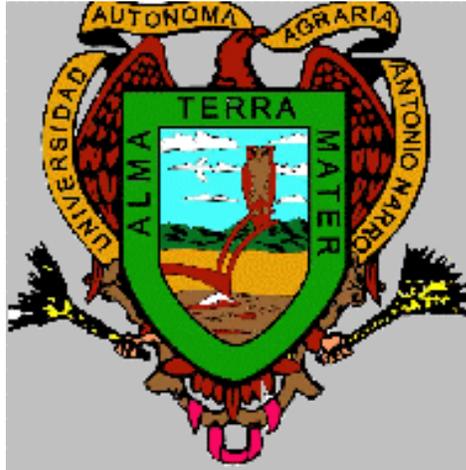


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA



**UTILIZACION DE PRODUCTOS BIORREGULADORES DEL
CRECIMIENTO EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE MAIZ
(*Zea mays L.*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

POR:

JULIO PLIEGO QUINTERO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Titulo de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

ABRIL DEL 2002

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA**

**UTILIZACION DE PRODUCTOS BIORREGULADORES DEL CRECIMIENTO
EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE MAIZ (*Zea mays L.*) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO..**

POR:

JULIO PLIEGO QUINTERO

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

APROBADA

PRESIDENTE DEL JURADO

ING. M.C. Antonio Valdés Oyervidez

SINODAL

Biol. M.C. Leopoldo Arce González

SINODAL

ING. M.C Federico Facio Parra

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

ING. M.C Reynaldo Alonso Velasco

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO
ABRIL DEL 2002**

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater que en sus aulas conocí los fundamentos de la agronomía y que ahora serán las herramientas de trabajo.

Al ING. M.C. Antonio Valdés Oyervidez por su apoyo técnico – científico y su valiosa ayuda para el desarrollo y presentación de este trabajo.

Al BIOL. M.C. Leopoldo Arce González por sus comentarios en la revisión del presente trabajo.

Al ING. M.C. Federico Facio Parra por su colaboración en la revisión del presente trabajo.

A QFB. Alejandra Torres T. Por sus consejos y su valiosa ayuda en el laboratorio, sobre la aplicación de los tratamientos.

A la generación XCII de Ingenieros Agrónomos en Producción.

A todos mis amigos que de una u otra forma me brindaron su amistad.

Y aquellas personas que participaron indirectamente en este trabajo de investigación.

“GRACIAS”

DEDICATORIA

A Dios por haber iluminado y guiado por el camino correcto durante toda mi formación y así mismo por darme esta vida saludable.

A mis padres:

Gaudencio Pliego Cadenas

Y

Catalina Quintero Sol

Por darme el don de la vida, por su valioso apoyo y confianza que depositaron en mi a ellos especialmente les dedico este logro tan importante en mi vida.

A mis hermanos:

Víctor

Isela

Guadalupe

Margarita

Paty

Gracias por su apoyo.

A toda mi Familia gracias por los consejos dados por todos ustedes.

“A todos ustedes les dedico este logro”

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
AGRADECIMIENTOS -----	i
DEDICATORIA -----	i i
INDICE DE CUADROS -----	V
INDICE DE FIGURAS -----	Vii
RESUMEN -----	Viii
INTRODUCCIÓN -----	1
OBJETIVOS -----	4
HIPÓTESIS -----	4
REVISIÓN DE LITERATURA -----	5
Concepto de Semilla-----	5
Germinación-----	6
Procesos comunes en la germinación-----	7
Composición química de las semillas-----	9
Papel de las hormonas en las semillas-----	9
Hormonas de crecimiento-----	10
Descripción de las principales hormonas de crecimiento-----	11
Auxinas-----	11
Giberelinas-----	13
Citoquininas-----	15
Ácido abscisico-----	16
Acidos Húmicos y Fulvicos-----	17
Trabajos Realizados con Aplicaciones de Hormonas en la Germinación de Semillas-----	18

MATERIALES Y METODOS -----	22
Ubicación del Experimento-----	22
Material Genético-----	22
Tratamientos-----	22
Descripción de los tratamientos-----	23
Descripción de los Productos-----	23
Biozyme PP-----	23
Biozyme TS-----	24
GBM 044-----	24
Variables Evaluadas-----	24
Velocidad de Emergencia-----	25
Longitud Media de Plúmula y Radícula-----	25
Porcentaje Total de Germinación-----	25
Análisis Estadístico-----	26
Modelo Lineal-----	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	27
Longitud de Radícula-----	27
Longitud de Plúmula -----	29
Índice de Velocidad de Emergencia-----	30
Porcentaje Total de Germinación-----	32
CONCLUSIONES -----	34
LITERATURA CITADA -----	35
APÉNDICE -----	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
A1	Dosis de los productos aplicados y tiempos de inmersión utilizados para semillas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>)-----	23
A2	Comparación de medias por el método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable longitud de radícula en semillas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) bajo condiciones de invernadero.-----	28
A3	Comparación de medias por el método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable longitud de plúmula en semillas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) bajo condiciones de invernadero.-----	29
A4	Comparación de medias por el método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable índice de velocidad de emergencia en semillas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) bajo condiciones de invernadero.-----	31
A5	Comparación de medias por el método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable porcentaje total de germinación en semillas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) bajo condiciones de invernadero.-----	33

CUADRO**PAGINA**

A6	Análisis de varianza para la variable longitud de radícula en plantulas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) utilizando tres biorreguladores y un testigo.-----	40
A7	Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula en plantulas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) utilizando tres biorreguladores y un testigo.-----	40
A8	Análisis de varianza para la variable índice de velocidad de emergencia en plantulas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) utilizando tres biorreguladores y un testigo.-----	40
A9	Análisis de varianza para la variable porcentaje total de germinación en plantulas de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) utilizando tres biorreguladores y un testigo.-----	41

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA		PAGINA
1	Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable longitud de radícula en semillas de maíz (<i>Zea mays L</i>) bajo condiciones de invernadero.-----	28
2	Longitud de plúmula en semillas de maíz (<i>Zea mays L</i>) utilizando tres productos biorreguladores y un testigo, bajo condiciones de invernadero.-----	30
3	Indice de velocidad de emergencia en semillas de maíz (<i>Zea mays L</i>) utilizando tres productos biorreguladores y un testigo, bajo condiciones de invernadero.-----	32
4	Porcentaje total de germinación en semillas de maíz (<i>Zea mays L</i>) utilizando tres productos biorreguladores y un testigo, bajo condiciones de invernadero.-----	33

RESUMEN

Se realizó un experimento en el invernadero de alta tecnología del departamento de forestal, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con el fin de evaluar el efecto de tres productos biorreguladores, unos comerciales (Biozyme PP y Biozyme TS) y otro experimental (GBM 044), sobre la germinación de la semilla, longitud de plúmula y radícula y así mismo el índice de velocidad de emergencia, en semillas híbrida de Maíz (*Zea mays L.*).

La técnica consistió en aplicar los productos en dos formas: una al inbibir durante 5 minutos las semillas en soluciones que contenían cada uno de los productos con las dosis aplicadas y la otra, se espolvorearon las semillas directamente, esto se realizo antes de la siembra.

En Longitud de Radícula, destaco Biozyme TS, después Biozyme PP y GBM 044, estos tuvieron buen comportamiento siendo mejores que el testigo.

En Longitud de Plúmula, los productos Biozyme TS y GBM 044 son más notorios con respecto al Biozyme PP y al Testigo teniendo estos dos últimos similitud e inferioridad que los anteriores.

En el Índice de Velocidad de Emergencia, el Biozyme PP fue el que obtuvo el mejor comportamiento en esta variable más aún que los demás tratamientos y el Testigo.

En el Porcentaje total de germinación, Biozyme TS, GBM 044 y Testigo obtuvieron el mismo resultado y fueron mejores que el Biozyme PP.

INTRODUCCION

En los últimos años, la importancia en la utilización de biorreguladores sintéticos aplicados a semillas ha sido determinante para romper la latencia de algunas especies, así como activar o acelerar su proceso de germinación, lo anterior trae como beneficio mayor uniformidad y establecimiento en campo.

El termino regulador se aplica a cualquier sustancia que pueda modificar los procesos fisiológicos de las plantas. Estos son compuestos orgánicos distintos a los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican cualquier proceso fisiológico (Devlin, 1982; Weaver, 1996).

Existen biorreguladores complejos que conllevan fracciones metabólicas activas, además de hormonas y extractos vegetales que contienen moléculas bioactivas; por ejemplo: alantoína + ácido fólico + aminoácidos; extractos vegetales + GA₃ + elementos menores; extracto de algas + citocininas + elementos menores. Estos productos son muy difíciles de evaluar, debido a que su formulación dificulta determinar a que componente se le atribuirá su efecto (Rojas y Ramírez, 1993).

El ácido giberélico induce la síntesis de amilasa en la germinación, haciendo posible que el almidón pase a glucosa para ser respirada y libere la energía que el embrión necesita en su desarrollo, también se tienen a las auxinas, citocininas e inhibidores; así como las propiedades hormonales del etileno.

Es importante destacar que las hormonas sintéticas deben aplicarse con cautela, dependiendo de las especies y dosis de aplicación; así como las condiciones ambientales que pueden influir en la respuesta del cultivo, dando lugar a resultados no deseados.

Por otra parte, estos productos podrán ayudar a las semillas a recuperarse después de un deterioro, el cual se considera como un proceso irreversible e inexorable, demeritando la calidad fisiológica de estas, presentando un porcentaje bajo de germinación, principalmente en aquellas que han tenido un manejo inadecuado de postcosecha, lo cual ocasiona una reducción en la calidad, a tal grado que se tenga poca emergencia y establecimiento de plántulas en campo, generando así una disminución en los rendimientos por unidad de superficie.

Por lo anterior, se requiere que las semillas desarrollen su máxima potencialidad fisiológica con aplicación de estimulantes a base de citocininas, giberelinas y ácido indolacético, que ayuden a eficientizar el proceso de germinación y su emergencia en el campo.

Actualmente, en los centros de investigación se están analizando una serie de productos a base de biorreguladores, cuya finalidad es la de obtener mayor uniformidad en la germinación y/o emergencia en campo, floración, fructificación, y producción.

Es por ello, que el presente trabajo de investigación esta encaminado a obtener información relacionada con biorreguladores comerciales y experimentales en los procesos de germinación en semillas de Maíz (*Zea mays L*) y conocer la factibilidad de uso para su tratamiento; por lo anterior se plantean los siguientes objetivos e hipótesis.

OBJETIVOS

- ❖ Conocer el efecto estimulador de tres biorreguladores del crecimiento y la germinación de semilla de Maíz (*Zea mays L.*) bajo condiciones de invernadero.
- ❖ Comparar los efectos de los tres productos biorreguladores con un testigo en la germinación de las semillas de Maíz (*Zea mays L.*) bajo condiciones de invernadero.

HIPOTESIS

- ❖ Al menos uno de los productos aquí estudiados estimulará mejor la germinación y vigor de la semilla, bajo condiciones de invernadero.

REVISION DE LITERATURA

Concepto de semilla

Moreno (1996) mencionó que en términos económicos y comerciales, se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras mas complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas, y desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no del tejido nutricional y protegido por el epispermo.

Camacho (1994) y Hartmann y Kester (1995) mencionaron en un sentido botánico mas estricto, que la semilla es un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo ser.

Una semilla usualmente consta de un embrión, tejido nutritivo y cubierta seminal. La forma, el tamaño, la estructura, la consistencia y el color de estas partes son variables entre las especies, variedades y aun entre lotes de la misma especie y variedad.

Moreno (1996) indicó que las semillas latentes son semillas viables, aún cuando estén bajo condiciones adecuadas que se especifique para dicha

especie. La viabilidad se puede determinar con la prueba de tetrazolio y su germinación se puede acelerar mediante escarificación y aplicación de sustancias promotoras.

Germinación

Leopold y Kriedemann (1975) mencionaron que en la germinación de una semilla se involucra la formación de un sistema de enzimas, quienes estimulan la emergencia de la radícula, seguido por el desarrollo de la plúmula.

Mientras que para Camacho (1994), la germinación es un proceso donde el embrión adquiere un metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta.

Hartmann y Kester (1995) mencionaron que para que se inicie la germinación se necesita que:

- a) La semilla sea viable; es decir, que tenga un embrión vivo capaz de germinar.
- b) No debe existir barreras fisiológicas, físicas y químicas que induzcan el letargo e inhiban la germinación.
- c) Debe estar expuesta a condiciones ambientales adecuadas que favorezcan la germinación.

Copeland y McDonald (1985) señalaron que de acuerdo al fisiólogo de semillas, la germinación se define como la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla, mientras que para el analista de semillas, la germinación es; “la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión que es indicativo de la habilidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables”, Association of Official seed Analysts (AOSA, 1983). Sin embargo, otros consideran que es la reanudación del crecimiento activo del embrión, produciendo la ruptura de la cubierta y la emergencia de una planta joven.

Mientras que la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), describe a la germinación en laboratorio, como el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión a un grado tal que manifiestan su habilidad para continuar con un desarrollo normal bajo condiciones óptimas, siendo el objetivo principal, obtener información con respecto a la capacidad de la semilla de producir plántulas normales y así realizar comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie.

Procesos comunes en la germinación

Camacho (1994) mencionó que los procesos comunes de germinación son:

- ❖ imbibición de la semilla.
- ❖ Desaminación de los aminoácidos del eje embrionario.

- ❖ Utilización en la glicólisis de los monómeros obtenidos a partir de los aminoácidos.
- ❖ Reducción de los nucleótidos de la piridina mediante la pentosa fosfatada y la glicólisis.
- ❖ Oxidación de los nucleótidos de la piridina mediante el sistema nitrato reductasa con formación de ATP.
- ❖ Asimilación de los monómeros para la elongación celular (este paso es inducido por las auxinas).
- ❖ Hidrólisis de los polímeros de los tejidos nutritivos (inducido por las giberelinas).
- ❖ Traslocación de los monómeros de los tejidos nutritivos al eje embrionario; en este punto, el metabolismo de la semilla pasa de una fase predominante anaeróbica a otra aeróbica.
- ❖ Aumento de la actividad del ciclo de Krebs.
- ❖ Incremento de la transcripción del ADN en el embrión.
- ❖ Síntesis de nuevas proteínas en el embrión.
- ❖ Replicación del ADN y división celular en el embrión que es inducida por las citoquininas.
- ❖ Incremento en la respiración y síntesis de nuevas proteínas en el embrión, para que por ultimo se inicie un crecimiento visible con la emisión de la radícula.

Composición química de las semillas

Bewley y Black (1985), explican que las reservas que se almacenan en las semillas están divididas en tres clases: proteínas, carbohidratos y lípidos. Los compuestos utilizados en el metabolismo de la respiración durante los primeros períodos de germinación son los azúcares y oligosacáridos.

Hooper (1984) describió que en base al peso seco de las semillas, los principales constituyentes son: carbohidratos (almidón, celulosa, hemicelulosa, pectina, etc.), proteínas, lípidos (aceites), fibra y cenizas. La proporción relativa de estos varía considerablemente debido a las especies, cultivares y también a las condiciones de crecimiento bajo las cuales las semillas son producidas.

Papel de las hormonas en las semillas

Los reguladores de crecimiento de las plantas tienen que ser efectivos en el tratamiento de las semillas, venciendo el estrés ambiental que se impone en la germinación (Karssen et. al., 1989).

Derek y Black (1985) señalaron que en el desarrollo de las semillas, los reguladores de crecimiento interno son muy complicados para efectuar algunos procesos, por ejemplo:

1. Crecimiento y desarrollo de las semillas, incluyendo la prioridad de detección durante el desarrollo de la semilla.
2. Acumulación en el almacenamiento de reservas.
3. Crecimiento y desarrollo de la capa extraseminal.

4. Almacenamiento de las hormonas utilizadas durante la germinación y crecimiento temprano de las plántulas.
5. Efectos fisiológicos en capas y órganos cercanos al desarrollo del fruto.

Hormonas de crecimiento

Salisbury y Ross (1994) indicaron que una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de una planta y que se trasloca a otra, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica.

Ondarza (1980) sustentó que la existencia de sustancias químicas fisiológicamente activas, fue sospechada desde hace mucho tiempo por Darwin, quien en 1880 en su libro "el poder del movimiento en las plantas", llegó a la conclusión de que alguna "influencia" debía operar desde el ápice de los tallos, la cual hacía que la planta respondiera a la luz.

Actualmente se conoce que la "influencia" es ejercida por sustancias que regulan el crecimiento, son sintetizadas en el ápice de los tallos y difundidas hacia abajo, promoviendo el alargamiento de las células en la región subapical, identificándose estas en dos tipos de hormonas: auxinas y giberelinas. El otro proceso fundamental involucrado en el crecimiento de las plantas es la división celular, mediante la cual se producen nuevas células y compuestos naturales llamadas citoquininas.

Alisedo (2000) menciona que en las primeras etapas del crecimiento de las hojas, tallos, raíz o frutos, siempre ocurre una intensa división celular, seguida por una etapa de alargamiento o hinchado de estas células, estos fenómenos naturales están muy relacionados con la actividad hormonal cuyo proceso de división celular es regulado principalmente por las citoquininas, mientras que el alargamiento es generado por auxinas y giberelinas. Es muy importante destacar que para inducir el crecimiento de los tejidos con biorreguladores, hay que tomar en cuenta la etapa fisiológica de crecimiento en que se encuentra la planta, para optar por la aplicación de la hormona adecuada.

Descripción de las principales hormonas de crecimiento

Auxinas

El término auxinas designa cualquier hormona perteneciente al grupo auxínico, pero a menudo se usa como sinónimo del ácido indolacético (AIA), que es la principal auxina natural que se sintetiza a partir del aminoácido de triptófano, así como el ácido indolpirúvico (AIP) que se encuentra en el cultivo de maíz principalmente en semillas, hojas y raíces.

El principal efecto auxínico es la estimulación del alargamiento celular o su depresión, según la concentración del producto, la acción principal de esta

hormona es la formación de órganos y tejidos, además de que estimula la división celular (interactúa con las citoquininas), estimula la formación de raíces, engrosamiento celular y dominancia apical (Rojas y Ramírez, 1993).

Bidwell (1996) señaló que el AIA y otras auxinas naturales no se acumulan en grandes cantidades en las células, debido a que existen procesos naturales de inactivación y destrucción de estas, ya que son menos eficientes que las auxinas sintéticas, lo que les permite acumularse y tener un período activo relativamente largo al aplicarlas en forma exógena, pues tales auxinas son quizá más estables debido a que existen pocos sistemas enzimáticos que las ataquen fácilmente, por lo que tienden a acumularse, hasta el punto de llegar a ser tóxicas.

Rojas y Vázquez (1995) en un trabajo realizado con auxinas mencionaron; que estas son hormonas cuya acción fisiológica básica es sobre el mensaje genético contenido en el ADN, el cual determina que la planta sintetice proteínas y enzimas nuevas, cambiando su química y su fisiología, estas promueven el alargamiento de las células a bajas dosis, dando excesivo crecimiento a los tallos que se alargan y se retuercen y un crecimiento de las hojas malformadas; en cambio, inhiben el crecimiento en dosis altas, ya que incrementan la respiración y en general la actividad fisiológica a bajas dosis e inhibirlas a altas concentraciones.

Giberelinas

Las giberelinas se descubrieron por primera vez en la década de los 30`s en Japón, donde aislaron un compuesto activo del hongo *Giberella fujikuroi* (el estado asexual o imperfecto de *Fusarium monilliforme*). Para 1990, se habían descubierto 84 giberelinas en varios hongos y plantas.

Las semillas de *Sechium edule* contiene al menos 20 giberelinas, mientras que las semillas de *Phaseolus vulgaris* L. contiene al menos 16, aunque la mayoría de las especies contiene una cantidad mayor. Todas tienen de 19 a 20 átomos de carbono, agrupadas en un sistema de cuatro a cinco anillos (Salisbury y Ross, 1994).

Según Tesar (1988), las semillas inmaduras son una excelente fuente para el estudio de las giberelinas porque se presentan en altas concentraciones, apareciendo también en la maduración de estas aunque en concentraciones menores, sin embargo, para las semillas en germinación se localizan principalmente en el eje embrionario, cotiledones y testa.

Se conoce que la aplicación de giberelinas en las semillas tiene una acción estimulante en la dormancia, acelera la germinación y a menudo pueden compensar la falta de estímulos de luz y bajas temperaturas. Los efectos principales son la estimulación de la hidrólisis en la reserva de alimentos y la

reducción del mecanismo de resistencia de la radícula; así como la estimulación del crecimiento del embrión (Karssen et al., 1989).

Rojas y Vázquez (1995), mencionaron que las giberelinas tienen la acción básica de modificar el mensaje genético que lleva el RNA, presentando el síntoma típico de ausencia de amilasa en la planta, enzima que deshace el almidón, la cual permite utilizarlo para obtener energía, también promueve el crecimiento de variedades enanas, así como el florecer algunas plantas en condiciones inadecuadas de luz o frío.

Salisbury y Ross (1994) señalan que en las semillas de pastos (incluyendo cebada), es probable que las giberelinas se sinteticen en el escutelo (cotiledón) y quizá también en otras partes del embrión. El tipo de giberelinas sintetizadas depende de la especie, pero en cebada parecen ser mas importantes las GA₁ y GA₃. Sin embargo, aunque la capa de aleurona de cebada, trigo y avena silvestre (*Avena fatua*), responde al tratamiento con GA₃ o algunas otras giberelinas sintetizando - amilasa y otras enzimas hidrolíticas, mientras que algunas variedades cultivadas de avena y la mayoría de los cultivares de maíz no lo hacen.

Citoquininas

Weaver (1996) menciona que la presencia de citoquininas naturales ha sido extraída de mas de 40 especies, niveles altos de estos compuestos se han

hallado sobre todo en tejidos que presentan una división celular activa, como el caso de las semillas de cebada, lechuga y chícharo, así como los frutos en desarrollo de membrillo, manzano, ciruelo, durazno, peral y tomate; por tal razón, las citocininas se consideran reguladores de la división celular. La primera citoquinina cristalina se extrajo de semillas de maíz (*Zea mays* L.) llamada zeatina.

Por su parte, Rojas y Vázquez (1995) mencionaron que las citoquininas interfieren con el ADN y tienen como síntoma típico el promover la división celular y el retardar los síntomas de senectud, en plantas se le conoce como una hormona juvenil.

Sin embargo, Hurtado y Merino (1987) mencionaron que el nombre genérico de las citoquininas es empleado para aquellas sustancias químicas que pueden estimular principalmente la división celular, casi todas las citoquininas conocidas, tanto naturales como sintéticas son derivadas de la adenina. Los efectos principales son:

1. La inducción de la iniciación en tallos y ramas.
2. El rompimiento del letargo de las yemas y semillas en muchas especies.
3. Un efecto sobre la dominancia apical, aunque este es muy complejo y parece depender de un balance entre citoquininas, giberelinas y auxinas.

Ácido abscisico

Rojas y Vázquez (1995) mencionaron que las abscisinas determinan el letargo en yemas y semillas, e intervienen en la caída de las hojas, proporcionando información sobre la resistencia al estrés de frío y sequía.

Salisbury y Ross (1994) comentaron que el ácido abscisico exógeno es un inhibidor potente en la germinación de semillas de muchas especies, además, algunos estudios demuestran que los niveles de ABA disminuyen en semillas enteras cuando se interrumpe la latencia por algún tratamiento ambiental (por ejemplo, la exposición a la luz o a las bajas temperaturas).

Hartmann y Kester (1995) determinaron que el ácido abscisico tiende a incrementarse con la maduración de la semilla y puede estar involucrado en la prevención de la viviparidad y en la inducción del letargo, también se ha aislado de las semillas en letargo, así como de las cubiertas de las semillas de durazno, nogal, manzano, rosal y ciruelo, pero desaparece durante la escarificación.

Acidos Húmicos y Fúlvicos

Existen otros productos como los ácidos húmicos y fúlvicos considerados también como estimuladores de crecimiento.

La formación de humus, base de la fertilidad de los suelos se origina por degradación u oxidación de la materia orgánica de origen vegetal o animal, bajo la acción de los organismos del suelo y del tiempo. Los ácidos fúlvicos se pueden obtener industrialmente a partir de cualquier tipo de materia orgánica mediante procesos fabriles como naturales, utilizando las propiedades de las lombrices y de bacterias humificantes. Estos ácidos tienen peso molecular muy inferior a los ácidos húmicos, son de color amarillo claro, contienen menos carbón y mas oxígeno, formándose en las primeras fases de oxidación de la materia orgánica (Industria de Agroquímicos, 1999).

Franco y Bacón (1997) mencionaron que las propiedades atribuibles a los ácidos húmicos y fúlvicos son mejorar la estructura del suelo mediante:

- a) El incremento de la capacidad de retención de agua.
- b) Evitar la retrogradación de los cationes del suelo y desbloqueo de sus elementos minerales.
- c) Fijación de los amonios disminuyendo las pérdidas por lixiviación.
- d) Activación de la flora microbiana.
- e) Estimulación de la germinación.
- f) Promoción del desarrollo radicular.
- g) Promoción de la absorción de nutrientes al aumentar la permeabilidad celular mediante la fertirrigación y aplicaciones foliares.

Trabajos Realizados con Aplicaciones de Hormonas en la Germinación de Semillas

Las citoquininas tienen efectos estimulantes en la germinación de varias especies de semillas. En frijol, Gepstein e Ilan (1979) establecieron que las citoquininas ejercen un efecto promotor en la actividad amilolítica en los cotiledones; así promueven más energía para el crecimiento del embrión.

En otro estudio diferente, ellos examinaron la regulación de la actividad proteolítica en la germinación de semillas de frijol y establecen que esta se incrementa durante los primeros siete días de la germinación, presentándose en el eje embrionario.

Los efectos del eje y la actividad proteolítica podrían estar substituidos por la quinina o zantina, pero no por el ácido indolacético o ácido giberélico. Sin embargo, en cereales, la actividad de la amilasa y la proteasa también reciben una influencia en la promoción del embrión, el cual puede estar reemplazado por la adición de giberelinas que de citoquininas (Gepstein e Ilan, 1980).

González y Salas (1989), realizaron pruebas de germinación y vigor de plántulas en invernadero con 15 cultivares de semillas de trigo y 5 de soya. Los tratamientos aplicados a semillas de trigo fueron: plaguicidas más Biozyme TS y en soya Biozyme PP. Todos los parámetros evaluados fueron afectados

positivamente con los dos productos de Biozyme, incrementando la velocidad de emergencia, reduciendo el número de plantulas anormales y mejorando el vigor.

Ayala *et al.*, (1991) trabajando con maíz, trigo y frijol cultivados en invernadero y midiendo la velocidad de germinación y emergencia con la aplicación de Biozyme PP (BPP) y Biozyme TS (BTS) en dosis comerciales (DC) y altas (DA), fueron combinadas con plaguicidas (P) y utilizando este último como testigo, encontraron que en plántulas de maíz, la emergencia inicial fue incrementada por los tratamientos de BPP DC + P en un 23.3 % y BPP DA + P en un 39.3% con respecto al testigo. En frijol se superó la emergencia del testigo en todos los tratamientos, además de que todos los tratamientos de maíz y trigo obtuvieron el mayor peso seco.

Moreno (1996) utilizó GA₃ en *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *X. Triticosecale* y *Triticum aestivum*, en dosis de 500 ppm, sin embargo, cuando la latencia es débil se recomienda usar 200 ppm y cuando es alta debe ser de 1000 ppm, además sugiere que en dosis de 800 ppm hacia arriba es recomendable utilizar una solución buffer en lugar de agua.

Se han realizado trabajos utilizando ácidos giberélicos a 100 ppm en soya, obteniendo como resultado un aumento de la germinación y revirtiendo los efectos negativos del boro; en el cultivo del maíz se utilizó el Cytozyme y el Agrostemin, los cuales aceleraron la germinación, el crecimiento de radícula y

talluelos; en arroz, la salinidad del suelo interfiere en la germinación, pero los tratamientos con ácido GA₃ durante 24 horas se elevaron en un 80% en comparación con un testigo que presentaba un 26% de germinación (Rojas y Ramírez, 1993).

Weaver (1996) al trabajar con semillas de una variedad de arroz sensible a las giberelinas, encontró que al remojar estas durante dos o tres días a 30°C, el coleóptilo alcanzo 0.5 mm de longitud, obteniendo un tamaño mayor de plántula con la dosis mas alta de 10 ppm.

González (1989) demostró que con la aplicación de Biozyme TS en semillas de trigo con baja viabilidad (75%), la semilla incremento la velocidad de germinación en 36.25 %, así como el vigor de plántulas; además de que incremento la velocidad de germinación en un 41.5 % en semillas con 100% de viabilidad con relación al testigo.

Por otro lado en semillas de sorgo que presentaron viabilidad de 64 y 65 %, estas se incrementaron en un 9.5 y 3.25 % respectivamente, reduciendo el numero de plantulas anormales y la velocidad de germinación se aumento.

Hartmann y Kester (1995) mencionaron que las semillas de *Acer pseudoplatanus* en letargo contienen inhibidores que pueden ser eliminados por lixiviación, en este caso, las aplicaciones de citoquininas mejora la germinación, pero las giberelinas no lo hacen. De manera similar, en semillas de apio sensibles a la luz, la germinación fue controlada en parte por los inhibidores.

Campos (1994) encontró que el tratamiento con Biozyme mejoró significativamente la velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, número de hojas primarias en la primera fecha de siembra de maíz dulce y el porcentaje de emergencia, peso seco de planta y el número de hojas primarias en la segunda siembra. Sin embargo, en frijol, el tratamiento reduce significativamente la velocidad de emergencia, el porcentaje de emergencia en la primera siembra temprana, mientras que para la segunda siembra se incrementa significativamente el porcentaje de emergencia, el peso seco de plántula y el peso seco de la semilla.

En síntesis la aplicación de Biozyme en frijol y maíz dulce incremento el porcentaje de germinación, pero esta no mejoró la velocidad de germinación bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el período de Noviembre y Diciembre del año 2001 en el invernadero de alta tecnología del departamento de forestal, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada en los 25° 22' de latitud Norte y 101° 00' de longitud Oeste con una altitud de 1742 msnm.

Material Genético

Para el presente trabajo se utilizaron semillas híbridas de **Maíz (*Zea mays L.*)**, proporcionado por el laboratorio de semillas de la UAAAN.

Tratamientos

Se utilizaron tres productos a base de hormonas de crecimiento, que favorecen el desarrollo de la germinación y estos son: Biozyme PP, Biozyme TS y GBM 044, los cuales se evaluaron en comparación con un testigo, cada tratamiento con cuatro repeticiones, formando así 16 unidades experimentales.

Descripción de los tratamientos

Los productos utilizados fueron aplicados en las dosis, las cuales se describen en el cuadro 1:

Cuadro A1: Dosis de los productos aplicados y tiempos de inmersión utilizados para el cultivo de Maíz (*Zea mays L.*).

Tratamiento	Producto	Dosis	Tiempo de inmersión
1	Biozyme TS	0.3913 gr. / 200 ml de agua a 100 gr de semilla	Espolvoreación directa
2	Biozyme PP	33.3 ml / 200 ml de agua a 100 kg. De semilla	5 minutos
3	GBM 044	0.06 gr /200 ml de agua Concentración a 300 ppm	5 minutos
4	Testigo	S/T	S/TI

Descripción de los Productos

Biozyme PP (Polvo plus)

Es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semilla. La acción principal sobre la semilla es el de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejor desarrollo del sistema radicular.

Biozyme TS (Tratamiento de Semillas)

Es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas, la acción principal sobre la semilla es el acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como una mejora en el desarrollo del sistema radicular.

GBM 044

Es un producto experimental a base de ácido giberélico.

Variables Evaluadas

Una vez tratada la semilla con los productos a evaluar, se procedió a la siembra de los tratamientos con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una, las cuales fueron depositadas en charolas germinadoras de 200 cavidades, utilizándose como sustrato una base de Peat–Moss.

Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar, las condiciones promedio de temperatura en invernadero fueron de 32°C de máxima y 18°C de mínima, así como una humedad relativa del 65%.

Indice de Velocidad de Emergencia (IVE)

Se tomaron datos diariamente del número de plantas emergidas para cada repetición durante los primeros 10 días, y se hicieron los cálculos con la siguiente formula:

$$\text{IVE} = \frac{NP}{1} + \frac{NP}{2} + \frac{NP}{3} + \dots + \frac{NP}{10}$$

DONDE:

IVE = Indice de Velocidad de Emergencia

NP = Número de Plantas Emergidas

1, 2, 3...10 = Días Después de la Siembra

Longitud Media de Plúmula (L. P.) y Radícula (L. R.)

Se tomaron 25 plántulas al azar para determinar la longitud media de plúmula y radícula, sus mediciones fueron reportadas en centímetros. Las longitudes de plúmula y radícula total se tomaron de la media de las 25 plántulas para cada repetición.

Porciento Total de Germinación

Se tomo el último conteo para realizar esta variable.

Análisis Estadístico

Para la evaluación de los parámetros se realizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar. Posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias para aquellas variables que presentaron diferencias significativas, utilizando la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Modelo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + r_i + E_{ij}$$

DONDE:

Y_{ij} = Valor observado.

μ = Efecto de la media.

r_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error Experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo se presentan a continuación, para cada una de las cuatro variables, así como la discusión para cada una de ellas.

LONGITUD DE RADICULAR (L.R.):

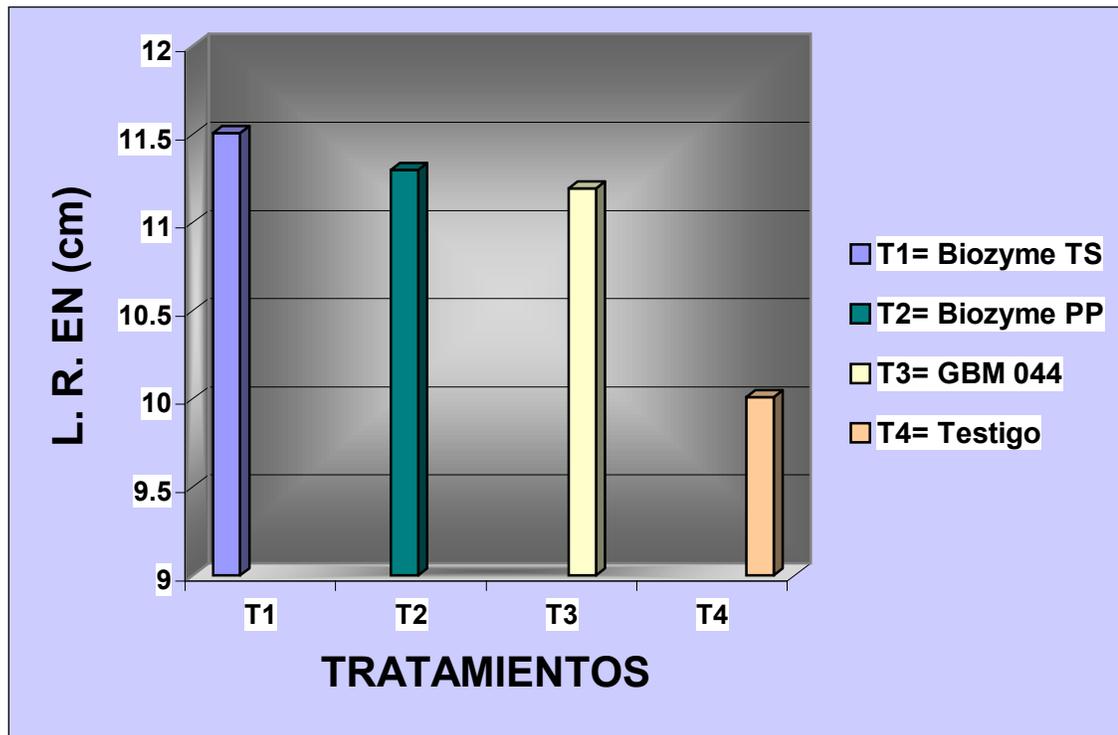
El análisis de varianza para la variable longitud de radícula expresado en centímetros, mostró diferencia significativa (**cuadro A1**) en los efectos de los tres productos biorreguladores y el testigo en las semillas de Maíz (*Zea mays*); sin embargo, en la comparación de medias (**cuadro 2**) se muestra que los tratamientos T1 (Biozyme TS), T2 (Biozyme PP) y T3 (GBM 044) son estadísticamente no significativos, en cambio el T4 (Testigo) con respecto a los tratamientos anteriores hay diferencia significativa; también, se puede observar que el T1 (Biozyme TS) fue el que obtuvo mejor resultado con respecto a los T2 (Biozyme PP), T3 (GBM 044) y T4 (Testigo) respectivamente.

CUADRO 2: Comparación de medidas por el método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable longitud de radícula en semillas de maíz (*Zea mays*) bajo condiciones de invernadero.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	11.5100 A
2	11.3000 A
3	11.1950 A
4	10.0100 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 VALOR DE DMS = 1.0126

Gráficamente los resultados se presentan de la siguiente manera:



GRAFICA 1: Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable longitud de radícula en semilla de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de invernadero.

LONGITUD DE PLUMULA (L.P.):

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza en la variable longitud de plúmula expresada en centímetros en la utilización de los tres productos biorreguladores con respecto al testigo, hubo estadísticamente diferencia significativa (**Cuadro A2**).

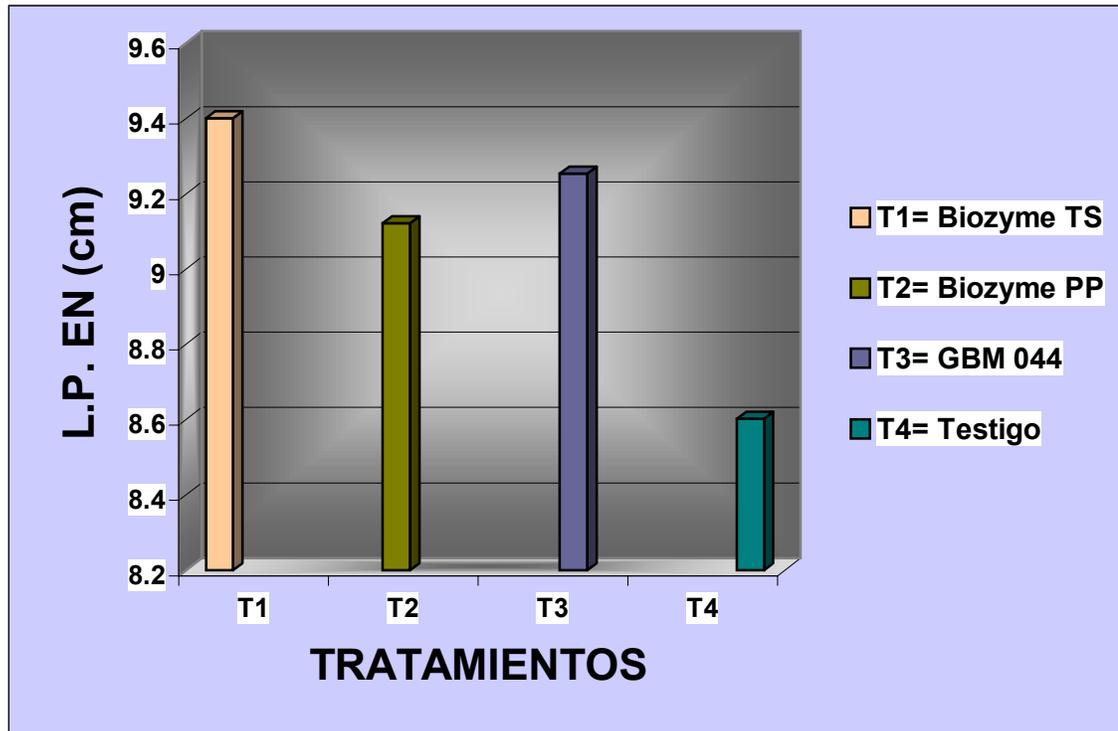
En cambio los resultados obtenidos en la comparación de medias, los tratamientos T1 (Biozyme TS), T2 (Biozyme PP) y T3 (GBM 044) estadísticamente son iguales, así el T2 (Biozyme PP) y T4 (Testigo) son iguales y este ultimo diferente a los T1 (Biozyme TS) y T3 (GBM 044). El que mostró mayor longitud fue el T1 (Biozyme TS) con un resultado de 9.40 cm de longitud y el inferior fue el T4 (Testigo) con una longitud de 8.60 cm como lo indica el (**Cuadro 3**).

Cuadro 3: Comparación de medias por el método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable longitud de plúmula en semilla de maíz (*Zea mays*), bajo condiciones de invernadero.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	9.4025 A
3	9.2550 A
2	9.1225 AB
4	8.6025 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
VALOR DE DMS = 0.5723

Como se puede observar en la **gráfica 2** los tres productos biorreguladores superan al testigo.



GRAFICA 2: Longitud de plúmula en semillas de maíz utilizando tres productos biorreguladores y un testigo, bajo condiciones de invernadero.

INDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA (IVE):

El análisis de varianza para esta variable expresada en porcentaje, hubo diferencia significativa como se muestra en el **cuadro A3**.

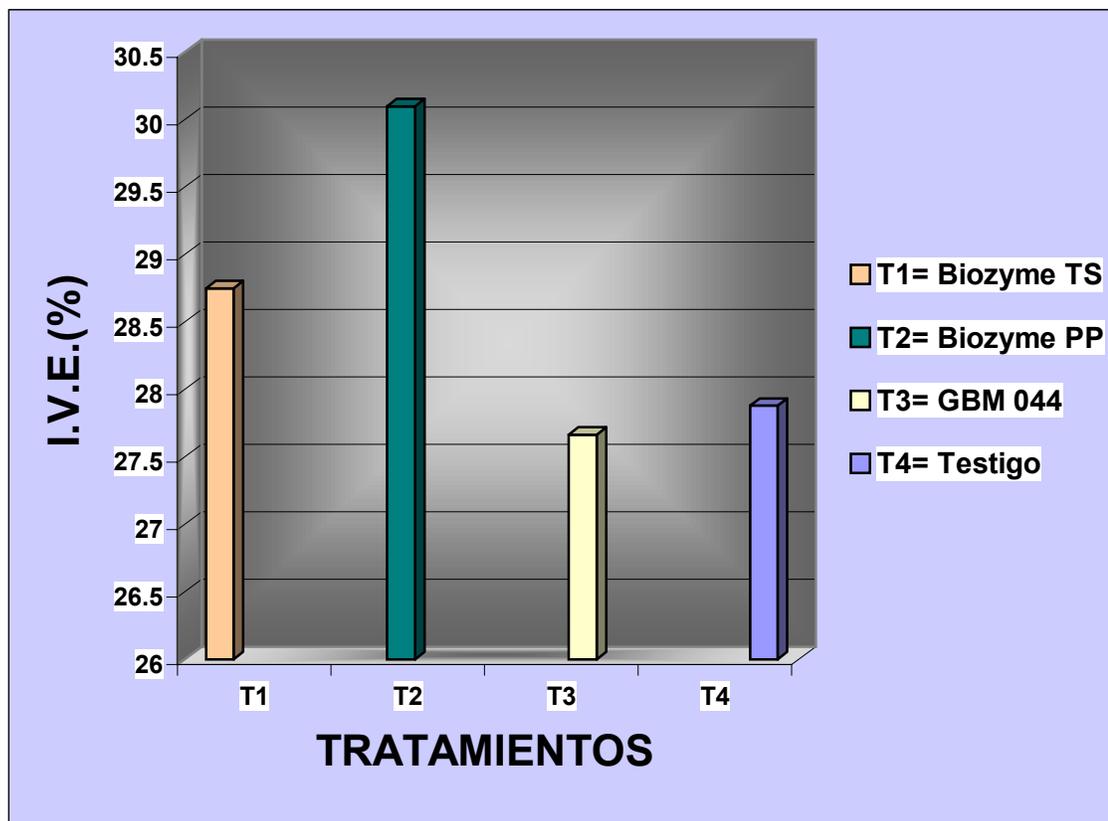
De acuerdo a la comparación de medias el mejor biorregulador en esta variable fue el T2 (Biozyme PP) con un resultado de 30.10 % y el menor obtuvo 27.66 % el cual fue el T3 (GBM 044). Como podemos observar estadísticamente los T1 (Biozyme TS), T4 (Testigo) y T3 (GBM 044) son estadísticamente iguales y diferentes al T2 (Biozyme PP) como se muestra en el **cuadro 4**.

Cuadro 4: Comparación de medias por el método DMS utilizado tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable índice velocidad de emergencia en semilla de maíz (*Zea mays*), bajo condiciones de invernadero.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	30.1000 A
1	28.7500 B
4	27.8800 B
3	27.6650 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
VALOR DE DMS = 1.1901

Podemos observar en al **gráfica 3** como el mejor tratamiento (T2) supera a todos.



GRAFICA 3: Índice de velocidad de emergencia en semillas de maíz (*Zea mays*) utilizando tres productos biorreguladores y un testigo, bajo condiciones de invernadero.

Porciento Total de Germinación:

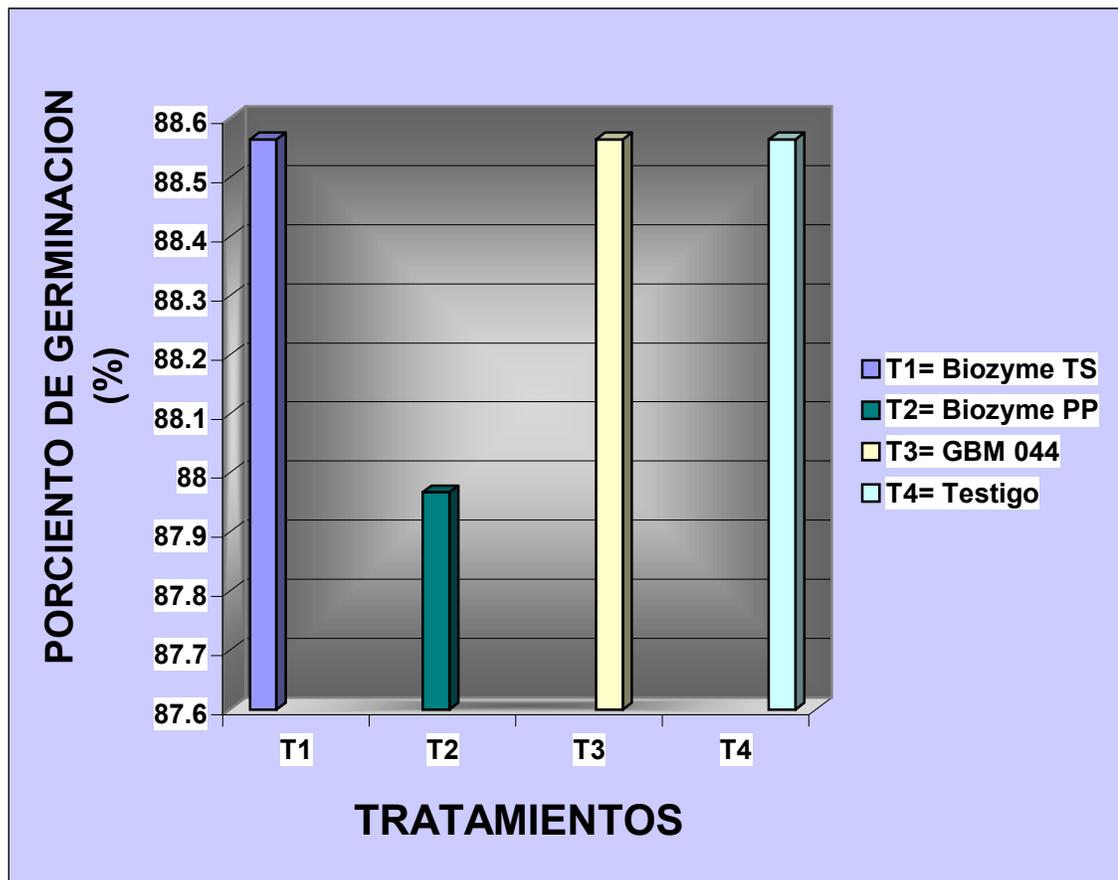
El análisis de varianza para esta variable fue estadísticamente no significativo (**cuadro A4**).

Por lo que la comparación de medias fueron los tratamientos iguales estadísticamente, tanto los tres productos biorreguladores y el testigo; sin embargo, el T2 mostró una menor capacidad de germinación, como podemos observar en el **cuadro 5 y gráfica 4**.

CUADRO 5: Comparación de medias por método DMS de los tres productos biorreguladores y un testigo, para la variable por ciento total de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de invernadero.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	88.5650 A
3	88.5650 A
4	88.5650 A
2	87.9675 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 VALOR DE DMS = 4.9472



Gráfica 4: Por ciento total de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L) utilizando tres productos biorreguladores y un testigo, bajo condiciones de invernadero.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que fueron evaluados los tres productos biorreguladores en comparación con el testigo y tomando en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo de investigación en semillas de maíz (*Zea mays L.*) podemos concluir que ciertos biorreguladores si influyeron en las variables evaluadas por lo que podemos mencionar lo siguiente:

1. Los tres productos biorreguladores en las dosis usadas a las semillas de maíz (*Zea mays*) superaron al testigo en la variable longitud de radícula.
2. Al aplicar los productos aumento ligeramente la longitud de la plúmula con respecto al testigo.
3. De acuerdo a la variable I.V.E el T2 (Biozyme PP) fue el mejor al respecto a los de más tratamientos y al testigo.
4. El T2 (Biozyme PP) no tuvo influencia en el porcentaje total de germinación debido a que este mostró inferioridad a los de mas tratamientos y al testigo.

LITERATURA CITADA

- Alisedo, A. M. 2000. Auxinas, citoquininas y giberelinas. Nuevo enfoque en la aplicación de las hormonas de crecimiento. Productores de hortalizas. Meister Publishing. pp. 42-44.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook, Assn. Offic. Seed Anal. Hdbk. New York. P. 32-34.
- Ayala, M. A. J., A. Valdez O. y F. J. Valdez O. 1991. Efecto de Biozyme TS y PP en la velocidad de germinación y emergencia en tres especies de plantas cultivadas. Revista AGROCIFAP - Coahuila. Vol. 1:18-21.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1985. Seed physiology of development and germination Plenum Press, New York. P. 1-26, 98-126.
- Bidwell, R. G. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. 8ª reimpresión. Ed. Trillas. México. P. 461-463.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas. Ed. Trillas. México. P. 13-20.
- Campos, C. A. 1994. The effects of biozyme on the germination and emergence of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and sweet corn (*Zea mays* L.) seeds under suboptimal temperatures, pesticide overdose, and salinity stress. Horticulture. Texas A&M University. 185 p.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology Burgess Publishing Company. USA. P 50, 108-110.

- Derek, B. J. and M. Black. 1985. Seeds physiology of development and germination Plenum Press. New York. P. 75-85.
- Devlin, R. M. 1982. Fisiología vegetal. Ed. Omega. Barcelona, España. P. 353-409.
- Gepstein, S., and I. Llan. 1979. Cytokinin-induced amyloytic activity in bean cotyledons: Identification of the regulated enzyme. Plant Cell Physiol. 20: 1603-1607.
- Gepstein, S., and I. Llan. 1980. Evidence for the involvement of cytokinins in the regulation of proteolytic activity in cotyledons of germinating beans. Plant Cell Physiol. 21:57-63.
- González, V. J. A. 1989. Consideraciones generales para el uso de Biozyme TS y Biozyme PP en el tratamiento de semillas. VII Convención Internacional de Investigación y Desarrollo. Las fitohormonas, guía para el desarrollo vegetal, la convención, guía para la producción agrícola. Cuernavaca, Morelos. P. 241-357.
- González, V. J. A. y G. Salas D. 1989. Resultados de revalidación de efectividad de biozyme TS en semillas de trigo (*Triticum aestivum* L) y soya (*Glicine max* L.). VII Convención Internacional de Investigación y Desarrollo. Las fitohormonas, guía para el desarrollo vegetal, la convención, guía para la producción agrícola. Cuernavaca, Morelos. P. 154-186.
- Hartmann, H y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas. Ed. Continental. México. P. 51-58.

- Hooper, W. N. 1984. Fisiología de semillas. Memoria del tercer curso de actualización de semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 51-58.
- Hurtado, M. D y M. E. Merino. 1987. Cultivo de tejidos vegetales. Ed. Trillas. México. p. 49-63.
- Industria de Agroquímicos. 1999. Funciones químicas y físicas de los ácidos humicos y fulvicos en la fertilización. Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de agroquímicos. S. C. (UMFFASC). Año 3. N° 7. México. p. 26,27.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for Seed Testing. Rukles 1996. Seed Sci. & Technol. Zurich, Switzerland. 24:1-333.
- Karssen, C. M., S. Zagorski, J. kepczynsky, and S. P. C. Groot. 1989. Key role for endogenous gibberellins in the control of seed germination. Ann. Bot. 63: 71-80.
- Leopold, C. L. and C. L. Kriedemann. 1975. Plant growth and development. 2^a ed. McGraw-Hill. Book Company. U. S. A. p. 224-226.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3^a Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. 393 p.
- Ondarza, N. R. 1980. Los reguladores de las plantas y los insectos. 2^a edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 62 p.
- Rojas, G. M. y H. Ramírez. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. 2^a edición. Ed. Limusa. México. 263 p.

Rojas, G. M. y R. J. G. Vázquez. 1995. Manual de herbicidas y fitoreguladores. 3ª edición. Ed. Limusa. México. 157 p.

Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México. P. 395-449.

Tesar, B. M. 1988. Physiological basis of crop growth and development. American Society of Agronomy Crop Science of American. United States of America. P. 51, 53-90.

Weaver, J. R. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. 8ª reimpresión. Ed. Trillas. México. P. 113-155.

APENDICE

CUADRO A1 : Análisis de varianza para la variable longitud de radícula en plantulas de Maíz (*Zea mays L.*) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0.05	F0.01
TRATAMIENTOS	3	5.472046	1.824015	4.2235*	3.49	5.95
ERROR	12	5.182495	0.431875			
TOTAL	15	10.65454				

* = Significativo

C.V.= 5.97 %

CUADRO A2 : Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula en plantulas de Maíz (*Zea mays L.*) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0.05	F0.01
TRATAMIENTOS	3	1.453491	0.484497	3.5119*	3.49	5.95
ERROR	12	1.655518	0.13796			
TOTAL	15	3.109009				

* = Significativo

C.V.= 4.08 %

CUADRO A3 : Análisis de varianza para la variable I.V.E en plantulas de Maíz (*Zea mays L.*) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0.05	F0.01
TRATAMIENTOS	3	14.660156	4.886719	8.191*	3.49	5.95
ERROR	12	7.15918	0.596598			
TOTAL	15	21.819336				

* = Significativo

C.V.= 2.70 %

CUADRO A4 : Análisis de varianza para la variable porcentaje total de germinación en plantulas de Maíz (*Zea mays L.*) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
TRATAMIENTOS	3	1.070313	0.356771	0.0346 ^{NS}	3.49	5.95
ERROR	12	123.710938	10.30925			
TOTAL	15	124.78125				

NS= No significativo

C.V.= 3.63 %