

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Evaluación de Cuatro Productos Comerciales  
Para Adelantar la Floración en Maíz (*Zea mays* L.)**

**POR**

**David López Calderón**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Marzo de 2010.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

Evaluación de Cuatro Productos Comerciales  
Para Adelantar la Floración en Maíz (*Zea mays* L.)

**POR:**

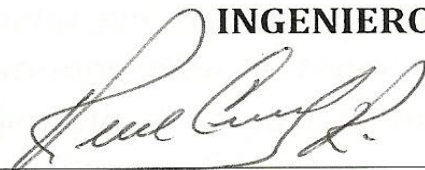
**David López Calderón**

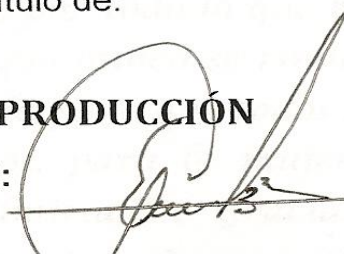
**TESIS**

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de:

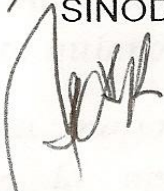
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**APROBADA POR:**

  
Ing. René de la Cruz Rodríguez  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
Dr. Mario E. Vázquez Badillo  
SINODAL

P.A.   
Ing. Florentino Amasende León  
SINODAL

  
MC. Modesto Colín Rico  
SINODAL

**El Coordinador de la División de Agronomía**

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Coordinación  
División de Agronomía

Marzo de 2010.

## DEDICATORIAS

### *A mis Padres:*

URBANO EMILIO LÓPEZ PÉREZ

*Por darme la oportunidad y la confianza de estudiar, por todo el amor que día a día de usted recibo, por sus sabios consejos, por su gran apoyo cuando más lo necesito, gracias padre por darme la mejor herencia que un hijo pueda tener, toda la vida le estaré agradecido y estará presente siempre en mi mente y en mi corazón, gracias por compartir conmigo este gran sueño que hoy se ve realizado.*

CONSUELO CALDERÓN PÉREZ

*A la mujer que más quiero en esta vida, por todo lo que ha hecho por mí y por mis hermanos, a la mujer que nunca se rinde, la que lucha por sus hijos y sacrifica parte de ella para que todos sus hijos estemos bien y tener lo que necesitamos, para la mujer que es ejemplo de seguir y motivo de gran admiración. Gracias por la confianza depositada en mí para lograr el sueño mas anhelado, por tus sabios consejos, tus oraciones, tus incontables desvelos y por el gran amor incondicional que me das, te quiero MAMA.*

*A mis padres por su infinito amor, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizaron para brindarme la oportunidad de estudiar, tienen todo mi amor y respeto por ser los mejores padres y los mejores amigos con los que siempre conté incondicionalmente.*

### *A mis Hermanas y Hermanos*

*Clara Lidia, Carlos Enrique, Sonia Estela, Eli Urbano, isaí, Moisés.*

*Quienes me brindaron su apoyo y que nunca me dejaron solo, a todos ellos que darían su vida por mí y yo la mía por ellos, gracias por la hermandad y cariño que siempre ha existido entre nosotros y sobre todo por ayudarme a salir adelante en todo momento con*

*sus palabras de aliento, lo que ustedes hicieron por mí es algo que nunca podre pagarles, siempre les estaré agradecido, les dedico cada esfuerzo mío y con el corazón en la mano les digo que los quiero y los extraño mucho.*

### ***A mis Sobrinos***

*Rafita y Carito.*

*Porque me dan ratos de alegría y me hacen sentir niño otra vez, a ellos que con su ternura e inocencia llenan siempre momentos inolvidables en la familia.*

### ***A mis Abuelos:***

*Leocadio (†); Aurora; Isaías (†); Virginia.  
A ellos por todo su apoyo, sus sabios consejos, su cariño, y por darme el privilegio de tener hijos de ustedes como padres para mí, para ellos todos mis respetos y admiración.*

### ***A mis Tíos***

*A todos en general, que me apoyaron incondicionalmente, me brindaron parte de ellos, me motivaron a terminar mi carrera profesional y me dieron todo su cariño, gracias a todos.*

### ***A mi Novia***

*Rocío Guadalupe. Gracias amor por tu paciencia, tu cariño, por apoyarme en todo momento, tengo muchas cosas que agradecerte pero sobre todo, gracias por tu amor.*

*De alguna manera quiero agradecer a todos aquellos que formaron parte en mi formación académica y social y que me apoyaron en mi más grande sueño que hoy se hace realidad, no quiero dejar a nadie afuera, así que a todos aquellos que fueron parte de esto, muchas gracias.*

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***A Dios***

*Por haberme dado licencia de vivir, por iluminarme en todo momento, por darme amor, paz, salud y sabiduría para terminar mi carrera, por que se que nunca estoy solo, el siempre está a mi lado.*

***A MI ALMA MATER;*** *A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas y permitir realizarme como persona en mi formación profesional.*

***Al Ing. René de la Cruz Rodríguez;*** *a mi asesor por compartirme sus conocimientos y sobre todo por brindarme su paciencia y amistad en todo momento desde el primer día en que se inició este trabajo hasta la conclusión del mismo.*

***Al MC. Margarito Méndez Díaz;*** *Por su amistad y valiosa ayuda en la realización del presente trabajo.*

***Al Ing. Florentino Amasende León;*** *Por su amistad, por aportar la idea del proyecto y ayudarme a aterrizar esta investigación.*

***Al Dr. Mario E. Vázquez Badillo;*** *Por su amistad y valiosa participación en la revisión del presente trabajo de investigación.*

***Al Ing. Modesto Colín Rico;*** *Por su valiosa ayuda en la culminación del presente trabajo de investigación.*

***A la Lic. Sandra López Betancourt;*** *por su valiosa ayuda en la realización de este trabajo de investigación.*

*Agradezco también a todas aquellas personas que fueron amigos y compañeros: Armando, Emilia, Walter, Alejandra, Carmelo, Raúl, Roque, Rusbelí, Javier, Juan, Alex, por haber compartido experiencias y sueños que serán inolvidables.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Estructuras Reproductivas de la Planta de Maíz.....	4
Iniciación y Desarrollo de la Planta.....	4
Etapa Vegetativa.....	5
Diferenciación de Inflorescencia Masculina.....	6
Floración.....	6
Floración y Polinización.....	7
Sincronía Floral en la Producción de Semilla Híbrida.....	8
Asincronía Floral en Maíz.....	8
Llenado de Grano.....	9
Fotoperiodo.....	9
Alternativas Para Adelantar la Floración en Plantas de Maíz.....	10
Fechas de Siembra.....	10
Agroquímicos.....	11
Riegos.....	11
Densidad de Siembra.....	11
Acolchado.....	12
Humedecimiento de Semilla.....	12
Reguladores de Crecimiento.....	12
Aplicación de Auxinas (AIA).....	13
Aplicación de Herbicidas Auxínicos (2,4-D).....	15
Aplicación de Giberelinas (GA <sub>3</sub> ).....	15
Aplicación de citocininas.....	16
Aplicación de Micronutrientes.....	16
Función de los Micronutrientes.....	17
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>20</b>
Descripción del Área de Estudio.....	20
Preparación del Terreno.....	20
Material Genético Utilizado.....	20
Preparación de las Semillas.....	21

Siembra.....	21
Eliminación de Malezas.....	21
Riegos.....	21
Cultivos.....	22
Aplicaciones al Follaje.....	22
Tratamientos.....	22
Fechas de Aplicación.....	23
Características Generales de los Productos Utilizados en el Experimento.....	24
Producto: IMPULSOR.....	24
Producto: 2,4-D.....	25
Producto: BIOGIB.....	25
Producto: MIFOL-S.....	26
Variables Evaluadas.....	26
Análisis Estadístico.....	27
Procedimiento de la Toma de datos.....	28
Avance del Desarrollo de Hojas.....	28
Avance de Altura de Planta.....	29
Avance de Floración Masculina y Femenina.....	29
Días a Floración Masculina y Femenina.....	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre la Altura de las Plantas.....	33
Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre el Número de Hojas.....	34
Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre la Altura de Mazorcas.....	35
Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre Días a Floración Femenina.....	36
Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre Días a Floración Masculina.....	38
Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre la Asincronía Entre Floración Masculina y Femenina.....	40
Estimación de GDU'S (Unidades Calor) Acumuladas en el Tiempo a Floración en Cada uno de los Tratamientos.....	41
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>47</b>
<b>VII. RESUMEN.....</b>	<b>52</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>55</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Arreglo de los productos y dosis aplicadas en este experimento.	22
Cuadro 3.2. Concentración de cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para características evaluadas en plantas de maíz, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 2009.....	32
Cuadro 3.3. Medias de la variable días a floración femenina.....	38
Cuadro 4.1. Medias de la variable días a floración masculina.....	39
Cuadro 4.2. Medias de la variable asincronía floral.....	41
Cuadro 4.3. Días y GDU´S (Unidades Calor Acumulados) desde siembra a floración en cada uno de los tratamientos. ....	44



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Registros de altura de planta.	33
Figura 3.2. Efecto de los productos sobre la altura de plantas en cada uno de los tratamientos.	34
Figura 3.3. Registro de emisión de hojas.	34
Figura 4.1. Efecto de los productos sobre el número de hojas en cada uno de los tratamientos	35
Figura 4.2. Efecto de los productos sobre la altura de mazorcas en cada uno de los tratamientos	36
Figura 4.3. Efecto de los productos sobre los días a floración femenina en cada uno de los tratamientos.	37
Figura 4.4. Efecto de los productos sobre los días a floración masculina en cada uno de los tratamientos	39
Figura 5.1. Efecto de los productos sobre asincronía floral en cada uno de los tratamientos	40
Figura 5.2. GDU'S acumulados en las floraciones de cada tratamiento.	42

## I. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de mejores opciones para incrementar los rendimientos por unidad de superficie en el cultivo de maíz, se llegó a la obtención de híbridos, pero cabe mencionar, que no solo se requiere la liberación de nuevos híbridos y su respectivo paquete tecnológico al mercado, sino que también se debe disponer de suficiente semilla para satisfacer las demandas y esto conlleva a que la casa productora de semillas implemente estrategias de producción con la más alta calidad física, fisiológica y genética.

Para el mantenimiento de progenitores (líneas endocriadas) y la producción de semilla híbrida de maíz, es necesario seguir al pie de la letra un protocolo determinado para cada híbrido, zona o región, pero durante el proceso de producción o incremento cual sea el caso, se presentan una serie de problemas técnicos, que no están contemplados en el protocolo y por lo tanto se deben implementar prácticas que brinden una solución al problema o aporten mejoras al proceso. Uno de los principales problemas es el desfaseamiento o asincronía entre progenitores y dentro de progenitores en la etapa de floración, esto provoca una deficiente o nula formación de semilla, y por ende una reducción de la calidad genética de la misma, por lo que muchas veces es muy difícil la producción de semillas de un híbrido o de un progenitor en una determinada región, ya que la floración es controlada por una variedad de mecanismos relacionados entre sí, y la producción de un estímulo floral, se mueve de las hojas hasta el ápice y está influenciado por el ambiente (Hempel *et al.*, 2000).

Se han identificado varios genes que controlan el desarrollo del meristemo apical, el cual da lugar a las flores, estos genes se activan en respuesta a señales ambientales y pueden ser asignados a dos categorías básicas:

1.-Para iniciar o mantener la etapa floral en algunos meristemos y 2.-Para mantener la etapa vegetativa en otros meristemos (Pidkowich *et al.*, 1999).

Para disminuir los riesgos que trae consigo la falta de coincidencia floral (asincronía), es necesario contar con información relevante acerca de los progenitores, como: fecha de producción de polen del progenitor masculino y la aparición de estigmas del progenitor femenino. Cuando se tienen progenitores que presentan diferentes fechas de floración, la práctica más usada es la siembra diferencial para promover la floración simultánea, para el caso de incrementos de líneas endocriadas las prácticas usadas son meramente improvisadas de acuerdo a la experiencia del técnico, ya que no hay un protocolo donde esté contemplado la asincronía de el gameto masculino y el gameto femenino en una misma planta. Sin embargo, aún siguiendo con las indicaciones de siembra, en ocasiones se presenta un desfase floral, por lo que es necesario dar seguimiento al crecimiento y desarrollo de los progenitores, previo a la floración con el propósito de aplicar alguna práctica que modifique tal desarrollo, y lograr así, favorecer a la sincronía de floración entre los dos progenitores y dentro de progenitores para su incremento.

Podría decirse que en la actualidad existe ya información proveniente de experimentación científica sobre las prácticas para el control de la floración, donde se busca el mantenimiento de progenitores mediante las autofecundaciones y la formación de híbridos. Sin embargo, es importante mencionar que muchas de estas prácticas son aplicadas en base a la experiencia práctica del personal de campo involucrado en la producción de semillas.

Una práctica muy importante para modificar el desarrollo de las plantas, es la aplicación de productos comerciales que por contener nutrientes y hormonas vegetales en su composición, actúan como vigorizantes y estimulantes de actividades fisiológicas de las plantas, y una de ellas es la floración. Sin

embargo se tiene poca información de los verdaderos efectos de estos productos, basados en estudios científicos, donde se considere la etapa del cultivo, las dosis de aplicación, interacción de los productos, así como la variación que puedan presentar debido a la influencia del ambiente.

De acuerdo a lo anterior, es necesario diseñar un proyecto de investigación donde se evalúen diferentes productos estimulantes y aterrizar en un método para controlar la floración, que nos permita ser una más de las prácticas para obtener una óptima producción de semilla de maíz.

En un intento por satisfacer esta necesidad se realizó el presente trabajo, cuyos objetivos son:

- 1.-Inducir al crecimiento, desarrollo y floración de las plantas mediante la aplicación de los productos estimulantes del crecimiento.
- 2.- Reducir el tiempo de desfase entre la floración masculina y femenina.

Para lograr estos objetivos se planteó la siguiente hipótesis:

La aplicación de los productos estimulantes puede reducir el tiempo a floración y permitir sincronizar más la floración femenina y masculina.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Estructuras Reproductivas de la Planta de Maíz

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia Poaceas, subfamilia Panicoideas y tribu Maideas, y se caracteriza en que sus plantas son diclino-monoicas dado que los dos sexos que concurren a formar una flor completa se hallan separados, pero en el mismo pie. La inflorescencia masculina es una panoja laxa y apical, mientras que la femenina es una espiga compuesta y axilar (Parodi, 1972).

### Iniciación y Desarrollo de la Planta.

Durante la fase reproductiva de una planta, se pueden seguir uno de dos programas de desarrollo, los cuales son para producir ya sea flores o brotes vegetativos (Pidkowich *et al.*, 1999).

La vida de una planta está conformada por una serie de etapas de desarrollo, cada etapa definida por los cambios en la identidad meristemática, en el maíz, hay varias etapas bien diferenciadas: la transición del crecimiento vegetativo de la floración, la elaboración de la inflorescencia y la formación de flores (McSTEEN *et al.*, 2000).

Según Ritchie y Hanway (1982). El período vegetativo se subdivide en estadíos identificados con la letra V y un subíndice (por ejemplo V1), que señala el número de orden de la primera hoja completamente expandida (lígula visible) al momento de la observación. El número total de estas subdivisiones varía con el genotipo y el ambiente, considerado por modificar ambos el número final de hojas.

Una vez producida la aparición de todas las hojas, el estado es definido por la aparición de la panoja (VT). El período reproductivo, subdividido en estadios identificados con la letra R y un subíndice, comienza con la emergencia de los estigmas (R1) y finaliza con la madurez fisiológica (R6). Conjuntamente con los cambios externos se producen modificaciones no visibles en el meristemo apical (futura espiga) y en las yemas axilares (futuros estigmas).

En el embrión de la semilla de maíz se encuentran diferenciadas las 5 primeras hojas, la radícula y las raíces seminales. La semilla cuando entra en contacto con el suelo húmedo se embebe, este cultivo necesita absorber el 30 al 40% de su peso en agua para asegurar una buena germinación. Al final de esta fase la plántula tiene dos hojas emergidas y el ápice se encuentra bajo la superficie del suelo.

### Etapas Vegetativas

Luego de la emergencia de la plántula, el meristemo se encuentra ligeramente por debajo de la superficie del suelo. Debido a esto, la velocidad de aparición de las hojas es afectada por el ambiente aéreo y también por el ambiente edáfico, al menos hasta que los entrenudos comiencen a elongarse y el ápice se eleve por encima de la superficie del suelo (Papucci *et al.*, 2006).

El meristemo apical permanece bajo el nivel del suelo y forma primordios de hoja con sus respectivas yemas en sucesión acropetal (las más viejas son las basales). Las raíces seminales son reemplazadas por las raíces nodales, la diferenciación de las hojas finaliza cuando el meristemo comienza a diferenciar las espiguillas estaminadas de la panoja. Aquí queda definido el número final de hojas y finaliza el período vegetativo. Las plantas se encuentran en estado V4 – V6 aproximadamente entre  $1/3$  y  $1/4$  del número final de hojas (Ritchie y Hanway 1982).

### Diferenciación de Inflorescencia Masculina.

Flores y brotes se derivan de los grupos especializados de las células madre denominado meristemas (Liljegren *et al.*, 1996).

El tiempo que media entre la iniciación de la panoja y la inflorescencia de la misma (panojamiento – emisión de polen) dependerá de la expansión de todos los primordios diferenciados y aun no visibles.

La primera yema axilar cuyo meristemo cambia a reproductivo es la yema ubicada en la axila de la quinta o séptima hoja por debajo de la posición de la panoja. La elongación de los entrenudos de la caña (encañazón) comienza alrededor del estadio V6 y prosigue hasta la aparición de los estigmas. El orden de la elongación es acropetal. El último en elongarse es el pedúnculo de la panoja, normalmente se elongan hasta 4 entrenudos. En floración queda determinada la altura máxima de la planta y también el área foliar máxima (Ritchie y Hanway 1982).

### Floración

Como una etapa de desarrollo, la floración puede ser definida como la transición de la etapa vegetativa para el desarrollo reproductivo. Esta transición se manifiesta como un cambio en las propiedades del meristemo apical, que deja de producir hojas y en su lugar comienza a producir los meristemas florales que dan lugar a las flores. Ambas, señales de desarrollo y las señales ambientales controlan el momento de la floración (Hong, 1998).

En el maíz (*Zea mays* L.), el progreso hacia la madurez de flores pistiladas (estigmas) es altamente dependiente de las condiciones ambientales alrededor de la floración. (Borras *et al.*, 2007).

El panojamiento comienza con la emergencia de la inflorescencia masculina, generalmente cuando se completa su emergencia se produce la antesis y comienza la liberación de polen. La liberación de polen de una planta

puede extenderse por unos días, en el cultivo, el desfasaje entre las plantas garantiza la producción de polen durante varios días. La floración R1 consiste en la emergencia de los estigmas por fuera de las chalas. Una mayor sincronía floral entre la espiga y los estigmas aumentan la posibilidad de fecundación de una mayor parte de estigmas. En condiciones meteorológicas favorables la emergencia de estigmas ocurre un par de días después de la antesis. Sin embargo en algunos genotipos el proceso puede invertirse. El número de granos por planta puede disminuir durante el cuaje (R2). Este se extiende de 10 a 20 días después de la floración dependiendo de la temperatura y del genotipo. El subperíodo crítico del maíz es 20 días antes y 20 días después de floración (Ritchie y Hanway 1982).

### Floración y Polinización

La biología floral del maíz tiene características distintivas que implican que el período alrededor de la floración sea considerado un momento crítico para la determinación del rendimiento. Una vez producida la emergencia total de la panoja ocurre la antesis; la liberación del polen es progresiva comenzando en el eje principal y finalizando en las ramificaciones de la panoja. La floración femenina, consiste en la emergencia de los estigmas fuera de las envolturas de las chalas, evento que también es en forma progresiva. La receptividad de los estigmas decae marcadamente a partir de los 7 días de su aparición, tornándose nula a los 14 días de su emergencia. El período de emisión de polen y de aparición de estigmas en el cultivo se extiende por algunos días. A causa de la dominancia apical se establece un desfasaje entre el inicio de la floración masculina y femenina, que provoca la anticipación de la liberación de polen con respecto a la emergencia de los estigmas. Este fenómeno se denomina protandria. Esta diferencia de días en la década del 80 era de unos 5 o 6 días aproximadamente, en la actualidad se estima que la duración del mismo solo es de 1 o 2 días (Papucci *et al.*, 2006).



### Sincronía Floral en la Producción de Semilla Híbrida.

En la actualidad existen varias técnicas o prácticas especializadas que tienden a favorecer la floración simultánea en el cultivo de maíz; la mayoría de éstas están basadas en la experiencia práctica obtenida a través de los años por los técnicos y personal de campo involucrado.

Bolaños (1990), menciona que en maíz la longitud de intervalo entre la aparición de estigmas y anthesis se incrementa cuando la sequía coincide con la época de floración. Por su parte, Espinosa *et al.*, (2001), menciona que en la producción de semilla híbrida de maíz un factor fundamental es la coincidencia y el control de la polinización, ya que debe haber seguridad de que haya polen funcional de la planta macho en los estigmas receptivos de la hembra. Por otra parte, Gómez y Rodríguez, (2001), hacen referencia a que en los materiales de maíz prolíficos deben tener una sincronización entre la maduración del polen y el período de receptividad de los estigmas, a fin de asegurar una mayor polinización y fecundación de sus mazorcas. A todo esto, Papucci *et al.*, (2006), aporta que las situaciones de estrés, como por ejemplo el déficit nutricional, el déficit hídrico o las altas temperaturas, pueden adelantar ligeramente la liberación de polen y provocar un importante retraso en la floración femenina, debido a que la partición de asimilados hacia la espiga axilar se reduce a medida que la tasa de crecimiento disminuye, afectando el número final de granos por espiga.

### Asincronía Floral en Maíz

Según Bolaños (1990), el rendimiento disminuye aproximadamente 10% por cada día de retraso en la extrusión de los estigmas desde 0 hasta 9 días. Igualmente menciona que debido a un retraso en el intervalo de la floración y una pérdida de la viabilidad de los estigmas, se reduce el número de granos y mazorcas por planta, afectando directamente al rendimiento.

Coincidiendo con lo anterior, Gómez y Rodríguez (2001), mencionan que la falta de sincronización entre las floraciones posiblemente puede ser un problema en la polinización y fecundación de las mazorcas. Por su parte, Avendaño *et al.*, (2008), reporta que al relacionar la asincronía floral con el rendimiento de biomasa total por planta, se observó que conforme disminuyó la asincronía, el rendimiento de biomasa se abatió considerablemente.

### Llenado de Grano

El llenado de grano comprende tres etapas, durante la primera que coincide con el período de cuajo, la tasa de acumulación de materia seca en los granos es muy baja, pero tiene lugar una activa división celular que da lugar a la formación de las células endospermáticas (sitios donde se depositarán los carbohidratos), la segunda etapa llamada período efectivo de llenado o fase de crecimiento lineal, presenta la máxima tasa de llenado y constituye más de la mitad del período R3 y R4. Durante esta etapa se acumula cerca del 80% del peso seco del grano, en la tercera etapa R5, que dura de una a dos semanas, la tasa de llenado disminuye progresivamente hasta hacerse nula y existe una activa pérdida de humedad. El cultivo alcanza su madurez fisiológica R6, y queda definido el peso final del grano y el rendimiento del cultivo (Ritchie y Hanway 1982).

### Fotoperiodo

Una señal importante que regula el tiempo de floración es la luz, en forma de fotoperíodo, las longitudes de alternancia de día y de la noche. Sin embargo otras plantas llegan a la etapa de floración, independientemente de la duración del día, las cuales son conocidas como plantas de día neutro (Hong, 1998).

Por su parte, INTA (2004), menciona que la temperatura y el fotoperíodo son los factores ambientales que tienen mayor incidencia sobre el desarrollo del cultivo de maíz, estos factores son tan importantes que otras cuestiones agronómicas básicas están directamente relacionadas por sus requerimientos térmicos y fotoperíodos.

Las plantas no son sensibles al fotoperíodo cuando son muy jóvenes, sin embargo, después de esta etapa sí son afectadas. Transferido de días cortos a días largos, las plantas muestran una disminución repentina en el número de hojas. Si bien transferido de días largos a días cortos, las plantas tienen un aumento continuo del número de hojas durante la fase de fotoperíodo inductivo. Hay una diferencia evidente de la fase sensible al fotoperíodo en días largos y las condiciones de días cortos en el maíz (Cheng *et al.*, 2008).

Sin duda alguna, la floración en maíz, es la etapa más importante y siempre ha existido la necesidad de modificar dicho proceso fisiológico en la planta en conveniencia para el hombre, a continuación se mencionaran algunas prácticas empleadas para acortar el tiempo a floración.

### Alternativas Para Adelantar la Floración en Plantas de Maíz

#### Fechas de Siembra

Espinosa *et al.*, (2001), menciona que cuando no hay sincronía en maduración, es indispensable establecer fechas de siembra diferenciadas, con la finalidad de lograr la completa sincronización, para favorecer la fecundación y el logro de semilla, como objetivo fundamental de producción. Dependiendo de los lugares donde se produzca el híbrido, las fechas diferenciales de siembra de los progenitores son de hasta 12 días. Así mismo menciona que a través de 14 años se ha generado información para promover la coincidencia floral en maíz o disminuir el nivel de asincronía; sin embargo bajo siembra simultánea de éstos existen varias medidas, dependiendo de cada material y su respuesta a cada práctica.

### Agroquímicos

La fertilización nitrogenada retrasó la floración masculina de uno a cuatro días. Mientras que la fertilización fosfórica adelantó la floración masculina de uno a cuatro días (Espinosa *et al.*, 2001). Por otra parte, Cariillo *et al.*, (2008), encontró que la aplicación de  $P_2O_5$ , provoca disminución en los días a la floración e incrementa la prolificidad; en tanto que, dosis elevadas de N mejoran la prolificidad.

### Riegos

Bolaños (1990), menciona que los déficits hídricos impuestos por condiciones de sequía retrasan la extrusión de los estigmas en todas las poblaciones de maíz, incrementando el intervalo de la floración, ya que la sequía casi no afecta la antesis. En uno de sus trabajos de investigación encontró que el único progreso significativo registrado fue en reducir progresivamente el Intervalo de la floración bajo sequía, que resultó en un mayor número de granos y mazorcas por planta, y por tanto un mayor rendimiento. Po su parte, López *et al.*, (2008), encontró que la sequía retrasó las floraciones masculina y femenina; sin embargo, la asincronía floral fue mayor en las variedades mejoradas.

### Densidad de Siembra

Gómez y Rodríguez (2001), en uno de sus trabajos de investigación encontraron que los tratamientos donde se utilizaron 0.70 y 0.80 metros entre hileras presentaron menor número de días entre la floración masculina y la floración femenina, en relación con otro tratamiento donde presentó una diferencia de más de seis días entre floración masculina y la floración femenina donde las plantas fueron sembradas a una distancia de 0.90 metros entre hileras. Estos mismos autores mencionan que la sincronización entre la floración masculina y la floración femenina en maíz dulce cultivado en condiciones de sabana, fue afectada por la distancia de siembra entre hileras, con tendencia a aumentar el período entre ellas a medida que aumenta la

distancia entre hileras. Por su parte, Espinosa *et al.*, (2001), menciona que dependiendo del material, las altas densidades pueden adelantar la floración masculina de uno a dos días o retrasarla de uno a tres días. Coincidiendo con lo anterior, Campo y Moreno (2008), reportan que al aumentar la densidad de población, la planta se hizo más alta, precoz, el punto de inserción de la mazorca se elevó, y la producción aumentó, siendo significativas las diferencias entre las densidades de 6 y 7.5 plantas/m<sup>2</sup>. Mientras que Carillo *et al.*, (2008), menciona que el uso de la densidad de 40000 plantas/ha<sup>-1</sup>, mejora la respuesta a parámetros de días a floración y días a cosecha, así como diámetro de tallo, prolificidad y esterilidad.

### Acolchado

El acolchado plástico adelantó la floración masculina de 7 a 9 días (Espinosa *et al.*, 2001).

### Humedecimiento de Semilla

Al humedecer la semilla de maíz y sorgo en diferentes productos químicos como: Giberelinas, Calcio, microelementos y productos homeopáticos, se encontraron respuestas significativas en tiempos de 2 y 12 horas, en variables como altura de planta, altura de mazorca y días a floración (Arellano *et al.*, 2005).

### Reguladores de Crecimiento

Son pequeñas moléculas químicas que afectan al desarrollo y crecimiento de los vegetales a muy bajas concentraciones. El regulador de crecimiento vegetal incrementa en forma directa los niveles endógenos de giberelina, auxina y citocinina, lo cual genera cambios en los procesos fisiológicos gobernados por estas fitohormonas; mismos que repercuten en una mayor floración, fructificación, tuberización y rebrote de hojas principalmente (Kamara, 2001).

### Aplicación de Auxinas (AIA)

El crecimiento de los meristemos de maíz de 10.1-15.0 y 15.1-20.0 mm de largo fue inhibida a concentraciones altas de AIA. La AIA promueve la maduración de las flores femeninas pero en un grado menos consistente que las giberelinas (Bommineni y Greyson, 1990).

Según Jones (1998), La auxina, una vez en la célula, donde el pH es mayor que el espacio extracelular, la forma aniónica se ve favorecida y se acumula alrededor de 20 veces mayor concentración en comparación con la auxina extracelular. La auxina sale de la célula en su membrana basal a través de un transportador de aniones, que baja por un gradiente de concentración de la sustancia. Este proceso de captación y fluido basal reiterado a lo largo de los flancos de las células en las raíces y tallos, es la base del movimiento polar de la auxina. La auxina viaja principalmente a través de la estela central, luego al llegar a la punta de la raíz se distribuye de nuevo al alza a lo largo de la raíz en la epidermis. Por su parte, Movivama *et al.*, (1999), menciona que la inhibición temporal de la elongación del coleoptilo en maíz puede ser atribuida a la reducción del nivel de auxina endógena en la punta del coleoptilo, y esto puede provenir de la modulación de la tasa de biosíntesis de auxina. Mientras que Muday y Delong (2001), informan que la auxina es transportada a través de tejidos de la planta, pasando de una célula a otra de una manera polar única. El transporte de auxina polar controla los procesos de desarrollo en las plantas superiores.

De acuerdo a Kamara (2001), la auxina como regulador de crecimiento vegetal incrementa la tasa y velocidad de reposición del ARN de transferencia en los primordios generados por la baja o la alta temperatura, así como la hidratación de los mismos, lo que se traduce por una mayor plasticidad en las células, permitiendo así un crecimiento y desarrollo más compacto y sostenido de los brotes, flores y el prendimiento de frutos bajo condiciones de baja o alta temperatura. Por su parte, Santoni *et al.*, (2003), encontró que el AIA en

concentraciones bajas demostró inducir a una estimulación, sin embargo, un efecto opuesto se observó en mayores concentraciones, así mismo menciona que las concentraciones de auxina inducen efectos de manera dramática en la edad de la planta. A todo esto, Blakeslee (2005), menciona que el transporte polar de la auxina es esencial para el crecimiento y desarrollo normal de la planta. Mientras que, Rechenmann y Napier (2005), señalan que la auxina es una fitohormona multifactorial que se requiere para la división celular.

Sieberer y Leyser (2006), reportan que muchos aspectos de crecimiento de las plantas dependen del transporte de la hormona auxina en los tejidos, dirigido por las proteínas específicas de transporte. El flujo de auxina depende principalmente de fluidos polares de las células. Al respecto Guilfoyle y Hagen (2007), mencionan que la auxina es la clave para el crecimiento de plantas y de muchos procesos de desarrollo de la embriogénesis a la senescencia en las plantas.

Según Hardtke *et al.*, (2007), similares a las hormonas de los animales, las hormonas vegetales son pequeñas moléculas orgánicas que regulan los procesos fisiológicos. En el desarrollo implica la regulación del crecimiento mediante el control de tamaño de la célula o la división. Por su parte Tian *et al.*, (2008), menciona que las concentraciones de auxina en la raíz promueven su elongación y si estas concentraciones son inhibidas por otra sustancia, entonces las raíces muestran una reducción en la elongación celular. A todo esto Flores *et al.*, (2009), reporta que a aplicación exógena de auxinas induce su acumulación endógena, principalmente en la región del epicotilo durante la fase de iniciación del enraizamiento. Mientras que, Pagnussat *et al.*, (2009), concluye que la auxina es una fitohormona que regula la división celular, la elongación y diferenciación en las plantas. La acumulación local de la auxina proporciona múltiples procesos de desarrollo, tales como la organogénesis y diferenciación vascular.

### Aplicación de Herbicidas Auxínicos (2,4-D)

El 2,4-D es un producto moderadamente tóxico. La vida media de este herbicida es de 7 a 10 días (a 15-25 °C con 65 % de humedad). Los microorganismos del suelo son los principales responsables de su desaparición en el suelo. Ha sido incluido en la lista de EPA con probabilidades de lixiviarse del horizonte superficial del suelo (Puricelli y Leguizamón, 2005). Por su parte, Rechenmann y Napier (2005), mencionan que cada proceso de la planta tiene cierta relación con la auxina como una señal hormonal, incluyendo las respuestas a las heridas. Por otra parte, las auxinas sintéticas pueden tener un uso generalizado de agroquímicos, en particular, los herbicidas selectivos

Según Kelley y Riechers (2007), definen que los herbicidas auxínicos imitan los efectos de la auxina natural. Sin embargo, a pesar de décadas de investigación, el sitio de la acción de los herbicidas auxínicos ha permanecido desconocido y muchos de los aspectos fisiológicos de sus funciones no son claros. A todo esto, Bus y Hammond (2007), concluyen que el 2,4-D es miembro de la familia de herbicidas fenoxi y tiene aplicaciones importantes en la agricultura, la silvicultura, el césped.

### Aplicación de Giberelinas (GA<sub>3</sub>)

Bommineni y Greyson (1990), encontraron que en la menor concentración de GA<sub>3</sub>, se presentaron flores femeninas predominantes en maíz. Mientras que Kamara (2001), reporta que la giberelina como regulador de crecimiento vegetal bajo condiciones de baja y alta temperatura incrementa la síntesis de los azúcares, la síntesis de enzimas de hidrólisis (beta 10 y alfa amilasa, proteasas, lipasas entre otros) que incrementan la conversión de las reservas energéticas en reservas metabólicas para producir mayor energía en corto tiempo, lo que se traduce en una rápida brotación, floración, crecimiento y desarrollo de la planta.

Por otro lado, Espinosa *et al.*, (2001) encontró que la floración masculina en maíz se adelantó de dos a cuatro días respectivamente, por efecto del ácido



giberélico, también menciona que podría producirse semilla de forma adecuada, haciendo énfasis en el uso de ácido giberélico para incrementar la altura de la planta (espiga), para facilitar la polinización y fecundación. Igualmente menciona que la aplicación de ácido giberélico al progenitor hembra, hace posible acelerar la floración femenina al adelantarla por tres días con respecto al testigo bajo condiciones de invernadero. En uno de sus trabajos Reynoso *et al.*, (2008), encontró que en las etapas finales de desarrollo del melocotón, el GA<sub>3</sub> apresuró el desarrollo de la yema floral y acortó el tiempo de la antesis. Yamaguchi (2008), define que ahora está claro que tanto la biosíntesis de GA<sub>3</sub> y sus vías de desactivación están estrictamente regulados por las señales de desarrollo, hormonales y ambientales.

#### Aplicación de Citocininas

Según Kamara (2001), la citocinina como regulador de crecimiento vegetal incrementa la tasa y la velocidad de acumulación de los ácidos nucleicos en el primordio de la yema, lo cual activa el ADN; influye en su división en fragmentos, en el crecimiento de estos fragmentos así como en la división celular. Esto se traduce en la velocidad, porcentaje de brotación, así como el vigor de los brotes, lo cual favorece el flujo de las reservas de los tejidos hacia los brotes. Por su parte, Carrillo *et al.*, (2008), encontró que al aumentar la densidad a 80000 plantas/ha<sup>-1</sup>, se evidencia un mayor efecto de citocininas, obteniendo una floración 3 días más temprana. Igualmente menciona que la aplicación de citocininas provoca disminución en el tiempo de cosecha, incrementa el diámetro de tallo, cuando es aplicado en maíz sembrado bajo altas densidades (80000 plantas/ha<sup>-1</sup>).

#### Aplicación de Micronutrientes

Se ha reconocido que los micronutrientes son vitales para el crecimiento reproductivo de las plantas y el significado de esto, tanto a nivel fisiológico como a nivel agronómico, todavía está siendo investigado. En consecuencia, el

suplemento adecuado de micronutrientes incrementa en forma apreciable la productividad del cultivo (Kyrkby y Römheld, 2007).

### Función de los Micronutrientes

De acuerdo a Kyrkby y Römheld (2007).

Mn y Zn activan enzimas, Fe, Cu, Mn, Cl, están involucrados en el transporte de electrones en la fotosíntesis, Mn, Zn, Mo Involucrado en la tolerancia al estrés, Cu, Mn, Zn, B están involucrados en el crecimiento reproductivo (inducción a la floración, polinización, establecimiento de fruto), B, Zn son constituyentes de paredes celulares y membrana.

La alta afinidad de Fe para formar complejos con varios ligandos (por ejemplo, ácidos orgánicos y fosfatos) y la facilidad de cambio de valencia son las dos características más importantes que forman parte de los numerosos efectos fisiológicos de este nutriente. A pesar de que la clorofila es una molécula que no contiene Fe, necesita de este micronutriente en tres períodos de su biosíntesis.

Por su parte Trebilcock (2008), menciona que el Fe es el micronutriente requerido en mayor cantidad. Está involucrado en la síntesis de clorofila, y participa en un buen número de sistemas enzimáticos importantes para el metabolismo de las plantas.

Manganeso (Mn): Los papeles más documentados y exclusivos del Mn en plantas verdes son la reacción que quiebra la molécula de agua y el sistema de evolución de O<sub>2</sub> de la fotosíntesis que ocurre en los cloroplastos y que se denomina reacción de Hill. Una deficiencia de Mn probablemente puede también ser la causa de la reducción de la viabilidad del polen.

El Cu se parece en algo al Fe, debido que forma quelatos altamente estables que permiten la transferencia de electrones. La falta de Cu afecta al

crecimiento reproductivo (formación de granos, semillas y frutos) mucho más que al crecimiento vegetativo. En las flores de plantas con adecuado suplemento de Cu, las anteras (que contienen polen) y los ovarios tienen mayor contenido y demanda de este nutriente.

El Mo difiere del Fe, Mn y Cu, en el hecho de que está presente en las plantas como anión. Además, diferente a todas las otras deficiencias de micronutrientes, la deficiencia de Mo está asociada con las condiciones de pH bajo.

El Zn funciona principalmente como catión divalente en metaloenzimas, algunas de las cuales ligan las enzimas y sus correspondientes sustratos, mientras que en otros casos, el Zn forma complejos tetrahídricos con el N y el O, y particularmente ligados de S en una variedad de compuestos orgánicos.

Boro (B): Las funciones en las que se piensa que participa el B incluyen el transporte de azúcares, lignificación de la pared celular, estructura de la pared celular, metabolismo de los carbohidratos, metabolismo del ARN, respiración, metabolismo del AIA, metabolismo de los fenoles, función de la membrana, y fijación de  $N_2$ .

Por otra parte Trebilcock (2008) menciona que el boro es esencial en todos los procesos de crecimiento de las plantas: brotes, meristemas, etc. Y algo muy importante es que se ha demostrado que tiene un rol crítico en el crecimiento del tubo polínico en floración. La floración y todo el sistema reproductivo son muy sensibles a la disponibilidad de boro.

Cloro (Cl): La intervención como cofactor para activar el fraccionamiento de la molécula del agua en el foto-sistema II (FS II) es la función más conocida del Cl.

Calcio (Ca): La tasa de acumulación de Ca es elevada al comienzo de la estación de crecimiento, y en floración se acumula hasta un 60% de los requerimientos totales.

Magnesio (Mg): La tasa de acumulación del Mg se incrementa abruptamente a partir del estadio V 10, 11 y en floración, el Mg en biomasa aérea representa solo el 40-45 del total.

La planta requiere de estos elementos, los cuales son absolutamente esenciales para su crecimiento y desarrollo. La mayoría de estos nutrientes se requieren en cantidades relativamente pequeñas y se conocen como micronutrientes, con excepción del Ca y Mg que pertenecen al grupo de los macronutrientes. La cantidad requerida de micronutrientes por los tejidos vegetales para un buen crecimiento y desarrollo, generalmente varía de 1 a 300 ppm (0.0001 a 0.3%) con respecto al peso seco total de la planta. Los micronutrientes son manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu), boro (B), zinc (Zn), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Los micronutrientes son tan importantes como los macronutrientes aunque se requieren en cantidades más pequeñas (Hernández *et al.*, 2005).

Cuando las plantas sufren deficiencias de elementos nutritivos, manifiestan un desarrollo anormal que permite apreciar síntomas más o menos característicos de la falta de un nutriente en particular. Se conocen los síntomas de deficiencia de una gran variedad de especies de importancia agronómica, lo que permite a los cultivadores identificar el estado nutricional y las necesidades nutrimentales de las plantas para corregir cualquier deficiencia antes de la pérdida (Fuentes *et al.*, 2006).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### Descripción del Área de Estudio

EL presente experimento se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; en las coordenadas 25°23´ latitud norte y 101°00´ longitud oeste, con una altura de 1743 metros sobre el nivel del mar; en el periodo comprendido de agosto a noviembre del 2009.

#### Preparación del Terreno

Para darle condiciones óptimas de desarrollo a las plantas, se realizó las labores culturales de barbecho, rastreo y nivelación, con la finalidad de mullir perfectamente el suelo sin dejar terrones y tener así una mejor y adecuada aireación, buena distribución del agua, facilitar el surcado y las labores posteriores al cultivo.

Con una rafia se trazaron líneas y marcaron con cal las parcelas donde se establecieron los tratamientos, esto para tener un mejor control a la hora de la siembra. Se establecieron 12 tratamientos con 3 repeticiones, cada repetición constaba de 4 surcos de tres metros de largo, sumando un total de 36 bloques.

#### Material Genético Utilizado

Como material genético se utilizó el Híbrido 30P16 de la empresa PIONEER, con las siguientes características: uniformidad de floración, grano blanco, ciclo intermedio, de porte medio, con buena tolerancia al acame de tallo y con un alto potencial de rendimiento.

### Preparación de las Semillas

Se preparó un sobre para cada surco, es decir, cuatro sobres por repetición y doce sobres para cada tratamiento, sumando un total de 144 sobres con 26 semillas cada uno.

### Siembra

Se llevó a cabo el día 12 de agosto del año 2009, estando el suelo mullido y seco, antes de depositar las semillas en el suelo, se realizó una fertilización de fondo con sesenta unidades de nitrógeno, cuarenta unidades de fosforo y veinte unidades de potasio. Dentro de cada parcela útil se tomaron diez plantas con competencia lineal completa, para la toma de datos. El distanciamiento entre surcos fue 0.80 m y entre plantas 0.25 m, para una densidad aproximada de 50 000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se sembraron dos semillas por golpe y se aclaró a una planta cuando las plantas presentaban un promedio de seis hojas.

### Eliminación de malezas

Esta práctica se hizo con la finalidad de eliminar la competencia que podrían causar las malezas, es por eso que ésta práctica en éste experimento fueron consecutivos de manera que ningún tratamiento presentó plantas de otros cultivos que pudieran competir por los nutrientes y luz, dando así igualdad a todos los tratamientos.

### Riegos

El tipo de riego que se utilizó fue por gravedad, se dieron riegos pesados cada cinco días, ya que el suelo presentó una estructura muy compactada y la poca agua que absorbía la perdía muy rápidamente. El primer riego se efectuó el día doce de agosto al terminar la siembra, para asegurar la imbibición de agua por las semillas y también para evitar que organismos roedores sacaran las semillas del suelo, cabe mencionar que se dieron dos riegos pesados para asegurar la emergencia de la plantas, debido a que el suelo presentaba altos

contenidos de arcilla que ocasiono compactación del mismo, poniendo así resistencia contra la emergencia de las plantas.

### Cultivos

Se efectuó cuando la planta tenía aproximadamente quince centímetros de altura, esto se hizo con la finalidad de aporcar tierra a la planta, que permite la oxigenación de las raíces, buen anclaje y también la eliminación de posibles malezas entre los surcos.

### Aplicaciones al Follaje

Se efectuó una aplicación de plaguicidas para controlar la incidencia de gusano cogollero, el cual empezaba a atacar a las plantas.

Los tratamientos, dosis y fechas de aplicación al follaje para la realización de este trabajo fueron de la siguiente manera:

### Tratamientos

Cuadro 3.1. Arreglo de los productos y dosis aplicadas en este experimento.

---

<b>T1</b>	=	1LT/HA	<b>IMPULSOR</b>									
<b>T2</b>	=	20PPM/HA	<b>2-4D</b>									
<b>T3</b>	=	4KG/HA	<b>MIFOL</b>									
<b>T4</b>	=	10GR/HA	<b>BIOGIB</b>									
<b>T5</b>	=	0.5 LT/HA	<b>IMPULSOR</b>	+	5GR/HA	<b>BIOGIB</b>						
<b>T6</b>	=	10 PPM/HA	<b>2,4-D</b>	+	2KG/HA	<b>MIFOL</b>						
<b>T7</b>	=	5GR/HA	<b>BIOGIB</b>	+	2KG/HA	<b>MIFOL</b>						
<b>T8</b>	=	0.5LT/HA	<b>IMPULSOR</b>	+	2KG/HA	<b>MIFOL</b>						
<b>T9</b>	=	10PPM/HA	<b>2,4-D</b>	+	5GR/HA	<b>BIOGIB</b>						
<b>T10</b>	=	0.5LT/HA	<b>IMPULSOR</b>	+	10PPM/HA	<b>2,4-D</b>						
<b>T11</b>	=	250ML/HA	<b>IMPULSOR</b>	+	5PPM/HA	<b>2,4-D</b>	+	1KG/HA	<b>MIFOL</b>	+	2.5GR/HA	<b>BIOGIB</b>
<b>T12</b>	=		<b>TESTIGO</b>									

---

### Fechas de Aplicación.

1ª. Aplicación.- Se efectuó el día 18 de septiembre, 37 días después de la siembra, teniendo las plantas un promedio de 38 centímetros de altura, usando cuatro litros de agua por parcela experimental para un buen cubrimiento.

2ª. Aplicación.- Se efectuó el día 03 de octubre, 52 días después de la siembra, teniendo las plantas un promedio de 56 centímetros de altura, usando cuatro litros de agua por parcela para un buen cubrimiento.

3ª. Aplicación.- Se efectuó el día 16 de octubre, 65 días después de la siembra, teniendo las plantas un promedio de 102 centímetros de altura, utilizando cuatro litros de agua por parcela con el cual se obtuvo un buen cubrimiento.

Dichas aplicaciones se hicieron con una bomba de mochila marca "JACTO" con capacidad de 20 litros, la cual fue previamente calibrada.



## Características Generales de los Productos Utilizados en el Experimento

### Producto: IMPULSOR

	% EN PESO
ANALISIS GARANTIZADO	
Giberelinas.....	500 ppm
Auxinas.....	500ppm
Citocininas.....	200ppm
Cisteina.....	500ppm
Tiamina.....	1100ppm
Inositol.....	200ppm
Nitrogeno total (N).....	9.0 %
Calcio (Ca).....	0.8 %
Zinc (Zn).....	2.0 %
Azufre (S).....	0.8 %
Acidos fulvicos.....	0.4 %
Diluyentes y acondicionadores.....	86.7 %
TOTAL.....	100 %

CONTENIDO NETO 950 ml.

IMPULSOR es un regulador de crecimiento vegetal supercomplejo, balanceado con hormonas, nutrientes, aminoácidos y vitaminas presentes en una forma totalmente asimilable por la planta.

Recomendado para los siguientes cultivos: Acelga, Lechuga de hoja abierta, Espinaca, Ajo, Cebolla, Alfalfa, Apio, Brócoli, Coliflor, Repollo, Caña, Café, Cebollín, Maíz, Sorgo, Trigo, Cebada, Avena, Triticale, Cucurbitáceas, Esparrago, Flores, Fresa, Papa, Tomate, Cítricos, Manzano y Durazno.

Producto: 2,4-D

COMPOSICION PORCENTUAL DEL PRODUCTO	%
INGREDIENTE ACTIVO	
2,4-D: Sal Dimetilamina del Acido 2,4-Diclorofenoxiacetico	
Con un contenido de Acido 2,4-D no menor de 83% (equivalente a 480gr de I.A./Lt.)	49.4
Ingredientes Inertes:	
Diluyente (agua), Humectante y agente quelantate	50.6
CONTENIDO NETO: 950 ml.	100

Producto: BIOGIB

POLVO SOLUBLE

ANALISIS GARANTIZADO.....	%
Acido Giberélico (GA <sub>3</sub> ).....	10
Ingredientes inertes.....	90
TOTAL.....	100

CONTENIDO NETO: 10grs.

BIOGIB: Es un estimulante de crecimiento vegetal hecho a base de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) que puede ser utilizado en hortalizas, frutales, forrajes, ornamentales, donde actúa uniformizando la floración, acelera la germinación de semillas, mejora el amarre, desarrollo de frutos y brotación de tubérculos.

### Producto: MIFOL – S

ANALISIS GARANTIZADO:	%
Calcio..... (Ca)	1.5 %
Magnesio..... (Mg)	2.5 %
Azufre..... (S)	11.1 %
Fierro.....(Fe)	7.7 %
Cobre.....(Cu)	7.4 %
Manganeso.....(Mn)	2.3 %
Zinc .....(Zn)	2.8 %
Molibdeno .....(Mo)	0.7 %
Boro .....(B)	0.3 %
Agentes de Quelatación.....	3.0 %
Humectante dispersante y penetrante.....	2.0 %

MIFOL–S Es una formula equilibrada de elementos menores y micronutrientes, que requieren los cultivos en momentos críticos de su vida vegetativa, crecimiento, floración y formación de frutos o semillas.

- Estimula la formación de hojas nuevas, yemas florales raíces y frutos.
- Promueve la síntesis de la clorofila, dando el color verde a las plantas.
- Se obtienen mayores rendimientos y mejor calidad en las cosechas.

### Variables Evaluadas

- Altura de Planta (AP)
- Número de Hojas (NH)
- Altura de Mazorca (AM)
- Días a Floración Masculina (DFM)
- Días a Floración Femenina (DFF)
- Asincronía (ASI)

Altura de Planta.-Distancia medida en centímetros, desde el suelo hasta la base de la espiga, en una planta representativa de cada parcela. Después del estado lechoso del grano.

Número de Hojas.- Se cuantificó cada 15 días, a partir de la primera hoja verdadera, considerándose todas aquellas hojas que presentan lígula totalmente visible.

Altura de Mazorca.- Distancia medida en centímetros, desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca principal, tomada en una planta representativa de cada parcela. Después del estado lechoso del grano.

Días a Floración Femenina.- Se tomaron en consideración los días transcurridos a partir de la fecha en que se sembró hasta el momento en que el 50% de las plantas de la parcela útil presentaban estigmas receptivos.

Días a Floración Masculina.- Se determinó tomando en cuenta los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela útil se encontraran en anthesis.

Asincronía.- Se determinó con la diferencia de días que hubo entre la floración femenina y la floración masculina, usando la ecuación  $ASI = DFM - DFF$ .

### Análisis Estadístico

El modelo lineal utilizado para obtener el análisis de varianza individual fue el de bloques al azar, el cual se describe a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + \sum ij$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, r$  (repetición)

$j = 1, 2, 3, \dots, t$  (tratamientos)

$Y_{ij}$  = Observaciones del tratamiento  $j$  en la repetición  $i$ .

$\mu$  = Efecto de la media general del experimento.

$\beta_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima repetición.

$T_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo tratamiento.

$\Sigma_{ij}$  = Efecto aleatorio de la interacción del tratamiento  $j$  en la repetición  $i$  que es equivalente al error experimental.

Se realizó un análisis de varianza individual para las variables ya mencionadas, usando el paquete estadístico SAS Versión 9.0.

#### Procedimiento de la Toma de Datos.

##### Avance del Desarrollo de Hojas

Mediante observaciones realizadas cada 48 horas, se tomaron diez plantas al azar de la parcela útil y se llevó a cabo un registro cada 15 días del avance de la emisión de hojas completamente emergidas, considerándose todas aquellas hojas que presentaran su lígula totalmente visible. Este procedimiento se efectuó desde que las plantas mostraban un promedio de seis hojas hasta que se observó un promedio de 14 hojas, ésta última lectura fue la que se tomó para el análisis de varianza.

Se tomó un registro del número de hojas cada 15 días, que coincidía con las etapas de seis, ocho y diez hojas, en las cuales se hicieron las aplicaciones respectivamente, con el propósito de evaluar el posible efecto de los productos aplicados sobre el número final de hojas de las plantas.

### Avance de Altura de Planta

Se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil y los registros de altura se realizaron cuando las plantas presentaban un promedio de seis, ocho y diez hojas, un día antes de cada aplicación de los productos que se evaluaron y 15 días después de la última aplicación, con el propósito de evaluar el posible efecto de los productos aplicados sobre la altura final de las plantas. Esta medición se hizo pensando en dar seguimiento a esta característica, y utilizar la lectura final para el análisis de varianza.

Cabe mencionar que el último registro de altura de planta se tomó cuando éstas presentaban un promedio de 14 hojas y un aproximado de 1.94 metros de altura, estos datos fueron tomados utilizando un estadal de 3 metros de largo.

### Avance de Floración Masculina y Femenina

El avance de floración masculina de todos los tratamientos se registró en cada una de las diez plantas tomadas al azar en cada parcela útil. El criterio usado para tomar este dato fue, mediante apreciación visual del avance porcentual de la liberación de polen, en las espigas de las plantas ya mencionadas. Para el registro del avance de floración femenina en todos los tratamientos se siguió un procedimiento similar al anterior. Ambas floraciones se contabilizaron cada 24 horas.

### Días a Floración Masculina y Femenina

Del por ciento de floración promedio de las diez plantas de cada parcela útil, se estimó el avance de floración por repetición, de donde se calculó los días transcurridos desde la siembra al 50 por ciento de floración en cada uno de los tratamientos. Obtenido el número de días al 50 por ciento de floración, se realizó un análisis de varianza para floración masculina y femenina de los tratamientos.

En base a los días requeridos desde la siembra hasta la fecha en que se presentó el 50 por ciento de floración en cada uno de los tratamientos, se cuantificaron las unidades calor acumuladas en este periodo, con el propósito de hacer una comparación numérica entre unidades calor y los días requeridos a floración, los registros de temperaturas fueron aportados por la Estación Meteorológica de Buenavista, Saltillo, ubicada aproximadamente a doscientos metros de distancia de donde se estableció el experimento. Para este propósito se calcularon los GDU'S acumulados, utilizándose la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{Temperatura Máxima} + \text{Temperatura Mínima}) - 50}{2}$$

2

Atendiendo lo consignado por Cross y Zuber (1972) se consideraron solo las temperaturas registradas entre 10 y 30 °C durante la estación de crecimiento.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para el desarrollo de este capítulo, inicialmente se incluyen los resultados de altura de planta, seguido por número de hojas, altura de mazorca y posteriormente se explican los resultados de días a floración masculina y femenina, así como la asincronía que hubo entre éstas. Para cada variable se explica el análisis de varianza y donde se encontró significancia se muestra la prueba de medias; después de la explicación de los resultados, de cada tratamiento se comentan algunos factores que posiblemente influyeron en el efecto de los productos aplicados; y finalmente, se hace mención de las unidades calor (GDU'S) estimadas para todos los tratamientos.

En el Cuadro 3.2 se presentan los cuadrados medios y su significancia para las variables evaluadas en plantas de maíz. En dicho cuadro se observa que en la fuente de tratamientos, como en repeticiones, se encontraron diferencias altamente significativas para las variables, días a floración femenina (DFF), días a floración masculina (DFM) y asincronia (ASI). Siendo las variables altura de planta, número de hojas y altura de mazorca, las que no presentaron diferencias significativas.

En lo que respecta al Coeficiente de Variación (CV) se puede observar que el valor más alto lo obtuvo la variable asincronia (ASI) con 30.14%, mientras que las demás variables presentaron valores mucho más bajos, quedando de la siguiente manera: altura de mazorca (AM) con 6.02%, altura de planta (AP) con 4.88%, número de hojas (NH) con 3.32%, seguido por, días a floración masculina (DFM) con 1.27%, y por último, días a floración femenina (DFF) con 1.23%.



**Cuadro 3.2. Concentración de cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para características evaluadas en plantas de maíz, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 2009.**

F.V	GL	AP (cm)	NH	AM (cm)	DFF (días)	DFM (días)	ASI (días)
Tratamiento	11	53.6045202	0.23232323	15.93444444	7.42424242**	13.020202**	6.86868687**
Repetición	2	100.3452778	0.19444444	44.9086111	18.25000000**	9.0277778**	3.11111111**
Error	22	89.856490	0.19444444	19.9007323	1.2196970	1.4217172	1.5353535
Total	35	2767.183056	7.22222222	702.9122222	145.0000000	192.5555556	115.5555556
Media		194.1139	13.27778	74.02778	89.50000	93.61111	4.111111
C.V. (%)		4.88	3.32	6.02	1.23	1.27	30.14012

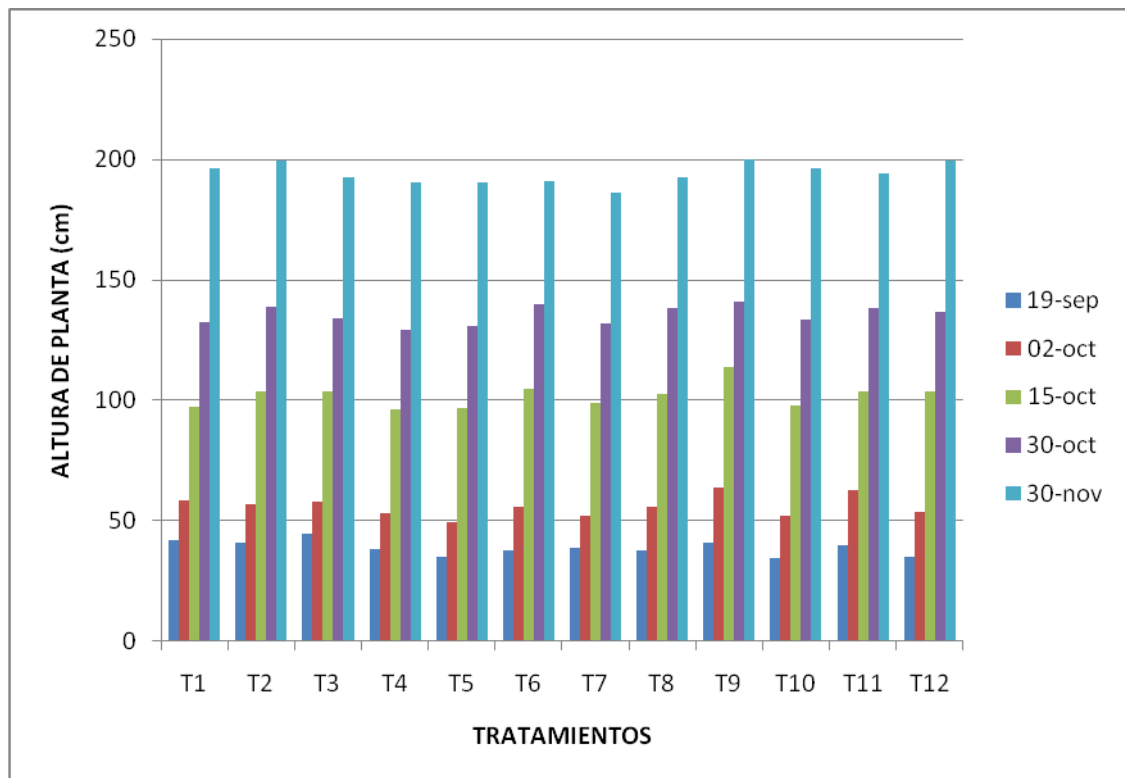
\*Significativo al 5%, \*\*Altamente significativo al 1%, No significativo N/S.

AP= Altura de Planta, NH= Numero de Hojas, AM= Altura de Mazorca, DFF= Días a Floración Femenina, DFM= Días a Floración Masculina, ASI= Asincronia.

## Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre la Altura de las Plantas.

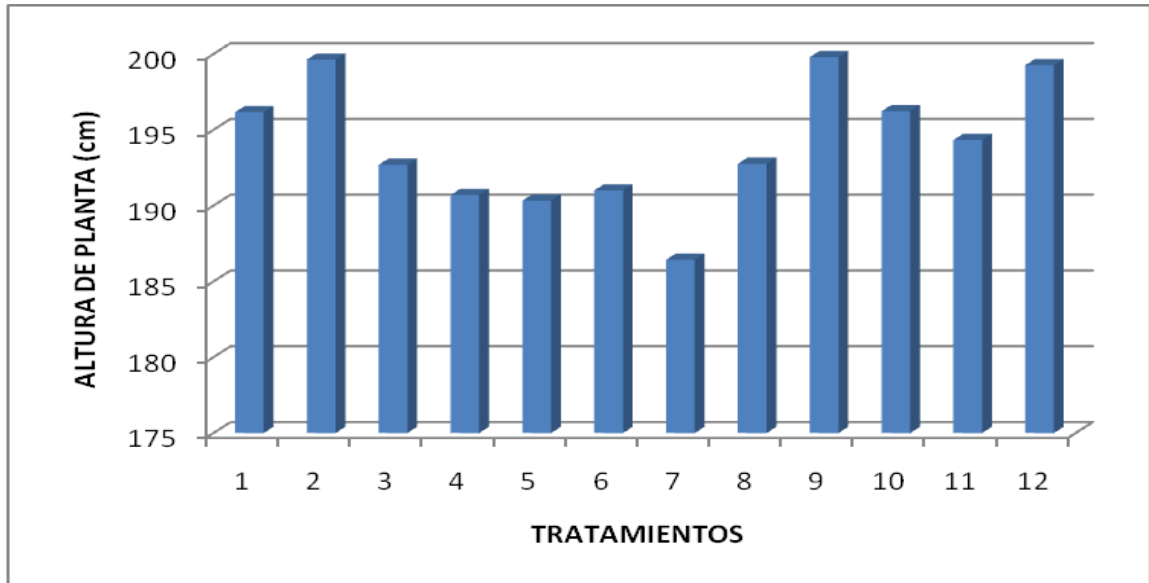
En cuanto a los registros de altura de planta que se tomaron cada quince días, se hizo con la finalidad de monitorear el avance de esta característica y mostrar cuales tratamientos fueron los que sobresalían con una mayor altura (Figura 3.1) y se tomó la lectura final para el análisis de varianza.

Figura 3.1. Registros de altura de planta.



Al observar la figura 3.2 donde se muestra la altura final de las plantas, podemos apreciar las pocas diferencias, donde levemente sobresalen los tratamientos 9, 2 y 12, pero en el análisis de varianza y prueba de medias realizadas, encontramos que el efecto de los productos sobre la altura final de la planta no es tan relevante, ya que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas en lo referente a los tratamientos contra el testigo (tratamiento 12).

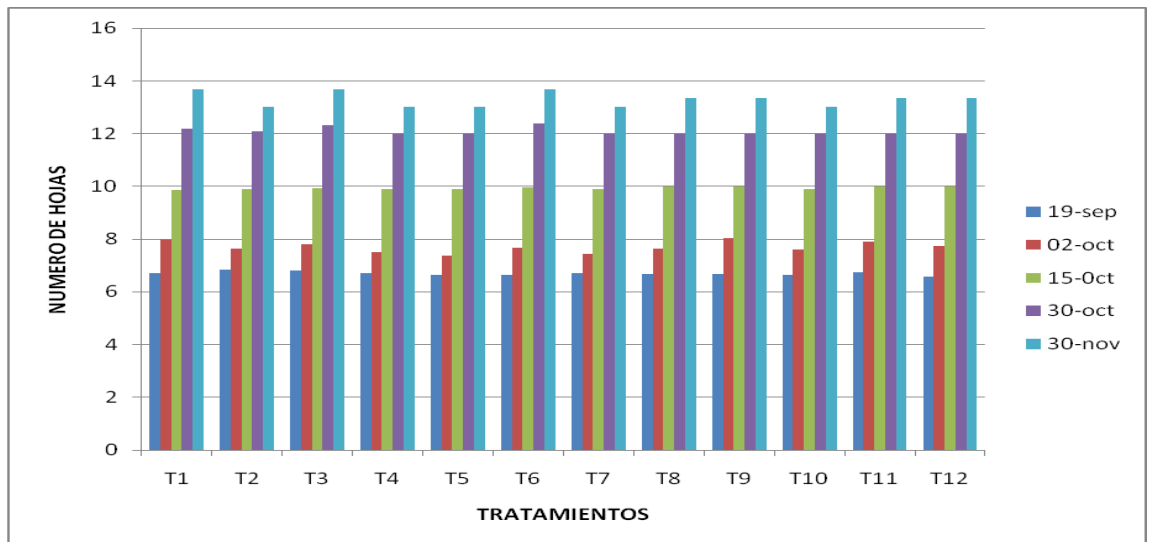
Figura 3.2. Efecto de los productos sobre la altura de plantas en cada uno de los tratamientos.



Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre el Número de Hojas.

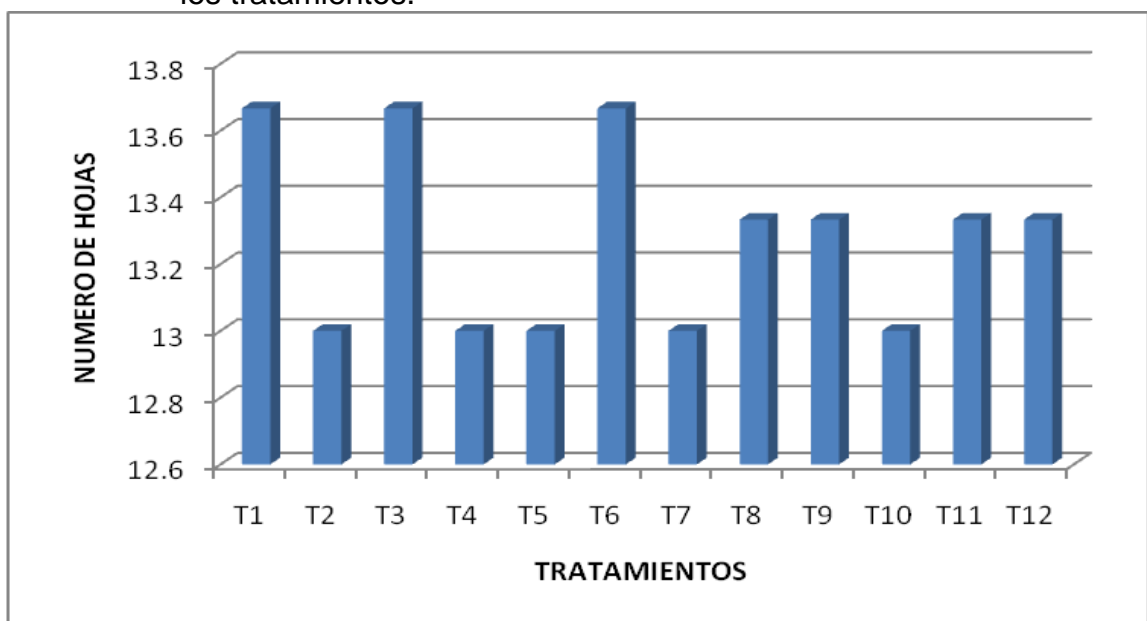
Con la finalidad de monitorear cuales de los tratamientos presentaban una mayor emisión de hojas verdaderas, se llevó a cabo registros cada quince días de esta característica y se tomo la lectura final para el análisis de varianza (Figura 3.3).

Figura 3.3. Registros de emisión de hojas.



En la figura 4.1 correspondiente a la lectura final de número de hojas, podemos apreciar de una manera muy clara la poca diferencia encontrada en esta característica, donde los más sobresalientes son los tratamientos 1, 3 y 6, pero al realizar el análisis de varianza y prueba de medias, encontramos que los productos no influyeron en gran manera sobre esta característica, ya que las diferencias obtenidas no fueron estadísticamente significativas en lo referente a los tratamientos contra el testigo.

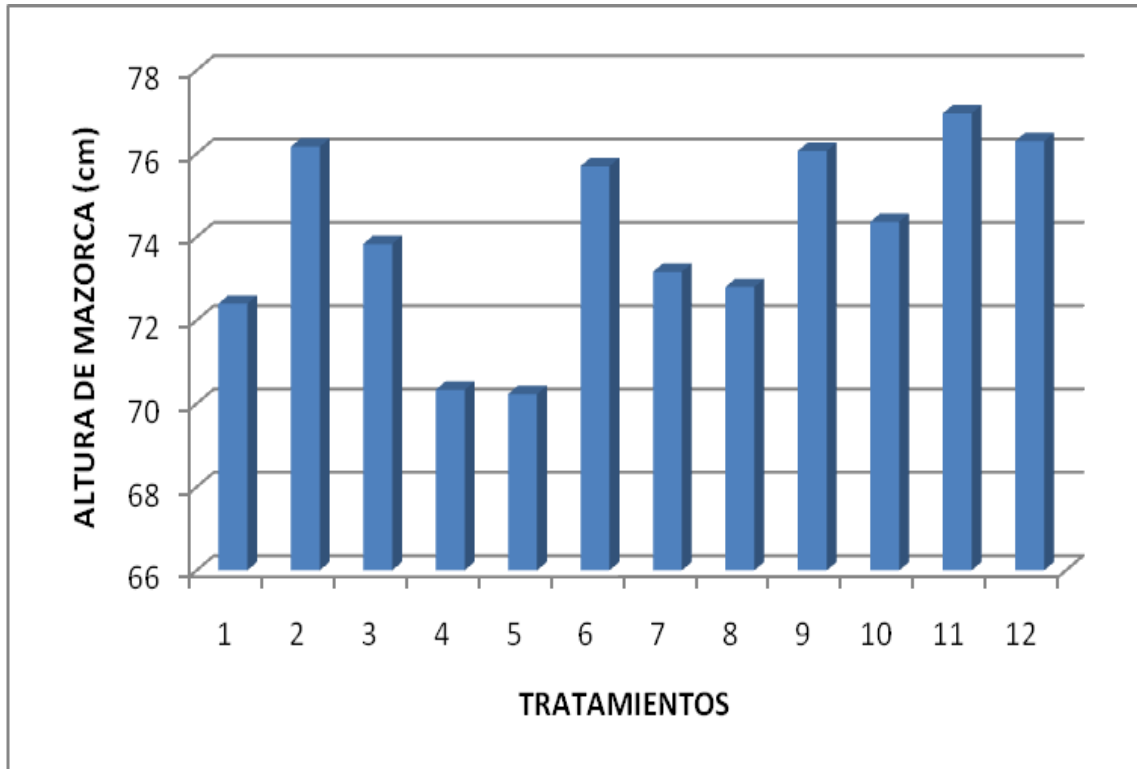
Figura 4.1. Efecto de los productos sobre el número de hojas en cada uno de los tratamientos.



#### Efecto de los Productos Estimulantes del Crecimiento Sobre la Altura de Mazorcas.

Podemos apreciar diferencias en altura de mazorcas, (Figura 4.2.) donde sobresalen los tratamientos 11,12, 2 y 9, pero al igual que las variables altura de planta y número de hojas, al realizar el análisis de varianza y prueba de medias, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas en lo referente a los tratamientos contra el testigo.

Figura 4.2. Efecto de los productos sobre la altura de mazorcas en cada uno de los tratamientos.



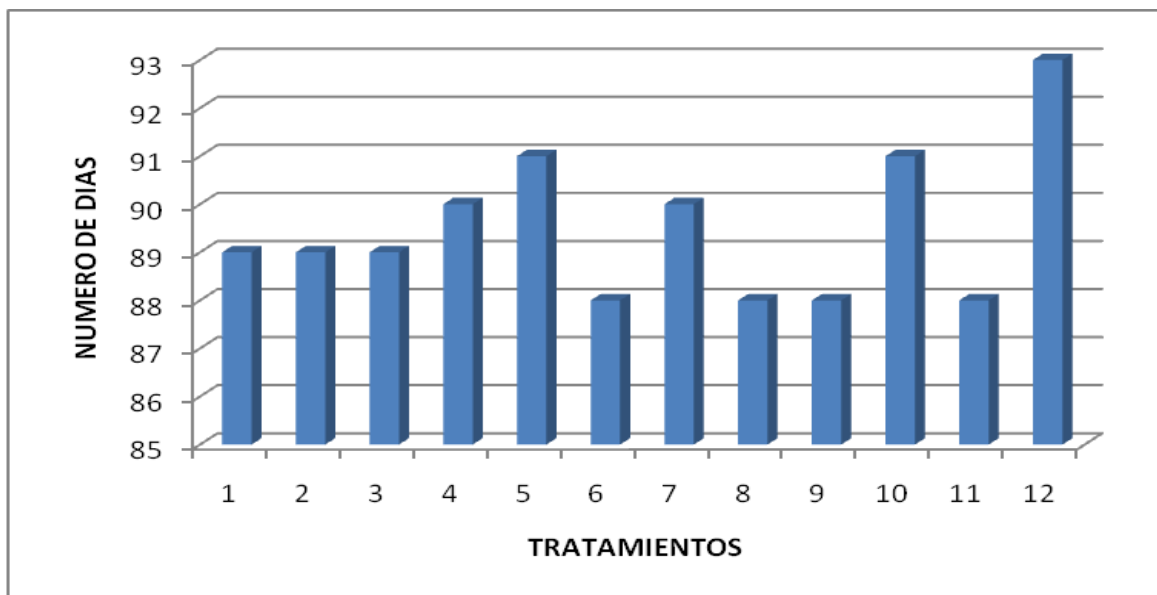
#### Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre Días a Floración Femenina.

Según el análisis estadístico los adelantos de floración femenina fueron altamente significativos al compararse los tratamientos y el testigo, siendo más precoces los tratamientos 8, 6, 11, 9, seguido por 1, 3, 2, 7, 4, al estar agrupados y no presentar diferencia significativa entre ellos, pero al compararlos con los tratamientos más tardíos que son el 12, 10, y 5 presentan una diferencia altamente significativa (Cuadro 3.2).

En esta variable se observa claramente los tratamientos más tardíos y los tratamientos que resultaron más precoces por efecto de los productos aplicados, es importante mencionar que en este trabajo se busca adelantar la floración con la aplicación de los productos estimulantes de crecimiento, por lo

tanto, nos interesan aquellos tratamientos que presenten menor número de días, desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de la parcela útil tengan sus estigmas receptivos. En todos los tratamientos se mostró una disminución del tiempo a floración femenina con respecto al tratamiento testigo, apreciándose en precocidad una diferencia máxima de cinco días en los tratamientos 8, 6, 11, 9 y una mínima de dos días en los tratamientos 10, 5 con respecto al testigo (Figura 4.3).

Figura 4.3. Efecto de los productos sobre los días a floración femenina en cada uno de los tratamientos.



T1= Impulsor, T2= 2,4-D, T3= Mifol, T4=Biogip, T5= Impulsor+ Biogip  
T6= 2,4-D+Mifol, T7= Biogip+Mifol, T8= Impulsor+Mifol, T9= 2,4-D+Biogip  
T10= Impulsor+2,4-D, T11= 2,4-D+Mifol+Biogip+Impulsor, T12= Testigo

Cuadro 3.3. Medias de la variable días a floración femenina.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
B A	93.3333	3	12
B A	90.6667	3	10
B A	90.6667	3	5
B	90.0000	3	4
B	89.6667	3	7
B	89.3333	3	2
B	89.3333	3	3
B	89.0000	3	1
B	88.3333	3	9
B	88.0000	3	11
B	88.0000	3	6
B	87.6667	3	8

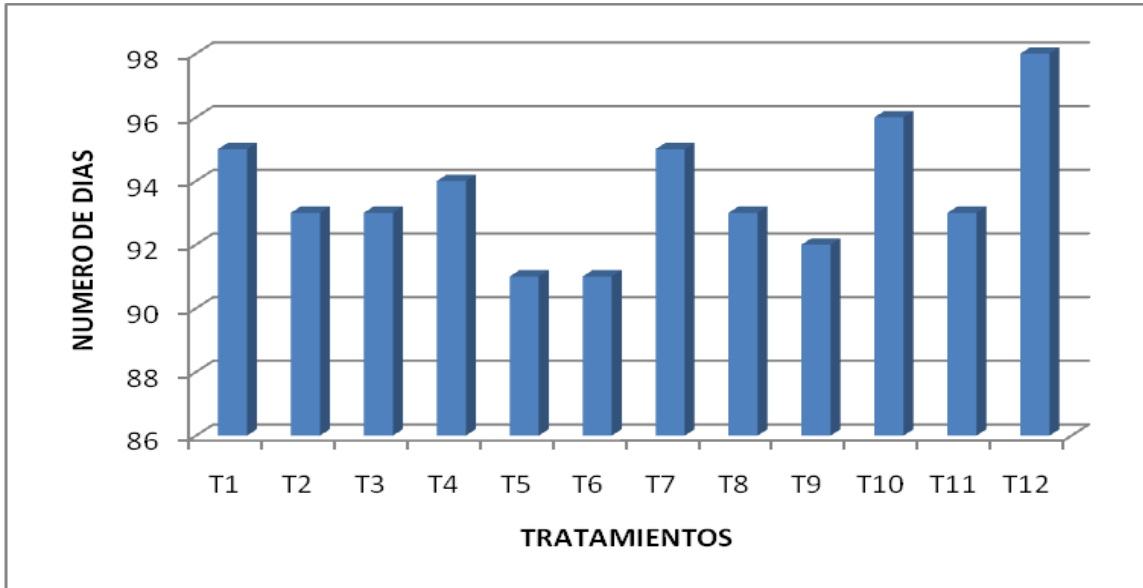
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

#### Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre Días a Floración Masculina.

Todos los tratamientos superaron al testigo al ser más precoces y según el análisis estadístico, las diferencias encontradas en los tratamientos fueron altamente significativas en comparación con el testigo. Analizando los efectos en la variable días a floración masculina (Figura 4.4) se encuentra una muy notoria diferencia entre los tratamientos y el testigo, apoyándonos en la prueba de medias podemos establecer que existe una reducción de los días a floración. Es importante mencionar nuevamente que uno de los objetivos de este trabajo es adelantar la floración, así que nos interesan aquellos tratamientos que presentan menos días desde la fecha de siembra hasta que el cincuenta por ciento de las plantas de la parcela útil se encuentren en la antesis, como es el caso de los tratamientos 5 y 6 que se adelantaron a la antesis por siete días en lo referente al testigo, siendo estos dos tratamientos los más precoces. La

diferencia máxima encontrada fue de siete días en los tratamientos 5, 6 y la mínima de dos días en el tratamiento 10 en comparación con el testigo.

Figura 4.4. Efecto de los productos sobre días a floración masculina en cada uno de los tratamientos.



Cuadro 4.1. Medias de la variable días a floración masculina.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	97.6667	3	12
B A	96.3333	3	10
B A C	95.0000	3	1
B A C	95.0000	3	7
B D C	94.0000	3	4
B D C	93.3333	3	11
B D C	93.0000	3	3
D C	92.6667	3	2
D C	92.6667	3	8
D C	91.6667	3	9
D	91.3333	3	5
D	90.6667	3	6

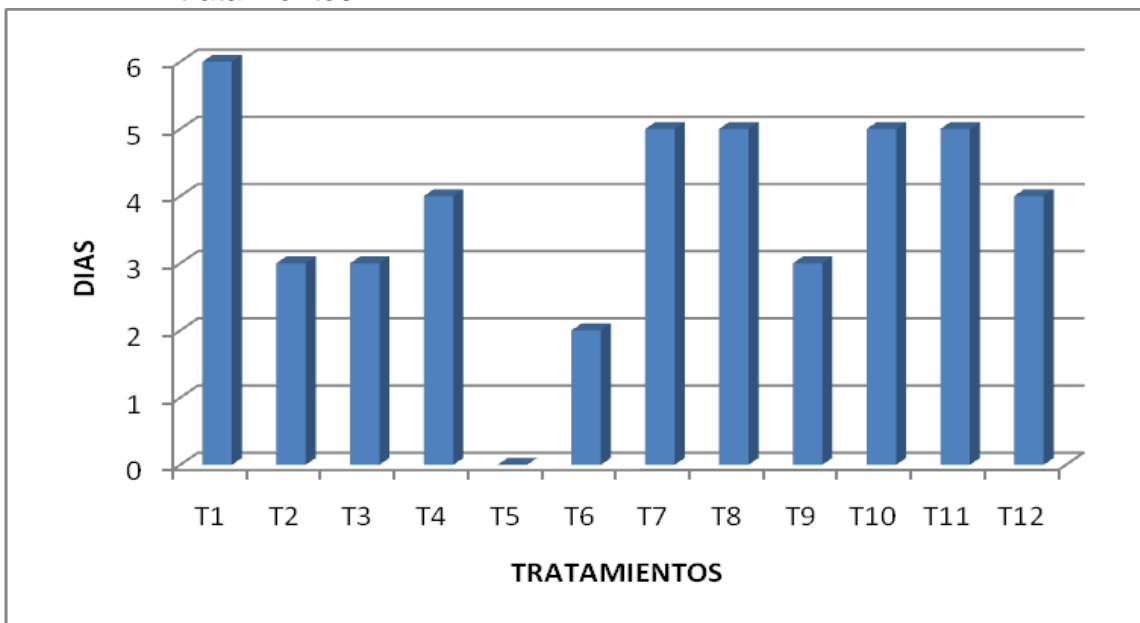
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.



## Efecto de los Productos Estimulantes de Crecimiento Sobre la Asincronía Entre Floración Masculina y Femenina.

Según el análisis estadístico (Cuadro 3.2) las diferencias encontradas en esta variable fueron altamente significativas. Agrupando a los tratamientos por valores categóricos, podemos apreciar que las diferencias de desfaseamiento entre floración masculina y femenina son muy notorias (Figura 5.1). El tratamiento 5 fue el que presentó menor asincronía, es decir, que su floración masculina y femenina no se desfasaron ni un solo día. Igualmente podemos decir, que algunos tratamientos presentaron mayor asincronía que el testigo (Tratamiento 12) siendo el tratamiento 1 el menos sincronizado con seis días de desfase, encontrándose diferencias de dos días por arriba del testigo y seis días en lo referente al tratamiento 5. En cuanto a Coeficiente de Variación esta variable resulto con un 30.14%.

Figura 5.1. Efecto de los productos sobre asincronía floral en cada uno de los tratamientos.



Cuadro 4.2. Medias de la variable asincronía floral.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Tratamientos
	A	6.000	3	T1
	A	5.667	3	T10
	A	5.333	3	T11
	A	5.333	3	T7
	A	5.000	3	T8
B	A	4.333	3	T12
B	A	4.000	3	T4
B	A	3.667	3	T3
B	A	3.333	3	T2
B	A	3.333	3	T9
B	A	2.667	3	T6
B		0.667	3	T5

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Estimación de GDU'S (Unidades Calor) Acumuladas en el Tiempo a Floración en Cada uno de los Tratamientos.

Muchas de las veces, la vida de las plantas es expresada en unidades calor acumuladas en su ciclo de desarrollo, lo cual, es bien aprovechado para la producción de semilla híbrida de maíz, en donde normalmente se recurre a la siembra de progenitores en diferentes fechas, tomando como base el diferencial de floración que fluctúa entre éstos, bajo condiciones ambientales de zonas donde se produce. Sin embargo, algunas veces se observan desfases durante el desarrollo de las plantas que traen como consecuencia fallas en la coincidencia de floración, si antes no se aplica una medida correctiva.

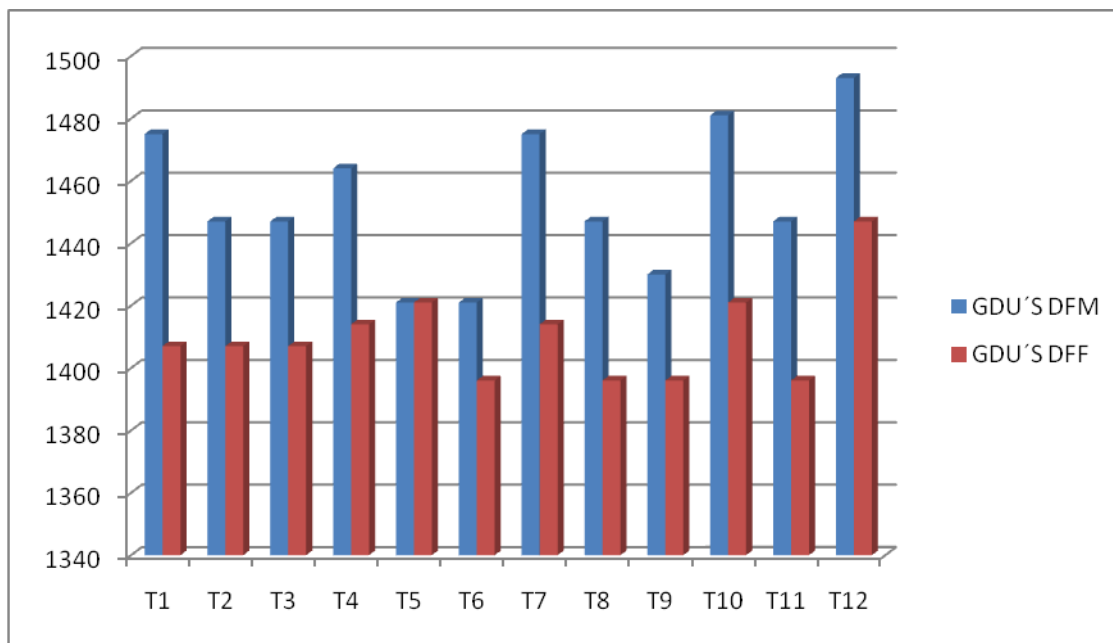
Basados en lo anterior, en el presente trabajo se calcularon las unidades calor acumuladas, en GDU'S como una forma de predecir el tiempo a floración de este híbrido, en esta zona. Es importante mencionar que se hizo la conversión de °C a °F con la formula  $^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32$ , esto con el fin de poder calcular lo GDU'S con la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{Temperatura Máxima} + \text{Temperatura Mínima}) - 50}{2}$$

2

Concretándonos únicamente en el tiempo a floración masculina de las plantas del tratamiento testigo, se observa un diferencial de floración de siete días, lo cual representa aproximadamente 72 GDU'S entre el tratamiento 5 que fue el más precoz y el testigo. Es posible aplicar esta técnica para fines de producción de semilla en líneas de autofecundación, sin embargo, es necesario considerar que la temperatura del suelo, humedad del suelo, fertilizantes, fotoperíodo y otras condiciones pueden alterar la fecha de floración.

Figura 5.2. GDU'S Acumulados en las Floraciones de Cada Tratamiento.



La obtención y aplicación de los umbrales de temperatura máximo y mínimo contribuyen a mejorar la precisión de cálculo de unidades calor, al estimar los requerimientos térmicos de las etapas de desarrollo (Ruiz *et al.*, 2002).

Por su parte Espinosa *et al.*, (2002) menciona que la multiplicación de semillas requiere de información técnica sobre el manejo agronómico, áreas de adaptación óptima, fechas de siembra, coincidencia a floración, relación hembra: macho, forma correcta de desespigue, siembra entre cada progenitor, densidad de población, fertilización convencional, respuestas a biofertilizantes, además de otra información que permita la obtención de los rendimientos más elevados de cada progenitor, así como semilla certificada.

Cuadro 4.3. Días y GDU'S (Unidades Calor Acumulados) Desde Siembra a Floración en Cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO	DIAS A FF	GDU'S ACUMULADOS	DIAS A FM	GDU'S ACUMULADOS
T1	89	1407	95	1475
T2	89	1407	93	1447
T3	89	1407	93	1447
T4	90	1414	94	1464
T5	91	1421	91	1421
T6	88	1396	91	1421
T7	90	1414	95	1475
T8	88	1396	93	1447
T9	88	1396	92	1430
T10	91	1421	96	1481
T11	88	1396	93	1447
T12 TESTIGO	93	1447	98	1493

## V. CONCLUSIONES

Después de haber analizado y discutido los resultados, se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- Es posible adelantar la floración de las plantas de maíz mediante aplicaciones de productos estimulantes del crecimiento, sin embargo, esto implica que muchas veces el desfase entre floración masculina y femenina sea mayor.

2.- El mejor tratamiento para adelantar la floración masculina y femenina de una manera sincronizada fue la combinación de IMPULSOR + BIOGIB, en dosis de 0.5 litros por hectárea y 5.0 gramos por hectárea, contenidos en el tratamiento 5, ya que adelantaron la floración masculina por siete días y la femenina por dos días con respecto al testigo, sin presentar desfase floral. Estos productos probablemente puedan ser empleados en las cruces y en los incrementos de líneas de autofecundación.

3.- Los tratamientos 2,4-D + MIFOL; IMPULSOR + MIFOL; 2,4-D + BIOGIB; IMPULSOR + 2,4-D + MIFOL + BIOGIB fueron los que más adelantaron la floración femenina por cinco días en comparación con el testigo, pero presentaron una asincronía floral de dos, cinco, tres y cinco días respectivamente, por lo tanto, las combinaciones de éstos productos contenidos en éstos tratamientos probablemente puedan ser empleados en la formación de semilla híbrida donde se requiera adelantar la floración al progenitor hembra.

4.- Los tratamientos IMPULSOR + BIOGIB; 2,4-D + MIFOL fueron los que más adelantaron la floración masculina por siete días, donde solo el tratamiento IMPULSOR + BIOGIB presentó buena sincronía con la floración femenina,

mientras que el tratamiento 2,4-D + MIFOL se desfaso dos días, por lo tanto, si tomamos en cuenta el número de días que se adelantaron en floración masculina con respecto al testigo, podría decirse que probablemente la combinación de estos productos contenidos en estos tratamientos, pueden ser empleados en la formación de semilla híbrida, donde se requiera adelantar la floración al progenitor macho.

5.- Para las variables altura de planta, número de hojas y altura de mazorca, donde no se encontró significancia, podría decirse que las características morfológicas propias del material genético como la uniformidad, influyeron sobre los resultados encontrados en éstos parámetros, ya que por lo general los híbridos mantienen fijas sus características agronómicas.

## VI. LITERATURA CITADA

- Arellano R. L. J., E. Sandoval I., J. M. Padilla G., R. Márquez M., F. F. Santos V., K. I. Ignorosa G. 2005. Desarrollo de Tecnologías Alternativas en la Producción de Semilla de Cultivos Básicos y Hortícolas. Avances en la Investigación Científica en Cuba.
- Avendaño A. C. H., J. D. Molina G., C. Trejo L., C. López C., J. Cadena I. 2008. Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz. Agronomía Mesoamericana, 19 (1):27-37, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Blakeslee J. J. 2005. Auxin Transport. Current Opinion in Plant Biology, 8(5):494-500.
- Bolaños<sup>2</sup> J., O. Edmeades<sup>2</sup> G. 1990. La Importancia del Intervalo de la Floración en el Mejoramiento Para la Resistencia a Sequia en Maíz tropical<sup>1</sup>. Agronomía mesoamericana. San Pedro Sula Honduras.
- Bommineni V. and Greyson R. 1990. Efecto del Acido Giberélico y el Ácido Indol-3-acético en el Crecimiento y la diferenciación de las inflorescencias en el Cultivo de Maíz. Plant Science, 68(2):239-247.
- Borras L., E. Westgate M., P. Astini J., L. Echarte M. 2007. Acoplamiento de Tiempo Para la Emisión de Estigmas con una Tasa de Crecimiento de Maíz. Field Crops Research, 102(1):73-85.
- Bus J. S. y Hammond L. E. 2007. Regulatory Progress, Toxicology, and Public Concerns Whit 2,4-D: Where do we Stand After two Decades?. Crop Protection, 26(3):266-269.
- Campo L. y Moreno J. 2008. Efecto de la Densidad de Siembra en Poblaciones Locales de Maíz Para Grano. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Instituto Galego de Calidad Alimentaria (INGACAL). Apartado 10. 15080. A Coruña. laura.campo. [ramirez@xunta.es](mailto:ramirez@xunta.es)



- Carrillo Z. M., L. Cedeño<sup>2</sup> J., P. Medina<sup>3</sup>. 2008. Efectos de un Activador Metabólico, Citocininas y Densidades de Plantas Sobre el Rendimiento de “baby corn” y Grano de Maíz (*Zea mays* L.), Santo Domingo de los Colorados.
- Cheng L. W., G. Wang T., X. Li K., C. Qun H., S. Zao H., X. Zhong L., C. Yan H. 2008. Determinación de la Fase Sensible al Fotoperiodo de Inducción en la Hoja de Maíz con Números y Morfologías de la Madre Apical Meristemo. *De Ciencias Agrícolas de China*, 7(5):554-560.
- Cross, H. Z. and Zuber M. S. 1972. Prediction of Flowering Dates in Maize Based on Different Methods of Estimating Thermal Units. *Agron. J.* (64):351-355. United States of America.
- Espinosa A., M. Tadeo., H. Medina., R. Gutierrez J., M. Luna. 2001. Alternativas Para Favorecer la Polinización y Producción de Semilla del Híbrido h-311 de Maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 12(002):229-235 Universidad de Costa Rica, Alajuela, Costa Rica, Email: [pccmca@cariari.ucr.ac.cr](mailto:pccmca@cariari.ucr.ac.cr).
- Espinosa A., N. Gómez., M. Sierra., E. Betanzos., F. Caballero., B. Coutiño., A. Palafox., F. Rodríguez., A. García., O. Cano. 2003. Tecnología y Producción de Semillas de Híbridos y Variedades Sobresalientes de Maíz de Calidad Proteínica (qpm) en México. *Agronomía Mesoamericana*, 14(002):223-228. Alajuela de Costa Rica.
- Fuentes C. A., A. Véliz J., I. Buiza J. 2006. Efecto de la Eficiencia de Macronutrientes en el Desarrollo Vegetativo de Aloe Vera. *Interciencia*, 31(002):116-122. Asociación de Interciencia, Caracas Venezuela.
- Guilfoyle T. J. and Hagen G. 2007. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(5):453-460.
- Hardtke C. S., E. Dorcey., S. Osmont K., R. Sibout. 2007. Phytohormone Collaboration: Zooming in on Auxin-Brassinosteroid Interactions. *Trends in Cell Biology* 17(10):485-492.
- Hempel F. D., R. Welch D., J. Feldman L. 2000. La Inducción Floral y Determinación: ¿Donde Está la Floración Controlada?. *Trends in Plant Science*, 5(1):17-21.
- Hernández D. J., V. Robledo T., A. Benavides M., G. Ramírez M., E. Bacopulos T. 2005. *Olericultura, Manual de Laboratorio y Campo* Departamento de Horticultura, Division de Agronomía, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

- Hong M. 1998. Época de Floración: Desde el Fotoperiodismo a Florigen. *Current Biology*, 8(19):690-692.
- INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2004. Perspectivas Climáticas. 4(116). Hoja Informativa Electrónica INTA C. del Uruguay.
- Jones A. M., 1998. Auxin Transport: Down and out and up Again. *Science*, 282(5937):2201-3. Document ID: 37683738. From ProQuest Agriculture Journals.
- Kamara K. A. 2001. Nutrición, Regulación del Crecimiento y Desarrollo Vegetal. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Kelley K. B., E. Riechers D. 2007. Recent Developments in Auxin Biology and new Opportunities for Auxinic Herbicide Research. *De Plaguicidas, Bioquímica y Fisiología*, 89(1):1-11.
- Kelly P. 2008. El macro mundo de los micronutrientes Email: <http://www.redagricola.com>.
- Kirkby, E.A. and Römheld V. 2007. Version en español. Micronutrients in Plant Physiology: Functions, Uptake and Mobility. Proceedings 543, The International Fertilizer Society, P. O. Box, York, YO32 5YS, United Kingdom. 2 Professor, University of Leeds, United Kingdom. Correo electrónico: [ekirkby@ukonline.co.uk](mailto:ekirkby@ukonline.co.uk) 3 Professor, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. Correo electrónico: [romheld@uni-hohenheim.de](mailto:romheld@uni-hohenheim.de).
- Liljegren S. J., F. Yanofsky M. 1996. El control Genético de Inicio y Comportamiento de Meristemas Florales. *Current Opinion in Cell Biology*, 8(6):865-869.
- McSteen P., D. Laudencia C., J. Colasanti. 2000. El Control de la Identidad de Meristemas en Maíz. *Trends in Plant Science*, 5(2):61-66.
- Momiyama M., T. Koshiba., K. Furukawa., Y. Kamiya., M. Sato. 1999. Efecto de la Irradiación en el Alargamiento y Indol-3-nivel de Ácido Acético en Coleóptilos de Maíz (*Zea mays* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 41:131-143.
- Muday G. K. y DeLong A .2001. Polar Auxin Transport: Controlling Where and How Much. *Trends in Plant Science*, 6(11):535-542.
- Otahola G. V. y Rodríguez Z. 2001. Revista UDO Agrícola 1, Comportamiento Agronómico de Maíz (*Zea mays* L.) Tipo Dulce Bajo Diferentes Densidades de Siembra en Condiciones de Sabana. Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de

Oriente, Núcleo de Monagas, Maturín, Estado Monagas. Campo universitario, Los Guaritos, Av. Universidad. Tel. 091-6521192, Email: [votahola@cantv.net](mailto:votahola@cantv.net)

- Parodi L. 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Acme SACI, Buenos Aires, 1(2).
- Pagnussat G. C., M. Alandete S., L. Bowman J., V. Sundaresan. 2009. Auxin Dependent Patterning and Gamete Specification in the Arabidopsis Female Gametophyte. Published in *Science Express*. 324(5935):1684-1689.
- Papucci<sup>1</sup> S., M. Cruciani<sup>1</sup>., A. González<sup>1</sup>., S. Pirles<sup>2</sup>. 2006. Efecto del sistema de Labranza y la Fertilización Nitrogenada Sobre la Biología Floral en Maíz. Revista Agromensajes <sup>1</sup>Cátedra Sistemas de Cultivos Extensivos <sup>2</sup>Ayudante alumna Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario. [spapucci@unr.edu.a](mailto:spapucci@unr.edu.a)
- Perrot R. C. and Napier R. M. 2005. Auxinas. Vitaminas y Hormonas, 72:203-233.
- Pidkowich M. S., E. Klenz J., W. Haughn G. 1999. La Realización de una Flor: El Control de la Identidad del Meristemo Floral en Arabidopsis. Trends in Plant Science, 4(2):64-70.
- Purricelli C. M. y Leguizamón. 2005. Herbicidas Hormonales. Producción Animal, disponible en [www.producción-animal.com.ar](http://www.producción-animal.com.ar)
- Reinoso H., V. Luna., C. Dauria., P. Pharis R., R. Bottini. 2002. Dormancy in Peach (*Prunus pérsica*) Flower Buds. Effects of Gibberellins and en Acylcyclohexanedione (trinexapac-ethyl) on Bud Morphogenesis in Field Experiments with Orchard Trees and on Cuttings. *Canadian Journal of Botany*, :664-674. Document ID: 145004231. From ProQuest Agriculture Journals.
- Ritchie S. and Hanway J. J.1982. How a Corn Plant develops. Iowa State Univ. of Science and Tecnology. Coop. Ext. Service. :48.
- Rincón T. Juan A., S. Castro N., A. J. López S., F. Briones E., C. J. Ortiz J., J. Huerta A. 2008. Modificación de Características Agronómicas en Maíz Tropical por Efecto de Selección Bajo Estrés Hídrico. Revista Fitotecnia Mexicana, 31(001):81-84. Sociedad Mexicana de Fitogenetica, A. C. Chapingo México.
- Ruiz C. J. A., H. E. Flores L., J. L. Ramírez D., D. R. González E. 2002. Temperaturas Cardinales y Duración del Ciclo de Madurez del Híbrido de Maíz H-311 en Condiciones de Temporal. Agrocencia, 36(5): Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Parque los Colomos s/n 2da Sección, Col. Providencia, Guadalajara, Jalisco, México.

Santoni V., G. Vansuyt., M. Rosignol. 2003. Differential Auxin Sensitivity of Proton Translocation by Plasma Membrane ATPase From Tobacco Leaves. *Plant Science* 68(1):33-38.

Sieberer T. & Leyser O. 2006. Auxin Transport: but in Which Direction?. *Science*, 312(5775):858-860. Document ID: 1049906561. From ProQuest Agriculture Journals.

Yamaguchi S. 2008. Gibberellin Metabolism and its Regulation. *Annual Review of Plant Biology*, :59-225. document ID: 147310161. From ProQuest Agriculture Journals.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; en las coordenadas 25°23' latitud norte y 101°00' longitud oeste, con una altura de 1743 metros sobre el nivel del mar; en el periodo comprendido de agosto a noviembre del 2009.

Con el propósito de encontrar una técnica mas, para controlar la floración en maíz (*Zea mays* L.) se evaluaron cuatro productos comerciales, aplicándolos al follaje de las plantas, en tres diferentes etapas de crecimiento. Estos productos fueron: IMPULSOR, 2,4-D, MIFOL y BIOGIB. Se ordenaron en 12 tratamientos para evaluarlos de manera individual y combinados, quedando de la siguiente manera.

<b>T1</b>	=	IMPULSOR						
<b>T2</b>	=	2,4-D						
<b>T3</b>	=	MIFOL						
<b>T4</b>	=	BIOGIB						
<b>T5</b>	=	IMPULSOR	+	BIOGIB				
<b>T6</b>	=	2,4-D	+	MIFOL				
<b>T7</b>	=	BIOGIB	+	MIFOL				
<b>T8</b>	=	IMPULSOR	+	MIFOL				
<b>T9</b>	=	2,4-D	+	BIOGIB				
<b>T10</b>	=	IMPULSOR	+	2,4-D				
<b>T11</b>	=	2,4-D	+	MIFOL	+	BIOGIB	+	IMPULSOR
<b>T12</b>	=	TESTIGO						

Para ésta investigación se plantearon los siguientes objetivos.

- 1.-Inducir al crecimiento, desarrollo y floración de las plantas mediante la aplicación de los productos estimulantes del crecimiento.
- 2.- Reducir el tiempo de desfase entre la floración masculina y femenina.

Para lograr estos objetivos se planteó la siguiente hipótesis:

La aplicación de los productos estimulantes puede reducir el tiempo a floración y permitir sincronizar más la floración femenina y masculina.

Se cumplió con los objetivos, ya que todos los productos adelantaron la floración masculina y femenina, con respecto al testigo, aunque muchos alargaron mas los días de desfase entre las floraciones.

El mejor tratamiento para adelantar la floración masculina y femenina de una manera sincronizada fue la combinación de IMPULSOR + BIOGIB, en dosis de 0.5 litros por hectárea y 5.0 gramos por hectárea, contenidos en el tratamiento 5, ya que adelantaron la floración masculina por siete días y la femenina por dos días con respecto al testigo, sin presentar desfase floral.

Los tratamientos 2,4-D + MIFOL; IMPULSOR + MIFOL; 2,4-D + BIOGIB; IMPULSOR + 2,4-D + MIFOL + BIOGIB fueron los que más adelantaron la floración femenina por cinco días en comparación con el testigo, pero presentaron una asincronía floral de dos, cinco, tres y cinco días respectivamente, por lo tanto, las combinaciones de éstos productos contenidos en éstos tratamientos probablemente puedan ser empleados en la formación de semilla híbrida donde se requiera adelantar la floración al progenitor hembra.

Los tratamientos IMPULSOR + BIOGIB; 2,4-D + MIFOL fueron los que más adelantaron la floración masculina por siete días, donde solo el tratamiento IMPULSOR + BIOGIB presento buena sincronía con la floración femenina, mientras que el tratamiento 2,4-D + MIFOL se desfaso dos días, por lo tanto, si tomamos en cuenta el número de días que se adelantaron en floración masculina con respecto al testigo, podría decirse que probablemente la combinación de estos productos contenidos en estos tratamientos, pueden ser empleados en la formación de semilla híbrida, donde se requiera adelantar al progenitor macho.

**Palabras clave:** productos, maíz (*Zea mays* L.), estimulantes, floración, hormonas.

# APÉNDICE



**Cuadro (1). Concentración de medias de las variables agronómicas  
evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 2009.**

TRATAM	REP	DFM	DFE	ASI (Días)	AM (cm)	AP (cm)	NH (cm)
T1	R1	96	90	6	73.8	192.7	14
T1	R2	93	88	5	71.3	199.8	14
T1	R3	96	89	7	72.1	196	13
T2	R1	93	90	3	81.5	215.3	13
T2	R2	92	90	2	74.6	189.2	13
T2	R3	93	88	5	72.4	194.4	13
T3	R1	93	90	3	80.7	205.8	14
T3	R2	93	89	4	67.1	175.9	14
T3	R3	93	89	4	73.7	196.4	13
T4	R1	95	91	4	74.3	195.2	13
T4	R2	93	90	3	68.9	192.7	13
T4	R3	94	89	5	67.8	184.2	13
T5	R1	93	92	1	70.3	185.4	13
T5	R2	92	91	1	67.8	193.2	13
T5	R3	89	89	0	72.6	192.4	13
T6	R1	92	90	2	71.9	195.7	14
T6	R2	89	87	2	73.6	191.8	13
T6	R3	91	87	4	81.6	185.5	14
T7	R1	97	92	5	69.9	175.7	13
T7	R2	93	88	5	73.4	194.2	13
T7	R3	95	89	6	76.2	189.4	13
T8	R1	94	88	6	80.8	207.9	13
T8	R2	91	88	3	65	182.4	13
T8	R3	93	87	6	72.6	188	14
T9	R1	93	89	4	77.6	202.3	13
T9	R2	91	87	4	79.1	208	14
T9	R3	91	89	2	71.5	189.1	13
T10	R1	97	94	3	76.8	202.8	13
T10	R2	97	90	7	76.8	195.3	13
T10	R3	95	88	7	69.5	190.6	13
T11	R1	93	89	4	75.4	181.9	14
T11	R2	95	88	7	79	202.5	13
T11	R3	92	87	5	76.5	198.6	13
T12	R1	99	96	3	82.1	204.4	14
T12	R2	96	91	5	77.1	202.2	13
T12	R3	98	93	5	69.7	191.2	13

Cuadro (2) Análisis de varianza individual para la característica Número de Hojas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	2.55555556	0.23232323	1.19	0.3457
Repeticiones	2	0.38888889	0.19444444	1.00	0.3840
Error	22	4.27777778	0.19444444		
Total	35	7.22222222			
C.V.	3.32%				

Cuadro (3) Análisis de varianza individual para la característica Altura de Planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	589.6497222	53.6045202	0.60	0.8116
Repeticiones	2	200.6905556	100.3452778	1.12	0.3452
Error	22	1976.842778	89.85649		
Total	35	2767.183056			
C.V.	4.88%				

Cuadro (4) Análisis de varianza individual para la característica Altura de Mazorca.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	175.2788889	15.9344444	0.80	0.6387
Repeticiones	2	89.8172222	44.9086111	2.26	0.1284
Error	22	437.8161111	19.9007323		
Total	35	702.9122222			
C.V.	6.02%				

Cuadro (5) Análisis de varianza individual para la característica Días a Floración Femenina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	81.66666667	7.42424242	6.09	0.0002
Repeticiones	2	36.5000000	18.2500000	14.96	0.0001
Error	22	26.83333333	1.2196970		
Total	35	145.0000000			
C.V.	1.23%				

Cuadro (6) Análisis de varianza individual para la característica Días a Floración Masculina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	143.2222222	13.0202020	9.16	0.0001
Repeticiones	2	18.0555556	9.0277778	6.35	0.0067
Error	22	31.2777778	1.4217172		
Total	35	192.5555556			
C.V.	1.27%				

Cuadro (7) Análisis de varianza individual para la característica Asincronía.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	75.55555556	6.86868687	4.47	0.0014
Repeticiones	2	6.22222222	3.11111111	2.03	0.1557
Error	22	33.7777778	1.5353535		
Total	35	115.5555556			
C.V.	30.14%				