtropical es cultivado en ambientes de altitud media y de ese modo ligado al ambiente subtropical. En consecuencia, los genotipos de maíz se clasifican en: a) tropicales de tierras bajas; b) subtropicales de tierras bajas y de media altitud y c) tropicales de tierras altas. Se estima que se cultivan 38 millones de hectáreas en los ambientes tropicales de tierras bajas, 17 millones de hectáreas en los ambientes subtropicales y de media altitud y 6,5 millones de hectáreas en tierras tropicales altas. Es necesario sin embargo remarcar que estas mayores clases de genotipos de maíz no siguen estrictamente los parámetros de latitud y altitud ya que las temperaturas del período de crecimiento tienen una influencia considerable sobre la adaptación del genotipo. Dowsell, *et. al*, 1996.

**Cuadro 2. Productos reguladores de crecimiento aplicados, así como su acción en maíz (*Zea mays* L.) que fueron evaluados en genotipo subtropical, en experimento realizado en San Juan de Abajo, municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

Producto Comercial	Producto Activo	Acción
Ethrel 48 SL	Etefon (48%)	Reducción de los niveles de auxina y Acortamiento de entrenudos
Apogee	Prohexadione calcio 27.5%	Inhibidor de síntesis de AG
Moddus CE	Trinexapac-etil: ester etílico del ácido 25%	Inhibidor de síntesis de AG

**Cuadro 3. Reguladores de crecimiento, etapas de aplicación y dosis aplicadas, en maíz (*Zea mays* L.) en genotipo subtropical, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 - 2008.**

	Tratamientos	Productos	Etapas de aplicación	Dosis de producto/ha
1	1	Etefon	Testigo	
	2	Etefon	V8 Foliar	415 ml
	3	Etefon	V12 Foliar	415 ml
	4	Etefon	V8 Foliar	1 lt
	5	Etefon	V12 Foliar	1 lt
	6	Etefon	V8 Foliar	2 lt
	7	Etefon	V12 Foliar	2 lt
	8	Etefon	V8+V12 Foliar	415 ml
2	9	Prohexadione cálcico	Testigo	
	10	Prohexadione cálcico	V8 Foliar	500 ml
	11	Prohexadione cálcico	V12 Foliar	500 ml
	12	Prohexadione cálcico	V8 Foliar	2 lt
	13	Prohexadione cálcico	V12 Foliar	2 lt
	14	Prohexadione cálcico	V8+V12 Foliar	500 ml
3	15	Trinexapac etil	Testigo	
	16	Trinexapac etil	V8 Foliar	600 ml
	17	Trinexapac etil	V12 Foliar	600 ml
	18	Trinexapac etil	V8 Foliar	2 lt
	19	Trinexapac etil	V12 Foliar	2 lt
	20	Trinexapac etil	V8+V12 Foliar	600 ml
4	21	Trinexapac etil + Etefon	V8+V12 Foliar	600 ml
5	22	Etefon +Trinexapac etil	V8+V12 Foliar	415 + 600 ml

\*V8 y V12 significa el número de hojas verdaderas, y se pudo identificar por medio de la lígula expuesta.

## **Descripción de los reguladores de crecimiento**

### **Etefon**

El ingrediente activo etefon en su nombre comercial ethrel es un concentrado soluble, es un regulador de crecimiento que pertenece al grupo químico del derivado del ácido fosfónico y su nombre químico ácido-2-cloroetil-fosfónico, se utiliza en plantas de maceta como noche buena para bajar el porte de la planta. Bayer, 2002.

### **Modo de acción**

Según Bayer, 2002, el etefon tiene la característica de ser un ácido fuerte, siendo completamente soluble en agua. Etefon es un regulador de crecimiento de las plantas que posee la propiedad de ser rápidamente absorbido, liberando etileno en el tejido vegetal, induciendo una mayor síntesis del mismo. El etileno es un regulador del crecimiento vegetal que actúa en varios procesos fisiológicos, los más conocidos son la iniciación y regulación de la floración y los procesos fisiológicos asociados con la maduración, envejecimiento y senescencia.

Es utilizado en el cultivo de algodón, para adelantar y facilitar apertura de capsula, a dosis de 2.5 – 3 lt/ha; en manzano se utiliza para adelantar y uniformar maduración a dosis de 0.075 – 0.125 %; en tomate se utiliza también para adelantar y uniformar maduración a dosis de 0.12 – 0.2%. Bayer, 2002.

## **Trinexapac-etil**

El ingrediente activo trinexapac etil, en su nombre comercial moddus concentrado emulsionable, es un regulador de crecimiento muy utilizado en trigo para evitar el acamado de las plantas y obtener una buena producción. Syngenta, 2008.

### **Modo de acción**

Según, Syngenta 2008, trinexapac etil, es absorbido por hojas y brotes siendo luego translocado a las áreas de actividad meristemática donde inhibe la síntesis de ácido giberélico y por consecuencia la elongación de los entrenudos. Trinexapac etil, aplicado durante la elongación del tallo, inhibe en forma consistente el crecimiento de los mismos, consecuentemente reduce el riesgo de vuelco (acame).

El uso del trinexapac etil, ha demostrado su actividad como regulador de crecimiento en cereales (trigo, cebada, arroz). Su uso en otros cultivos aún está siendo investigado. Syngenta, 2008.

## **Prohexadione-calcico**

El ingrediente activo prohexadione calcio en su nombre comercial apogee, equivalente a 275 g de i.a/kg en presentación como granulos dispersables, su nombre químico es 3-oxido-5-oxo-4-propionilciclohex-3-enecarboxilato de calcio, es un regulador de crecimiento utilizado en plantaciones de manzana y peral para reducir el tamaño de brotes nuevos. Basf, 2006.

## **Modo de acción**

Prohexadione calcico actúa dentro del árbol inhibiendo la biosíntesis de giberelinas, dando por resultado la reducción en tamaño sobre el crecimiento de nuevos brotes. Basf, 2006.

Prohexadione calcico, aplicado de acuerdo a lo recomendado en nuestra etiqueta no afecta el crecimiento vegetativo ni la floración del año siguiente, prohexadione calcico aplicado de forma temprana y de acuerdo a las indicaciones de etiqueta puede incidir de forma positiva a la retención de frutos en comparación con árboles no tratados. Basf, 2006.

Prohexadione calcico es absorbido por la hojas del árbol, por tanto el adecuado cubrimiento del follaje es necesario para asegurar la asimilación del producto. La aplicación debe dirigirse a la parte específica del árbol en donde se desea la reducción del crecimiento. Basf, 2006.

El uso adecuado de prohexadione calcico proporciona una serie de beneficios como el control sobre el crecimiento vegetativo, reduce la necesidad de podas manuales durante el verano y el invierno, mejora la penetración de luz solar en la parte interna de los árboles, mejora la coloración de frutos de variedades rojas debido a una mejor penetración de luz en el interior del árbol. Basf, 2006.

## **Establecimiento del experimento**

Días antes de llevarse a cabo la siembra, la semilla se trató con insecticida Clothianidin y se depositó en sobres de papel, y de acuerdo al croquis de dicho experimento se acomodaron en orden los sobres de semilla en una caja de cartón; cada bolsa contenía 40 semillas y como cada parcela es de dos surcos la cantidad de semilla fue de 80 semillas por parcela, procedimiento Monsanto 2006, citado por Estrada, 2007.



## **Aplicación de los productos reguladores de crecimiento.**

La aplicación se realizó con mochila de gas carbónico (CO<sub>2</sub>), con boquillas de abanico 11008. Se trabajó con baja presión (18 PSI) para tener gotas grandes y minimizar la deriva de los productos. Algunos de estos productos tienen efectos a muy bajas concentraciones por lo que se debe controlar la deriva hacia las parcelas no tratadas, la aplicación fue total al cultivo, procedimiento Monsanto, 2006. Citado por Estrada, 2007.

## **Momentos de aplicación**

La época de aplicación varió de acuerdo a los productos, para definir el momento de aplicación, se utilizó el criterio de hoja verdadera cuando la hoja tuvo la lígula expuesta, la aplicación se realizó en etapa V8 y V12, la primera se realizó el día 2 de enero y la segunda el 13 de enero del 2008.

Para explicar las claves V8 – V12, se refiere al número de hojas verdaderas y se pudo identificar por medio de la exposición de la lígula de la hoja, fecha de inicio y término de floración del 7 al 18 del 2008.

## **Las variables utilizadas para la evaluación fueron las siguientes:**

**S10 (10% de estigmas):** fecha en que el 10% de las plantas en la parcela aparecieron con estigmas.

**S50 (50% de estigmas):** Fecha en que el 50% de plantas en la parcela aparecieron con estigmas.

**S90 (90% de estigmas)** Fecha en que el 90% de las plantas en la parcela aparecieron con estigmas.

**Variables a tomar inmediatamente después de la floración (cuando los estigmas se observaron secos).**

**ALTSINMZ:** Altura desde el suelo a la inserción de la mazorca.

**ALTS2HAMZ:** Altura desde el suelo hasta la inserción de la hoja ubicada 2 nudos por sobre la mazorca.

**AFHMZ:** Área foliar de la hoja de la mazorca.

**AFHAMZ:** Área foliar de la hoja inmediata superior a la mazorca.

**AFHABMZ:** Área foliar de la hoja inmediatamente inferior a la mazorca.

**Se tomaron los siguientes datos a saber después de la cosecha.**

**LONGMAZ:** Longitud de la mazorca

Rendimiento en número de granos por mazorca

**YLD:** Rendimiento toneladas por hectárea

**TKW:** Peso de mil semillas.

**SSU:** Rendimiento por hectárea en número de bolsas

## RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados obtenidos se enlistan en los siguientes cuadros:

**Cuadro 4. Efecto causado por productos reguladores de crecimiento en la reducción de la altura a la inserción de la mazorca en genotipo subtropical, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DfDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	5	5	120.8	5.5301	0.0001*

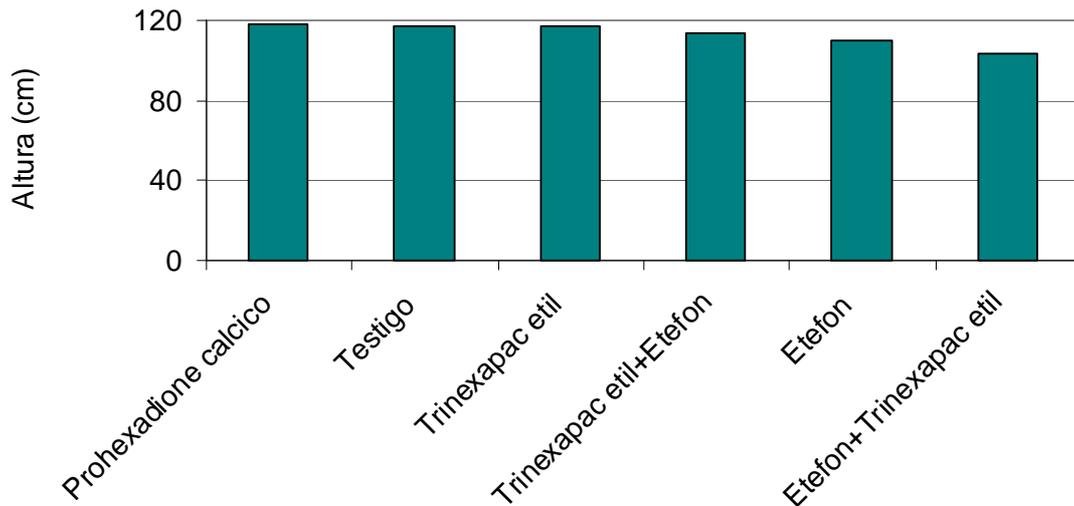
a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

Prohexadione calcico	A	117.94000
Testigo	A	117.63333
Trinexapac etil	A	116.87333
Trinexapac etil+Etefon	AB	113.61667
Etefon	BC	110.30349
Etefon+Trinexapac etil	C	103.68322

\* Significa variación.

a = Indica que todo lo que sea < a 0.050 es significativo es la probabilidad



**Figura 1. Efecto de los productos reguladores de crecimiento en la reducción de la altura a la inserción de la mazorca, en la localidad de San Juan de Abajo Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

Se puede observar en la Figura 1 y en el Cuadro de resultados numero 4, que la combinación de Etefon+Trinexapac etil en comparación con el testigo fue el que mayor efecto tuvo sobre la reducción en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca reduciendo 14 cm, el producto Etefon, con respecto al testigo pues se redujo la altura 7.3 cm, el producto Trinexapac etil+Etefon redujo 4 cm por lo tanto, como se puede observar en la Figura 1 y en el Cuadro 4, el producto prohexadione calcio no afecto en la reducción de la altura, es mas indujo a un mayor porte 0.8 cm mas que el testigo.

Se puede decir que, el producto Etefon y la combinación Etefon+Trinexapac etil aparentemente fueron los mejores, ya que redujeron de un 7.3-14 cm la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca en un 12% como se señalan en el Cuadro 4.

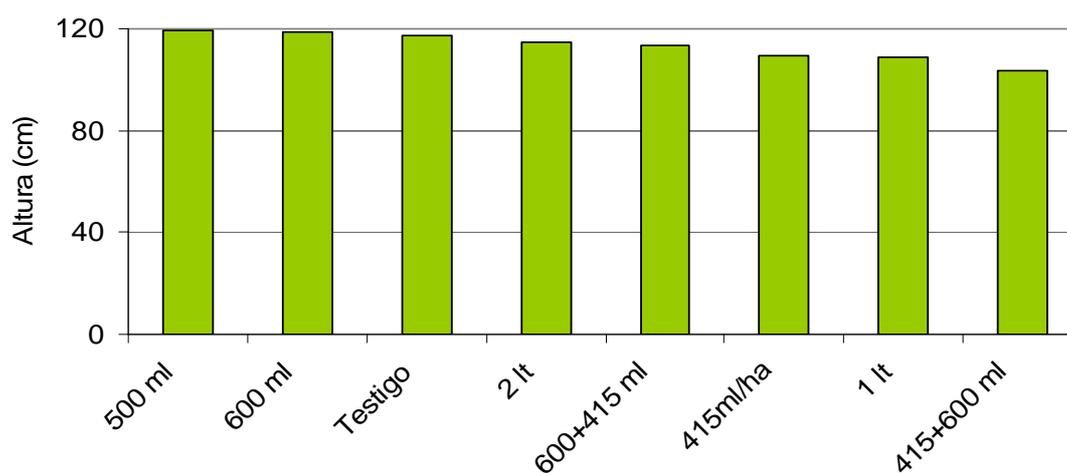
**Cuadro 5. Análisis de varianza del efecto causado por dosis, en la altura de la mazorca, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
Dosis	7	7	118.1	4.7469	<.0001*

a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

500 ml/ha	A	119.32222
600 ml/ha	A	119.03333
Testigo	A	117.63333
2 lt/ha	AB	114.49463
600+415 ml/ha	AB	113.61667
415 ml/ha	BC	109.68889
1 lt/ha	BC	108.98765
415+600 ml/ha	C	103.68333



**Figura 2. Efecto de los reguladores de crecimiento por dosis, en la altura de la mazorca, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

Aparentemente se puede observar en el Cuadro 5, en el análisis de varianza, que en los resultados existen diferencias entre dosis aplicadas, a excepción de las dosis de 2 lt/ha y la de 600+415 ml/h, las cuales proporcionaron un efecto similar en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca reduciendo 2.7- 4 cm, esto se puede apreciar con claridad en la Figura 2, también se puede observar que las dosis de 415 ml/ha y la de 1 lt/ha de igual manera afectan en forma proporcional reduciendo de 8 - 8.7 cm con respecto al testigo.

En la Figura 2 se muestra también la dosis que mayor efecto causó en la altura de la planta que fue en este caso la dosis de 415+600 ml/ha; es por eso que el análisis de varianza los agrupa con la letra C, como se observa en el cuadro 5, reduciendo 14 cm con respecto al testigo. Visualizando la Figura 2, la mejor dosis fue la combinación de 415+600 ml/ha en la reducción de la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca, mientras que las dosis que menor efecto tuvieron fueron las dosis de 2 lt/ha y la combinación de 600+415 ml/ha, también en el Cuadro 5, se observa la dosis de 500 y 600 ml/ha que como se muestra en la Figura 2, no afectó en la reducción en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca aun más, estas dosis indujeron a que la planta alcanzara una mayor altura y de 1.4- 1.7 cm más con respecto al testigo.

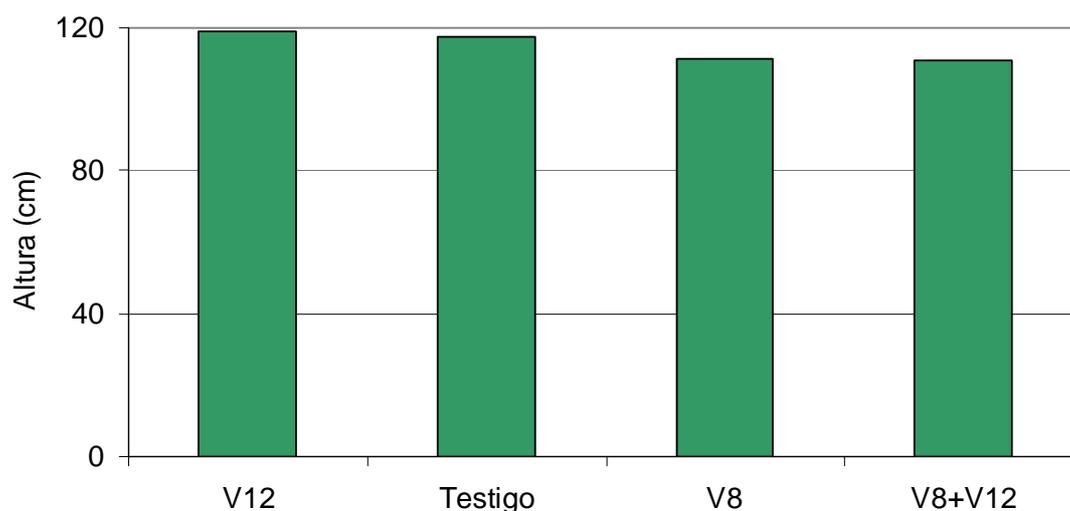
**Cuadro 6. Análisis de varianza del efecto causado en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca, por etapa de aplicación, en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
Etapas	3	3	122.8	8.4353	<.0001*

a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

V12	A	119.24637
Testigo	A	117.63333
V8	B	111.42137
V8+V12	B	110.67000



**Figura 3. Efecto en la altura de la mazorca, por etapa de aplicación, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño-Invierno, 2007- 2008.**

En el Cuadro 6 de análisis de varianza y en la Figura 3, se puede observar que en etapa de V12 no hubo efecto en la reducción en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca. En etapa de V8 y V12 el efecto en la reducción de altura de la planta fue similar, reduciendo de 6.2 - 7 cm comparado con el testigo. De acuerdo a la Figura 3 se puede observar que en etapas de V8+V12 y V8 son aparentemente las etapas recomendables para bajar la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca; y con respecto a la etapa V12 se observa en la Figura 3, que no hubo efecto en la reducción de la altura de la planta, en este caso en esta etapa se indujo a una mayor altura de la planta 1.6 cm más comparado con el testigo.

La planta de maíz cuando se encuentra en etapa V6 el punto de crecimiento y la mazorca se encuentran sobre la superficie del suelo, en esta etapa es cuando la caña (tallo) comienza su periodo de mayor alargamiento, el crecimiento del tallo se debe a la elongación de sus entrenudos, el crecimiento se realiza de abajo hacia arriba; es decir los primeros en alargarse son los entrenudos. Es por eso que se debe aplicar en etapa V8 y la combinación V8+V12 ya que en esta etapa los entrenudos están en proceso de alargamiento, ya que si se aplica en V12, el punto de crecimiento y los entrenudos de la mazorca ya estarán bien desarrollados y por lo tanto no habrá efecto desde el suelo a la inserción de la mazorca, pero tal vez si halla efecto desde la parte superior de la planta a la inserción de la mazorca; pero la finalidad de este experimento fue observar la reducción de los entrenudos y por consecuencia la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca.

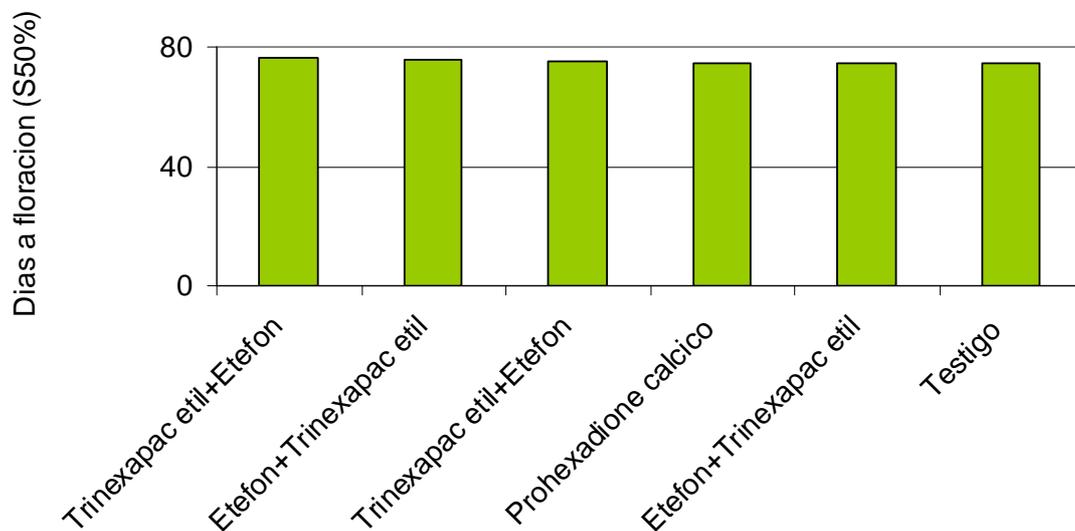
**Cuadro 7. Análisis de varianza en la floración femenina S50% (receptividad de estigmas) por producto aplicado, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	5	5	117.8	1.2239	0.3022

$\alpha=0.050$

Los niveles no unidos (conectados) por alguna letra son considerablemente diferentes

Trinexapac etil+Etefon	A	76.166667
Etefon+Trinexapac etil	A	75.833333
Trinexapac etil+Etefon	A	75.233333
Prohexadione calcico	A	74.800000
Etefon+Trinexapac etil	A	74.785197
Testigo	A	74.388889



**Figura 4. Efecto en la floración hembras S50% (receptividad de estigmas) por producto aplicado, usando reguladores de crecimiento, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007-2008.**

Analizando el Cuadro 7, muestra que los productos reguladores de crecimiento no afectaron en la floración, es por eso que el análisis de varianza los agrupa con la letra "A" lo cual indica que no hubo efecto significativo por producto aplicado en la receptividad de estigmas al 50% (S50%), como se muestra en la Figura 4. En el Cuadro 7, se muestra que en el testigo a los 74.3 días obtuvo el S50%, comparado con la combinación del Trinexapac etil+Etefon que fue el que más tardó en alcanzar el S50% a los 76.1 días, como se puede observar en el Cuadro 7, la diferencia del testigo con el Trinexapac etil+Etefon fue de 1.8 días, pero como no hubo diferencia significativa el análisis de varianza del Cuadro 7, los agrupa como letras iguales, tal vez si la diferencia hubiese sido de 4 o 6 días el análisis las hubiese agrupado como letras B o C y entonces se diría que si hubo variación.

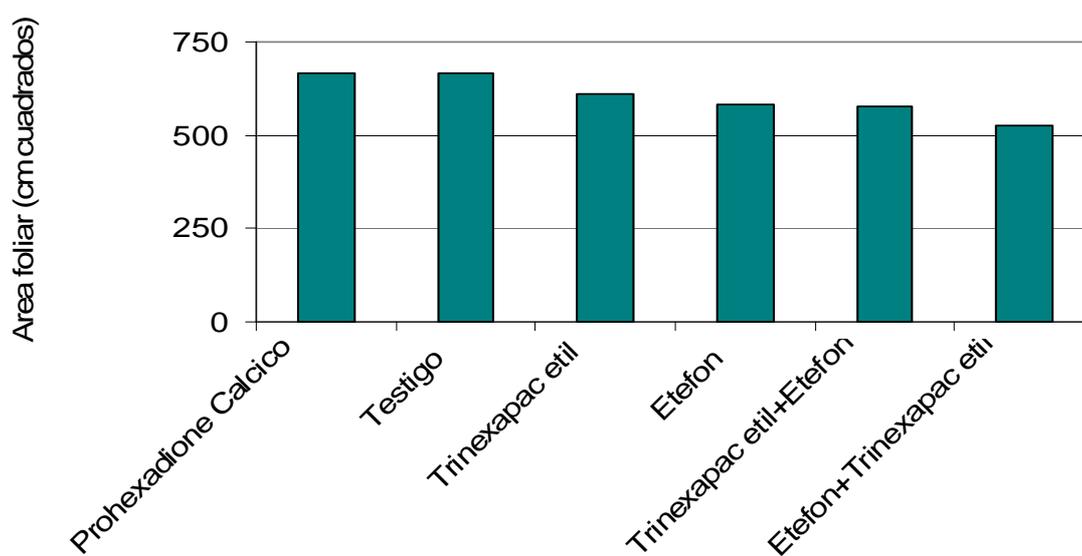
**Cuadro 8. Análisis de varianza en la diferencia de área foliar, por producto regulador aplicado, en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	5	5	116	2.3296	0.0468*

a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

Prohexadione calcico	A	668.33333
Testigo	A	665.22222
Trinexapac etil	AB	612.56667
Etefon	B	581.52241
Trinexapac etil+Etefon	B	575.66667
Etefon+Trinexapac etil	B	525.16667



**Figura 5. Diferencia de área foliar, por productos reguladores de crecimiento, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

Analizando en Cuadro 8, de análisis de varianza muestra que los reguladores de crecimiento aplicados Trinexapac etil, Etefon y la combinación Trinexapac etil+Etefon y Etefon+Trinexapac etil, causaron efecto en la reducción del área foliar en  $\text{cm}^2$ , en comparación con el testigo.

Como se puede observar en la Figura 5, y en el Cuadro 8 la combinación Etefon+Trinexapac etil fueron los que más afectaron reduciendo  $140 \text{ cm}^2$ , Trinexapac etil+Etefon redujeron  $90 \text{ cm}^2$  y el producto Etefon solo redujo  $84 \text{ cm}^2$ , así como el Trinexapac etil reduciendo  $53 \text{ cm}^2$ . Para el producto Prohexadione calcico se puede observar en la Figura 5 que no hubo efecto en la reducción del área foliar, es más indujo aparentemente a que la masa de área foliar fuera mayor al testigo  $3 \text{ cm}^2$  mayor.

Finalmente se puede decir que los productos Trinexapac etil y el Etefon y la combinación de estos aparentemente indujeron a que el área foliar fuera menor con respecto al testigo. Por lo tanto se debe de tomar en cuenta cual es el producto que afecte en menor proporción en rendimiento, y que además ayude a reducir el porte de la planta hembra de maíz (*Zea mays L.*).

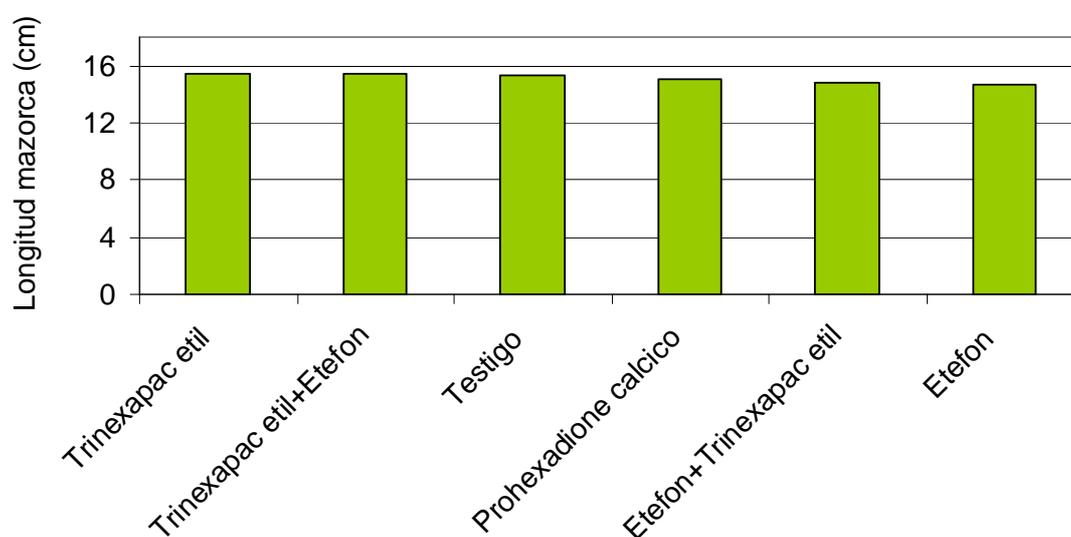
**Cuadro 9. Análisis de varianza del efecto causado en la longitud de la mazorca por producto aplicado, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – Invierno, 2007 - 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	5	5	307	3.8027	0.0023*

a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

Trinexapac etil	A	15.595000
Trinexapac etil+Etefon	AB	15.562500
Testigo	AB	15.352083
Prohexadione calcico	AB	15.195000
Etefon+Trinexapac etil	BC	14.843750
Etefon	C	14.76667



**Figura 6. Efecto en la longitud de la mazorca por producto aplicado en el experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

Analizando el Cuadro 9 el análisis de varianza, muestra que los reguladores de crecimiento aplicados tuvieron efectos diferentes en la longitud de la mazorca, así que, el producto que mayor efecto causó en la reducción de la mazorca fue el producto Etefon redujo 0.6 cm, el siguiente producto que afectó fue la combinación de Etefon+Trinexapac etil en 0.5 cm comparados con el testigo; el producto Prohexadione calcico afectó en 0.2 cm menos comparado con el testigo. La combinación de los productos Trinexapac etil+Etefon y Trinexapac etil indujeron a una longitud un poco mayor a 0.2 cm más comparado con el testigo.

Finalmente se puede decir que los productos Trinexapac etil, Trinexapac etil+Etefon y el Prohexadione calcico son los que no afectan en la reducción de la mazorca, como se observa en el Cuadro 9. Etefon+Trinexapac etil y el Etefon, como se señalan en el cuadro 9, el efecto es de 0.5 a 0.6 cm; por lo tanto si afecto en la longitud de la mazorca afectara en número de granos por mazorca como se muestra en la Figura 6 y de igual manera en rendimiento en kg/ha y en numero de sacos/ha. Por lo tanto se debe de tomar en cuenta cual es el producto que mejor efecto causo en la reducción desde el suelo a la inserción de la mazorca, en la reducción del área foliar y cause el menor efecto posible en rendimiento.

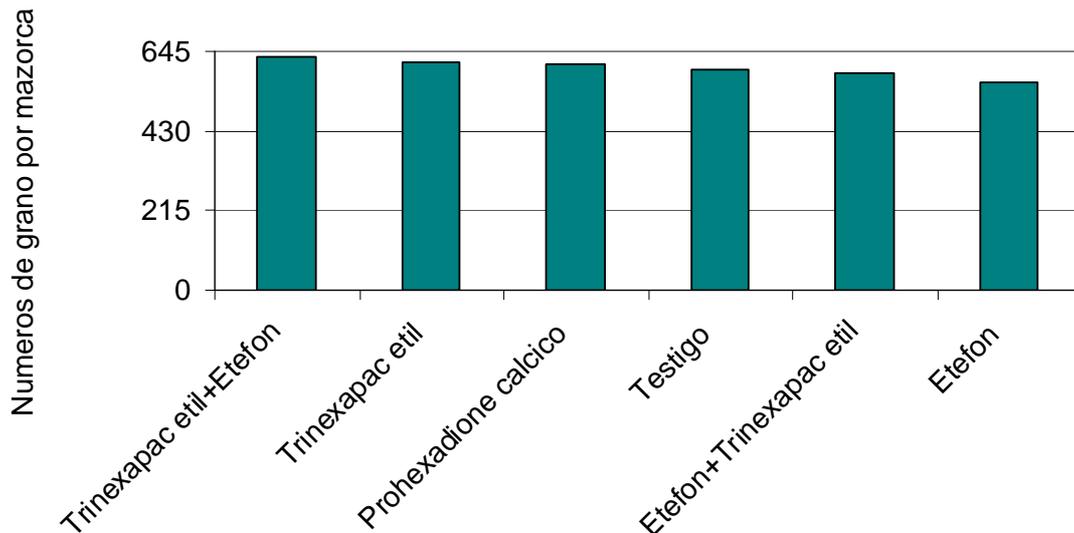
**Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento en número de granos por mazorca por producto aplicado, en maíz (Zea Mays L.), experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	5	5	307	5.2789	0.0001*

a=0.050

Los niveles no unidos (conectados) por alguna letra son considerablemente diferentes

Trinexapac etil+Etefon	A	630.37500
Trinexapac etil	A	615.55000
Prohexadione calcico	A	609.07500
Testigo	A	595.00000
Etefon+Trinexapac etil	B	584.87500
Etefon	B	563.70000



**Figura 7. Diferencia en rendimiento en numero de granos por mazorca por producto aplicado, en experimento realizado en el ciclo otoño - invierno 2007 – 2008, en la localidad de San Juan de Abajo, Nayarit.**

Analizando el Cuadro 10, muestra que los productos reguladores de crecimiento Etefon+Trinexapac etil y el Etefon son los que más afectaron en la reducción del número de granos por mazorca, así que el producto Etefon fue el que más afectó en 32 granos menos, comparado con el testigo como se muestra en la figura 7; la combinación de los productos Etefon+Trinexapac etil redujeron 11 granos menos. Los productos Prohexadione calcico, Trinexapac etil y la combinación Trinexapac etil+Etefon indujeron a que la mazorca alcanzara una mayor longitud con respecto al testigo, lo que provocó que las mazorcas tratadas con estos productos reguladores de crecimiento alcanzaran un mayor número de granos, de 14 - 35 granos más comparado con el testigo, como se muestra en la figura 7. De acuerdo al Cuadro 10, los productos que mayor efecto causaron en rendimiento en número de granos por mazorca fueron Etefon+Trinexapac etil y el Etefon solo, es por eso que se encuentran como AB, B, estos productos son los que redujeron la longitud de la mazorca, como se muestra en la figura 7 y por consecuencia afectaron en la reducción del número de granos por mazorca ya que comparados con el testigo la diferencia en número de granos fue de 32 granos menos que equivale a un 5% menos en rendimiento/mazorca, por lo tanto si lo hacemos por 1000 mazorcas la pérdida se hace cada vez mas grande, por lo tanto hay que tener cuidado y

seguir investigando un poco mas para sacar mejor provecho de los productos aplicados.

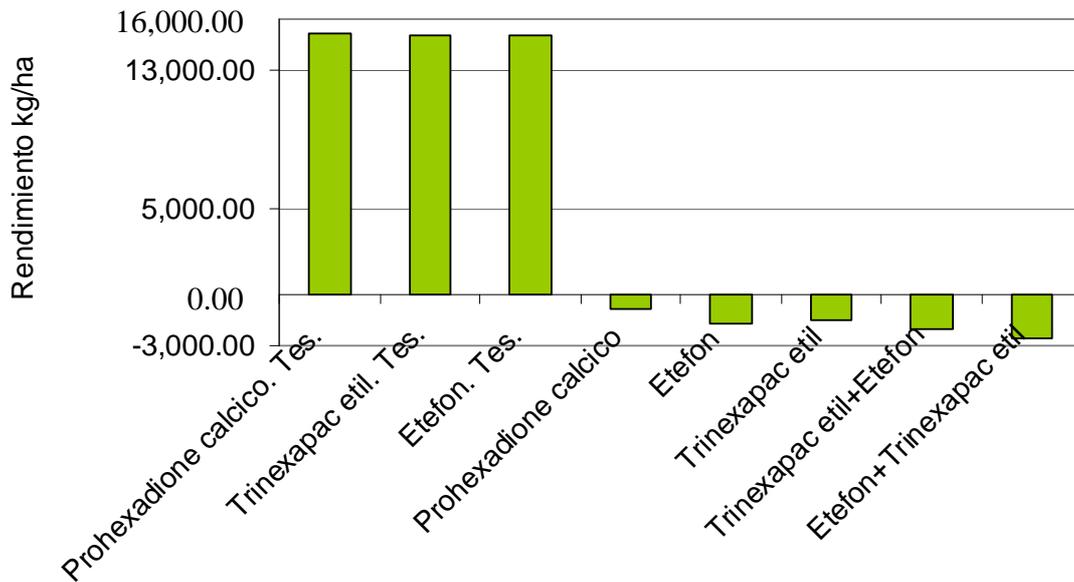
**Cuadro 11. Análisis de varianza del efecto causado en rendimiento en kg/ha por productos reguladores de crecimiento aplicados, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	7	7	118.1	3.8665	0.0008*

$\alpha=0.050$

Los niveles no unidos (conectados) por alguna letra son considerablemente diferentes

Prohexadione calcico. Tes.	A	15,100.167
Trinexapac etil. Tes.	A	15,097.333
Etefon. Tes.	A	15,079.333
Prohexadione calcico.	AB	14,248.567
Etefon	BC	13,573.904
Trinexapac etil	C	13,383.300
Trinexapac etil+Etefon	BC	12,999.667
Etefon+Trinexapac etil	C	12.551.833



**Figura 8. Efecto en rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), con reguladores de crecimiento en experimento realizado en San Juan de abajo, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

Se puede observar en la Figura 8 y en el Cuadro de resultados del análisis de varianza 11, el efecto causado por los reguladores de crecimiento con respecto a su testigo. En la Figura 8 se puede observar el rendimiento en kg/ha, así como también el efecto causado por cada producto regulador aplicado, a partir del 0.00 al 16,000.00 se encuentran los testigos de cada producto y a partir del 0.00 a -3,000.00, se encuentran los productos que afectaron en rendimiento, que en este caso fueron todos, además se muestra en la Figura 8 la reducción en kg/ha de cada producto. Visualizando la Figura 8 se puede observar que aparentemente todos los productos aplicados redujeron el rendimiento, la combinación de Etefon+Trinexapac etil fue el que más afecto en rendimiento 2,527.5 kg menos, Trinexapac etil+Etefon redujo 2,097.7 kg, Trinexapac etil 1,505.4 kg, el Etefon 1,714kg, y el Prohexadione calcio 851.5 kg, todos comparados con su propio testigo, como se observa en la Figura 8 y con respecto al Cuadro 11 de análisis de varianza.

Finalmente se puede decir que todos los productos afectaron en rendimiento, por lo tanto se debe de analizar cual es el producto que menos afecto causó en rendimiento, además de que permita reducir la altura de la planta, como se muestra en la Figura 1.

La reducción en kg/ha comparando los testigos de cada producto con el Etefon+Trinexapac etil que fue el que más afectó en rendimiento la diferencia fue de 2,528 kg perdidos que corresponde a un 16.7%.

Por lo tanto si estos kg los convertimos en sacos de semilla que son de 80,000 y 90,000, con esto se puede sacar los sacos de semilla perdida/ha. Ejemplo si 15,000 kg es al 100 %, para 2,528 kg es igual a 16.7 % de perdida en rendimiento. De igual manera para un saco de 80,000 semillas; si 1000 semillas pesan 0.335 kg, 80,000 mil semillas pesan 26.8 kg; por lo tanto 2528 kg entre 26.8 kg que es el peso de un saco de semilla, la perdida es de 94.3 sacos de semilla/ha

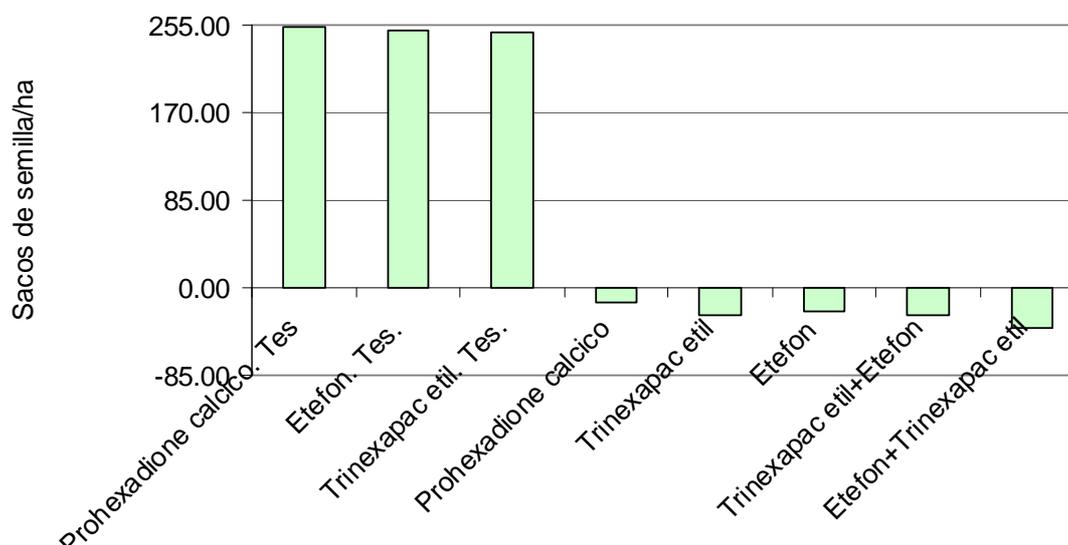
**Cuadro 12. Análisis de varianza del efecto en rendimiento en bolsas (sacos de semilla/ha) por producto aplicado con respecto al testigo, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
i.a	7	7	118.1	4.1448	0.0004*

a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

Prohexadione calcico. Tes	A	252.83333
Etefon. Tes.	A	250.00000
Trinexapac etil. Tes.	A	248.16667
Prohexadione calcico	AB	238.83333
Trinexapac etil	C	225.66667
Etefon	C	223.93844
Trinexapac etil+Etefon	BC	221.83333
Etefon+Trinexapac etil	C	211.50000



**Figura 9. Rendimiento en sacos de semilla/ha de maíz (*Zea mays* L.) por producto regulador, experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007- 2008.**

En la Figura 9 se muestra con detalle, como todos los reguladores aplicados redujeron el rendimiento en número de sacos de semilla por hectárea. En la Figura 9 se puede observar a partir del 0.00 a 255 el rendimiento en sacos de semilla por hectárea de cada testigo y a partir del 0.00 a -85 se observa la reducción en número de sacos de semilla por hectárea, en este caso todos los productos reguladores aplicados aparentemente causaron este efecto, la combinación de Etefon+Trinexapac etil fue el tratamiento que

más afecto reduciendo 38.5 sacos, seguida de la combinación Trinexapac etil+Etefon y Trinexapac etil, reduciendo de 26.1 a 26.3 sacos de semilla, el Etefon redujo 22.5 sacos y finalmente el Prohexadone calcico reduciendo 14 sacos de semilla/ha, todos estos en comparación al testigo como se observa en el Cuadro 12.

Los productos que afectaron aparentemente en rendimiento fueron Trinexapac etil y Etefon y la combinación Trinexapac etil+Etefon y Etefon+Trinexapac etil con un rendimiento menor de 23 - 38 sacos de semilla/ha menos con respecto al testigo como se muestra en la Figura 9.

En este caso se debe de tomar en cuenta cual es el producto que mayor beneficio puede ofrecer, de acuerdo a las variables que se buscan, además del numero de aplicaciones/ha que se deban hacer, el más recomendable en este caso seria el etefon.

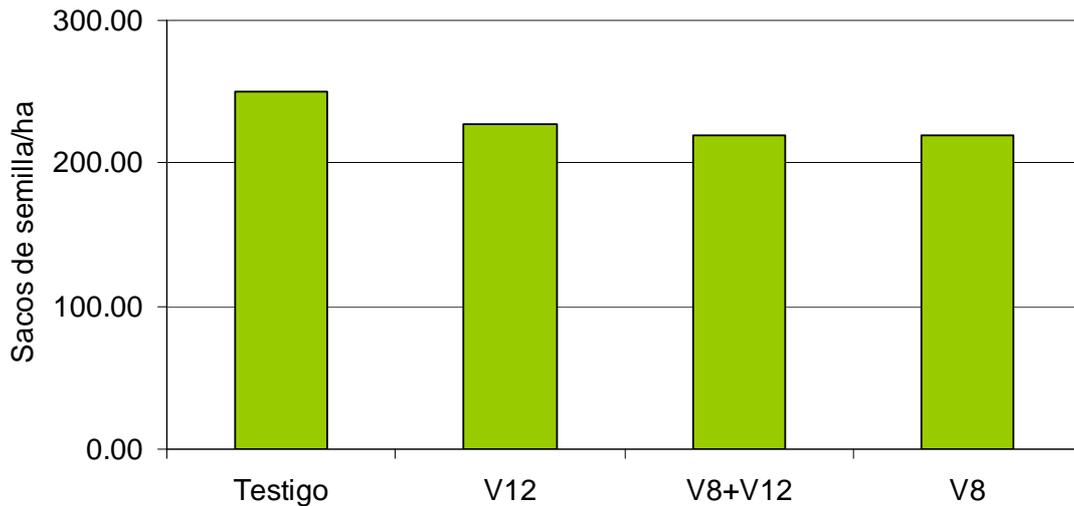
**Cuadro 13. Análisis de varianza del efecto causado en rendimiento en sacos de semilla/ha por etapa de aplicación, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño – invierno, 2007 – 2008.**

Prueba de efectos fijos					
Variable	Numero de parámetros	Grados de libertad	DFDen	Radio de la frecuencia	Probabilidad de frecuencia
Etapa	3	3	122	5.0700	0.0024*

a=0.050

Los niveles no unidos por alguna letra son considerablemente diferentes

Testigo	A	250.00000
V12	B	226.89874
V8+V12	B	220.16667
V8	B	219.39874



**Figura 10. Rendimiento en sacos de semilla de maíz (*Zea mays* L.), por etapas de aplicación, en experimento realizado en San Juan de Abajo, Nayarit, ciclo otoño - invierno, 2007- 2008.**

En el Cuadro 13, en el análisis de varianza se puede observar que en las dos etapas aplicadas y la combinación de estas existió efecto en el rendimiento en número de sacos de semilla/ha. En la Figura 10, se puede diferenciar muy bien el efecto causado en las diferentes etapas de aplicación comparado con el testigo, respecto a la Figura 10, la etapa de V8 y la combinación de V8+V12 y comparado con el Cuadro 13, el efecto fue de 30.7-29.9 sacos de semilla menos y comparado en etapa de V12 la reducción fue de 23.2 sacos de semilla/ha menos con respecto al testigo.

De acuerdo al efecto causado por los reguladores se debe tomar en cuenta la etapa de cuando realizar una aplicación y al mismo tiempo hacer que el producto no se vea afectado en rendimiento, para esta variable se puede observar que la etapa V12 el efecto en rendimiento es menor, pero como se observo anteriormente en la Figura 3, si se hace una aplicación en V12 los entrenudos ya estarán muy desarrollados y por consecuencia afectará en la altura desde el suelo a la inserción de la mazorca.

**Cuadro 14. Comparación de los reguladores de crecimiento aplicados de acuerdo a la dosis, etapa de aplicación y el efecto que causó en la altura de la planta y en rendimiento es sacos de semilla/ha.**

	Prohexadione calcico	Etefon		Trinexapac etil	Etefon+ Trinexapac etil
		1 lt/ha V8 o V12	415 ml/ha en V8 y V12	2 lt/ha V8 o V12	415+600 ml/ha V8 y V12
Reducción en Altura de la planta Testigo =116 cm	No efecto	20 cm	20 cm	10 cm	20 cm
Reducción en Rendimiento sacos de semilla/ha Testigo=244	No efecto	12%	6%	27 %	11%

En el Cuadro 14, se hace una comparación de los productos reguladores de crecimiento aplicado, sus dosis utilizadas y momentos de aplicación, así mismo se señalan de un color diferente para determinar el efecto que causó cada uno de ellos. En la parte izquierda del cuadro se observan las dos variables más importantes para este experimento, que son la reducción de la altura de la planta y el efecto causado en rendimiento. Como se puede observar, el producto prohexadione calcico no afectó en reducción de altura de la planta, ni en rendimiento. El producto etefon a dosis de 1 lt/ha en V8 o V12 redujo la altura de la planta en 20 cm, pero disminuyó en el rendimiento en un 12%, de igual manera el etefon a dosis de 415 ml/ha en etapa V8 y V12 tuvo una reducción en la altura de 20 cm, y una disminución en rendimiento del 6%. El producto trinexapac etil a dosis de 2 lt/ha en etapa de V8 o V12 la reducción

en la altura de planta fue de 20 cm, pero el efecto en rendimiento fue del 27%. La combinación de etefon+trinexapac etil en etapa de V8+V12 y a dosis de 415+600 ml/ha, redujo en la altura de la planta 20 cm, pero afecto en rendimiento 11%, por lo tanto en este caso el producto etefon a dosis de 415 ml/ha aplicado en etapa de V8 y V12 es el que aparentemente causo mayor efecto en la reducción de la altura de la planta y es el que menos afecto en rendimiento comparado con los demás productos aplicados, por lo tanto es el que se recomendaría en los campos de producción.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y considerando las condiciones ambientales y del manejo del experimento que se realizó durante el ciclo otoño – invierno 2007-2008 en la localidad de San Juan de Abajo Nayarit, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Se observó respuesta en el material subtropical de los reguladores ya que se logró una reducción en el porte de la planta hasta un 17% (20 cm) con el producto etefon en las dosis evaluadas.

Existió una pérdida de rendimiento en kg/ha de casi el 10% de acuerdo a la información y a una disminución en la longitud de la mazorca y por ende a la disminución del número de granos por mazorca.

Los reguladores del crecimiento evaluados generan una reducción de rendimiento potencial en bolsas por hectárea de las hembras hasta en una disminución del 15% con respecto al testigo.

En lo que respecta a la floración, en el material evaluado, no existe ninguna modificación de fecha de emisión de polen, ni de estigmas al 50% para ninguno de los i.a aplicado, ni en sus dosis, ni en las etapas evaluados.

De acuerdo a la información, en el material Subtropical se obtuvo el mismo porcentaje de reducción en el porte de las plantas con etefon a dosis de 1 lt/ha aplicado en V8 y con la dosis de 415 ml/ha aplicados en V8 y posteriormente una segunda aplicación en V12, pero hubo una diferencia importante, así como en la reducción en el rendimiento en el caso de 1 lt/ha, pues fue de 12% en el caso de 415 ml/ha de etefon en V8 y en V12 la reducción de rendimiento fue de 6%.

El tratamiento a base de trinexapac etil la dosis de 2 lt/ha y aplicado de manera individual no tuvo un efecto significativo en la reducción del porte de las

plantas en el material hembra Subtropical ya que representó solo el 8.6%. Así mismo, el tratamiento a base de trinexapac etil la dosis de 2 lt/ha aplicado de manera individual tiene un efecto negativo sobre el rendimiento en un 27%, sin embargo cuando se aplicó combinado con etefon la disminución en el porte de la planta fue de un 15% en promedio y la reducción en rendimiento fue del 11%.

El prohexadione calcico no tuvo ningún efecto en la disminución del porte de las plantas y consecuentemente ningún efecto sobre pérdida de rendimiento.

Existió también una reducción importante del área foliar. Para el caso de las aplicaciones con etefon pues este se redujo en un 13% y para el caso de trinexapac etil se redujo un 8%.

De los reguladores evaluados los que tienen un efecto aparente en la reducción de la altura de las plantas mostraron una reducción en el área foliar y consecuentemente generaron una merma en el rendimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, A. S. 1975. Determinación de la época crítica de competencia entre el maíz y las malas hierbas. Informe de investigación de combate de malezas. CAEZAC. CIANE – INIA. México. p. 17.
- Alavés, R., J. y A. Obondo. 1993. Control preemergente de malezas con acetoclor en maíz de temporal en tres regiones de México. Memoria del XIV Congreso Nacional de la Ciencia de la maleza. Somecina. Irapuato, Gto, México. p. 110.
- Amaya, A. 2006. "Efecto del Prohexadione Calcio sobre la Productividad y Desarrollo del Aguacate" (Persea americana Mill.) cv. Hass." Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. p.11, 15, 16, 19,21-22.
- Anónimo, 1988. *Maíz*. Manuales para la educación agropecuaria. Editorial Trillas. México.
- Basf, 2006. Productos y etiquetas fitosanitarias. [www.basagro.com.mx](http://www.basagro.com.mx). [Consulta octubre 2008].
- Barret, J.E., Bartuska, C.A. y Nell, T.A. 1994. Compararison of paclobutrazol drench and spike applications for height control of potted floricultural crops. Hort Science 29, 180-182
- Bayer Cropscience, 2002. Productos Fitosanitarios. [www. Bayercropscience cl/soluciones/ficha producto](http://www.Bayercropscience.cl/soluciones/ficha_producto). [Consulta: septiembre 2007]
- Bejarano, A. 2000. Características botánicas y fisiológicas de la planta: Características botánicas del maíz. El Maíz en Venezuela. Compilado por Fontana, H y González C. Fundación Polar Venezuela.
- Bodega, J. L y P. Iraola. 2000. Evaluación de Etefon y cloromecuato sobre el desarrollo, altura de plantas, rendimiento y sus componentes en alpiste *Pholaris canariensis* L. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Mar del Plata. CC. 276. 7620. Balcorce. Pcia. Buenos Aires.

- Bryers, R. y K. Yoder. 1999. Prohexadione-Calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. *Horts cience*. (34): 1205-1209.
- Cabrera, S. 2000. Épocas de siembra y densidades óptimas en maíz. *El Maíz en Venezuela*. Compilado por Fontana, H y C González. Fundación Polar Venezuela.
- Cerda, A. L., J.V. Martínez y Ma. E. Guadarrama. 2004. Reducción de la Altura en plantas de Dalia (*Dahlia Variabilis* (Willd)). Con UNICOZOLE-P (SUMAGIC). *Ciencia Ergo Sum*, marzo-junio, año/Vol.II, numero 001. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. p. 59-60.
- Costa, G., E. Sabatini., F. Spinelli, C. Andreottil., C. Bombe. y G. Vizzotte. 2004. Two years of application of Prohexadione-Ca on apple: Effect on vegetative and cropping performance, fruit quality, return bloom and residual effect. *Acta Horticulturae*. 653: 35-40.
- Costa, J. 2002. Rendimiento da soja: 3º Simposio sobre rotação soja/milho no plantio directo mostra a importância da adubaça para o aumento da matéria orgânica do solo. *Informações agronômicas*. Nº99, Setembro. [Documento en línea], disponible en [www.potafos.org](http://www.potafos.org). [Consulta: noviembre 2006].
- Dasoju, S., M.R. Evans y B.E. Whipker, 1998. Paclobutrazol drenches Control growth of Potted Sunflowers. Department of Horticulture, Iowa State University, Ames, IA 50011-1100, USA. *Hort Technology*, 8(2), 235-237
- Davison, N. C. M; M. Magaña, M, J. E Lerma, S.A. Villareal R. H. 2007. Prohexadiona de calcio como regulador de crecimiento en el manzano (*Malus domestica* Borkh.) "*Golden Delicious*", Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua. p. 8
- Díaz, P. A. 1964. El maíz, cultivo fertilización y cosecha. Bartolomé Trucco. México, D. F. p. 391.

- Dowswell, C.D., R.L. Paliwal, y R.P. Cantrell. 1996. Maize in the third world. Boulder, CO, USA, Westview Press.
- Elfin, D.C., G.A. Lang., y B.B. Visser, 2003. Prohexadione-Ca and ethephon reduce shoot growth and increase flowering in young, vigorous sweet cherry trees. HortScience. 38: 293-298.
- Espinosa, A., M Tadeo. T. y Piña del Valle. A. 1995. Estabilidad del rendimiento en Híbrido de maíz por diferente orden de cruza en la Producción de Semilla. Agronomía Mesoamericana 6: 98-103
- Ervin, E y A. Kosky. 1998. Growth response of *Lolium perenne* L. to Trinexapac- Ethyl. Hortscience 33 (7): 1200-1202.
- Evans, J.R., R.R., Evans., C.L. Regusi. y W. Rademacher. 1999. Mode of Action, Metabolism, and Uptake of BAS 125W Prohexadione Calcium. HortScience 34 (7): 1200-1201
- Fagerness, M.J. y D. Penner. 1998. <sup>14</sup>C-Trinexapac-ethyl absorption and translocation in Kentucky bluegrass. Crop Science 38 (4):1023–1027.
- Faigenbaum, H. 2003. Labranza, siembra, y producción de los principales Cultivos de Chile. Santiago de Chile. Ograma. 760 p.
- Guak, S., D. Neilsen., N. Looney. 2001. Growth, allocation of N and carbohydrates, and stomatal conductance of greenhouse grown apple treated with prohexadione-Ca and gibberellins. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76 (6): 746-752.
- Griggs, D.H., P. Hedden., K.E. Temple-Smith., W. Rademacher. 1991. Inhibition of gibberellins 2 $\beta$ -hydroxylases by acyclohexanedione derivatives. Phytochemistry. 30: 2513-2517.

- Hayashi,T., R. Heins, y A.W. Carlson. 2001. Ethepon influences height and branching of several herbaceous perennials. *Scientia Horticulturae* 91: 305-323.
- Illumäe, E. 2001. The influence of growth regulator Moddus 250 EC on different cereals species. Estonian Research Institute of Agriculture. Estonia. (Online) <<http://www.eau.ee/~aps/pdf/20022/ilumae.pdf>> (14. sept. 2004).
- Infoagro. 2002. El cultivo del maíz. Agroalimentación. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.infoAgro.com>. [Consulta: noviembre 2006].
- Kojoian, P. 2000. Will florel make better poinsettias. *Grower Talks* pp: 63:36.
- Lonnquist, J.H. y C.O Gardner. 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop Sci.*, 1: 179-183.
- López, A.P., J.A.S. Carrillo., M.T.L. Cervantes., y M.S. Villa, 2005. Regulación del crecimiento de noche buena (*Euphorbia Pulcherrima* Willd Ex. Klotzsch) con etefon. *Agro ciencia*, Noviembre-Diciembre, año/Vol.39, numero 006. Colegio de Posgraduados Texcoco, México. p. 70.
- Lozano, C. M., M.I. Leaden. 2001. Efecto de Reguladores de Crecimiento sobre el Rendimiento y altura en dos cultivares de trigo. Facultad de Ciencias Agrarias UNMdP C.C.276 (7620) Balcarce.
- Medjdoub, R., J. Val., y A. Blanco. 2001. El prohexadione-Ca como inhibidor del crecimiento vegetativo en manzano. *Actas de Horticultura*. 31:1954-1959.
- Medjdoub, R.,J. VA.L y A. Blanco, 2004. Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of `Smothe Golden Delicios apple tree. *Scientia Horticulturae*. 101: 243-253.

- Monsanto, 2006. Procedimiento para la realización de siembras experimentales y equipo para la aplicación de reguladores de crecimiento.
- Ojeda, M., N. Mogollon, M. P. de Camacaro, y N. Maciel. 2007. Efecto del Etefon (Etileno) sobre la promoción floral de *Billbergia pyramidalis* (Sims) Lindley. *Bioagro*. 19(1):11-17.
- Ortiz, M.E y S.A Larque, 1999. "El uso de reguladores de crecimiento en la floricultura mexicana", *Ciencia y Desarrollo* 148: 28-29.
- Otegui, M. E., J. M. Bercovich y M. Uribelarrea. 2005. Rol del 1-MCP y el Etephon sobre la Determinación del Rendimiento en Cultivos de Maíz.
- Pérez, F. y J. Martínez-Laborde. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. España. Mundi-Prensa. 218 p.
- Pérez. L. A., J. Carrillo., V. M. Sandoval. 2005. Reguladores de crecimiento de noche Buena (*Euphorbia pulcherrima* willd ex. Klotzsch) con Etefon. *Agro ciencia*, noviembre- diciembre, año/vol. 39, numero 006 Colegio de Posgraduados Texcoco, México.
- Pest Management Regulatory Agency, Canada 2001. Proposed regulatory decision document PRDD2001-05 Trinexapac-ethyl. Ontario. (Online) <<http://www.pmra-arla.gc.ca/english/pdf/prdd/prdd2001-05-e.pdf>> (14. sept. 2004).
- Pimienta, B. E. y J. E. Pérez P. 1993. Control preemergente de maleza con Alaclor en maíz en Jalisco. En memoria del XIV Congreso Nacional de la ciencia de la maleza. Asomecina. Puerto Vallarta, Jal. México. p. 40.
- Poehlman, J.M. 1987. *Breeding field crops*, 3rd ed. Westport, CT, USA, AVI Publishing Company

- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51: 501-531.
- Rájala, A. y P. Peltonen-Sainio. 2001. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot grown. *Agronomy Journal* 93: 936-943
- Ritchie, S., J. Hanway, y G. Benson. 2003. Como a planta de milho se desenvolve. *Informações agrônômicas*. Nº103, Setembro. [Documento en línea], disponible en [www.potafos.org](http://www.potafos.org). [Consulta: noviembre 2006].
- Rodríguez, P. 2000. Distribución geográfica y producción nacional: Aspectos climatológicos relacionados con la producción comercial del maíz. *El Maíz en Venezuela*. Compilado por Fontana, H y C González. Fundación Polar Venezuela.
- Ruiz, M. 2004. Materiales para la historia social de la ciencia. *EL CATOBLEPAS revista critica del presente*. [www.nodulo.org](http://www.nodulo.org). [Consulta: octubre 2004].
- SAGARPA, 2005. Boletín El maíz representa más del 11 por ciento del PIB agropecuario del país. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). [Consulta: septiembre 2005].
- Salazar, P. 1990. El cultivo del maíz en el estado Trujillo. FONAIAP Divulga, Nº 33. Enero – Junio. Venezuela.
- Salhuana, W., R. Sevilla eds. 1995. Latin American Maize Project (LAMP), stage 4 results from homologous areas 1 and 5. ARS Special Publication. Beltsville, MD, USA.
- Schürch, G. C. A. 2006. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento sobre la morfología y rendimiento de tres genotipos de trigo en la provincia del Bio-Bio. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Agronomía. VALDIVIA-CHILE. 2006. p. 8, 10,12

- Sugar, D., D. Elfving y E. Mielke. 2002. Effects of Prohexadione-Calcium (Apogee<sup>tm</sup>) on Blossoming, Production and Fruit Quality in Pear. *Acta Horticulturae*. 596: 757-760.
- Syngenta, 2008. Productos fitosanitarios. Moddus 250EC. [www.Syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/etiquetas\\_fitosanitarios](http://www.Syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/etiquetas_fitosanitarios). [Consulta: octubre 2008].
- Tafoya, R. J.A., A.M. Rosas y A.L. Hernandez, 1993. Control químico de malezas en maiz, con dos sistemas de labranza en la Trinidad, Chis. *Memorias del XIV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Puerto Vallarta, Jalisco. Mexico. p. 131.
- Unrach, C.R. 1999. Prohexadione-Ca: a promising chemical for controlling vegetative growth of apple. *HortScience* 34, 1197-2000.
- Weaver, R. 1976. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. México. Trillas, 622 p.
- Whiley, A., B. Schaffer, and B. N Wolstenholme. 2002. *The Avocado, Botany, Production and Uses*. Wallingford CABI Publishing. 233 pp.
- Zocco, J. L. 2001. Importancia en la Sincronización de la floración en la Producción de semilla de Maíz. *Boletín Informativo*. Fundación para la Investigación Agrícola.