

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA ESTIMULACION  
FISIOLOGICA DE SEMILLAS DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)**

**POR:**

**FELIPE ALONSO CUETO OROZCO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA PODER OBTENER EL  
TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.**

**MARZO DEL 2002**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA ESTIMULACION FISIOLÓGICA  
DE SEMILLA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)**

**Por:**

**Felipe Alonso Cueto Orozco**

**Tesis**

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

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**A P R O B A D A**

**El presidente del jurado**

---

**M.C. Antonio Valdéz Oyervidez**

**Sinodal**

**Sinodal**

---

**Dr. Mario E. Vázquez Badillo**

---

**Biol. Leopoldo Arce González**

**Sinodal Suplente**

---

**Ing. M.C. Federico Facio Parra**

**Coordinador de la División de Agronomía**

---

**Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco**

**Buenavista; Saltillo; Coahuila; México. marzo del 2002**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi “**ALMA MATER**” con la cual quedo en deuda en demostrar que mi estancia en ella no ha sido en vano.

Al Ing. M.C. Antonio Valdéz Oyervidez

Gracias a su orientación y sugerencias, así como su valiosa contribución en el desarrollo del presente trabajo, sin el cual, esto no habría llegado a su terminación.

### **A Mis Asesores:**

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo.  
Por su participación y revisión de este trabajo.

Biol. Leopoldo Arce.  
Por su participación en este trabajo.

Ing. M.C. Federico Facio Parra  
Por su apoyo desinteresado y contribución en mi formación académica.

### **A Las laboratoristas:**

Q.F.B. Alejandra Torres Tapia.  
T.L.Q. Sandra Luz García  
Ing. Ma. Lourdes Hernandez H.

Por su valiosa ayuda y colaboración para realizar el presente trabajo.

Al Ingeniero Erasmo por su ayuda y colaboración en la realización del presente trabajo.

A la Lic. Sandra López Betancourt por su valiosa ayuda y orientación en la copilación de este trabajo.

## DEDICATORIAS

Principalmente a **Dios Nuestro Señor**, quien nos da la vida y la capacidad para pensar, además de ser el quien proporciona lo necesario para que germine la semilla y produzca fruto, que es el sustento de nuestra vida y la razón de nuestra profesión.

### **A Mi Padre:**

**Sr. José Luis Cueto Lugo.**

Que con grandes esfuerzos y sacrificios siempre me apoyo para realizar mis estudios, sin pedir nada a cambio y brindándome la mejor herencia mi formación profesional.

### **A Mi Madre:**

**Sra. Margarita Orozco Madrueño.**

Que con paciencia, ternura y consejos supo guiarme por el camino del bien, no tengo con que pagarle, mas que con mi esfuerzo hecho realidad.

### **A Mis hermanos:**

José Luis  
Luz Maribel  
Marta Patricia  
Gricelda araceli  
Fernando Ivan

Les doy las gracias por todo lo que han puesto para que llegue al final de mi carrera profesional, gracias por apoyarme y comprenderme en todo momento requerido.

### **A Mis Cuñados:**

Carmen  
Javier

Gracias por la amistad brindada y su sencillez de siempre.

### **A Mi sobrinita:**

Aurora Jazmín  
Que con su venida a traído mucha felicidad a la familia.

**A Las Familias:**

Ruiz Orozco  
y  
Madrueño Orozco

Por apoyarme durante toda mi carrera profesional, por hacérmelo sentir siempre y por tratarme como un integrante mas de su familia.

A mis compañeros de la **GENERACION XCII** de la especialidad de Producción.

Con mucho cariño, amor y respeto para ti **NADIA** que con tu forma de ser me has hecho muy feliz y no puedo expresar lo mucho que significas para mi, gracias por comprenderme y tenme paciencia.

Para mis amigos, arechipo, Cirilo, chucho, chuma, cande, goyo, mamado, charly, pablito, nayaro, Tequila, de la O, Samuel, maraño, Toño, Meza, Toño (gordo), Rolas, Mon, Lais, Rojas, candis y a todos mis amigos de Guanajuato.

Para mis amigos de Jalisco: Alejandro (el maistro), Cocula, Memo, turis, Moya, Omar, Temo, Cofra, Ñito, Chimino, Fonta, Piguis, Vale, Checo, Isra, Manzano, Ita, Ana Rosa, Raúl, Ponce, gato, Oscar, Ramiro, Arturo y los demás que se me escapan.

A las **“MALAGANA´S”** Mónica, Luisa y Gricelda (no hay # 4), a Lupita, Neli y Fabián, a Mayra Jaime y su familia.

A mis amigas las **MARO´S**: Yesica y Yahaira, a Diana

Y para todas aquellas personas que sin aparecer su nombre en este trabajo, queda gravado su esfuerzo en mi corazón.

En toda lucha, existen personas que alentan a seguir adelante sin permitir que ningún tropiezo nos derrote, nos dan su mano para levantarnos de una caída que para nosotros en la batalla creímos haber perdido. Para todas aquellas personas que siempre me apoyaron y motivaron a seguir adelante, no tengo mas con que agradecerles que con unas cuantas palabras y aun escribiendo las mas lindas, no puedo expresar lo mucho que significa su apoyo.

Gracias por creer en mi, su esfuerzo no fue en vano, Dios los bendiga.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pagina</b>
INDICE DE CUADROS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCION .....	1
Objetivos .....	4
Hipótesis .....	4
REVISION DE LITERATURA .....	5
Concepto de Semilla .....	5
Germinación .....	6
Procesos Comunes en la Germinación .....	8
Composición Química de las Semillas .....	9
Papel de las Hormonas en las Semillas .....	10
Hormonas de Crecimiento .....	11
Descripción de las Principales Hormonas de Crecimiento .....	12
Auxinas .....	12
Giberelinas .....	14
Citoquininas .....	15
Acido Abscisico .....	17

Trabajos Realizados con Aplicación 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
Variables Evaluadas .....	24
Análisis Estadístico .....	26
RESULTADOS Y DISCUSION .....	27
Longitud de Plúmula .....	27
Longitud de Radícula .....	29
Índice Acumulado de Velocidad de Emergencia .....	30
CONCLUSIONES .....	34
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	36
LITERATURA CITADA .....	37
APENDICE .....	41

## INDICE DE CUADROS

	Pagina
<b>Cuadro 1:</b> Dosis de los productos aplicados y tiempos de inmersión utilizados para semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	23
<b>Cuadro 2:</b> Tabla de comparación de medias de los productos, para la variable longitud de plúmula en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) utilizando tres biorreguladores y un testigo.....	28
<b>Cuadro 3:</b> Tabla de comparación de medias de los productos, para la variable longitud de radícula en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) utilizando tres biorreguladores y un testigo.....	29
<b>Cuadro 4:</b> Tabla de comparación de medias de los productos, para la variable Índice acumulado de velocidad de emergencia en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.), utilizando tres biorreguladores y un testigo .....	31

## INDICE DE FIGURAS

	Pagina
<b>Figura 1:</b> Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable longitud de plúmula en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	28
<b>Figura 2:</b> Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable longitud de radícula en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	30
<b>Figura 3:</b> Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable Índice acumulado de velocidad de emergencia en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	32
<b>Figura 4:</b> Comportamiento de emergencia en semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.). utilizando tres productos biorreguladores y un testigo .....	33



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el invernadero de alta tecnología del departamento de forestal de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coah; México, en el periodo Noviembre – Diciembre del año 2001, para evaluar el efecto de tres biorreguladores en semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de la variedad Clemente M.I.

Los biorreguladores utilizados fueron el Biozyme PP, el Biozyme TS y el GBM 044, los cuales se compararon con un testigo, los tratamientos se estudiaron bajo un diseño de bloques al azar, muestreandose las variables, longitud de radícula, longitud de plúmula y el índice acumulado de velocidad de emergencia.

Los resultados obtenidos indican que utilizando el biorregulador Biozyme PP a una dosis de 600 gr/ en 50 Kg. de semilla se obtienen buenos resultados para la estimulación de germinación, así para longitud de plúmula y radícula.

La longitud de plúmula de este tratamiento fue de 19.21 mm y la del testigo fue de 10.55 mm. para longitud de radícula fue de 8.11 mm y el testigo fue de 6.18 mm. y se cumple la hipótesis y los objetivos de que al menos uno de los productos estimulan mejor a la semilla y favorecen la germinación.

# INTRODUCCION

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. En muchas especies, cuando la semilla termina de formarse, el embrión entra en letargo y no germina, aunque se le proporcionen las condiciones adecuadas de humedad, luz, oxígeno y temperatura.

En los últimos años, la importancia en la utilización de fitorreguladores 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 en el campo de la producción.

Si la germinación no es uniforme, puede ser causada por la concentración de inhibidores en la semilla, puede poseer testa impermeable que impide el paso del agua y del oxígeno, necesario para iniciar actividades del desarrollo del embrión.

El proceso de germinación es el mecanismo más trascendente de la interacción hormonal entre giberelinas, citocininas, auxinas y enzimas. El cual se ve acelerado con el uso de productos hormonales, ya que la semilla aparte del estímulo recibe una aportación externa. En los últimos años el tratamiento

de semillas con productos hormonales como estimulantes de la germinación, ha tomado una amplitud mayor.

La emergencia temprana y el crecimiento rápido de buenas plántulas tienen ventajas considerables, pues permitirán a las plantas jóvenes evadir muchos de los riesgos tales como enfermedades, daños por insectos, condiciones ecológicas adversas, etc., Tratar las semillas con soluciones que contengan biorreguladores hará que ha menudo se acelere la germinación.

La aplicación de biorreguladores en semillas tiene como propósito estimular la actividad de los procesos fisiológicos de la semilla por medio de enzimas, citocininas, auxinas y giberelinas, tratando de acelerar los procesos de germinación en que intervienen, uniformizándola y logrando un mejor desarrollo del sistema radicular. Además de esto, se busca aumentar la protección de la plántula en las primeras etapas de desarrollo y después del trasplante.

El término regulador se aplica a cualquier sustancia que puede 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).

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 poscosecha, lo cual ocasiona una reducción en la calidad, a tal grado que se tenga poca emergencia y establecimiento de plantulas 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, etc. Es por ello, que el presente trabajo de investigación esta encaminado a obtener información relacionada con fitorreguladores comerciales y experimentales en los procesos de germinación en las semillas de lechuga (***Lactuca sativa* L**) y conocer la factibilidad de uso para su tratamiento; por lo anterior se plantean los siguientes objetivos e hipótesis.

## **OBJETIVOS**

- ❖ Conocer el efecto de tres productos biorreguladores para la estimulación fisiológica de semilla de lechuga (***Lactuca sativa L.***) bajo condiciones de invernadero.
- ❖ Comparar los efectos de los tres productos biorreguladores y un testigo en la estimulación de la germinación de la semilla.

## **HIPOTESIS**

- ❖ Al menos uno de los productos biorreguladores estimulara mejor la germinación y vigor de la semilla.

# 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) indico que las semillas latentes son semillas viables, aun cuando estén bajo condiciones adecuadas que se especifique para dicha especie. La viabilidad se puede determinar con la prueba de tetrezolio 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 optimas, siendo el objetivo principal, obtener información con respecto a la capacidad de la semilla de producir plantulas normales y así realizar comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie.



## Procesos Comunes en la Germinación

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

- ❖ Imbibición de la semilla.
- ❖ Desimación 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 periodos 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, pectinas, 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 plantulas.
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 regenerado 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, etc. (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 periodo 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 moniliforme*). 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, presentándose 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 conlleva el ARN, 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 sintetizan 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 más importantes las GA<sub>1</sub> y GA<sub>3</sub>. Sin embargo, aunque la capa de aleurona de cebada, trigo y avena silvestre (*Avena fatua*), responde al tratamiento con GA<sub>3</sub> o algunas otras giberelinas sintetizando  $\alpha$ -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 más 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 citocinina 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 citocininas 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 citocininas, 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, rosál y ciruelo, pero desaparece durante la escarificación.

## **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 mas 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), al realizar pruebas de germinación y vigor de plantulas en invernadero con 15 cultivares de semillas de trigo y 5 de soya. Los tratamientos aplicados a semillas de trigo fueron: plaguicidas mas 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 plantulas 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 GA<sub>3</sub> 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 GA<sub>3</sub> 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 coleoptilo alcanzo 0.5 mm de longitud, obteniendo un tamaño mayor de plantula 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 plantulas; 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 mejoro significativamente la velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, numero de hojas primarias en la primera fecha de siembra de maíz dulce y el porcentaje de emergencia, peso seco de planta y el numero 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 plantula 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 mejoro 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 periodo 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 de Lechuga (*Lactuca sativa* L.), de la variedad Clemente M.I.

## **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 biorreguladores utilizados fueron aplicados en las siguientes dosis las cuales se describen en el cuadro 1:

**CUADRO 1:** Dosis de los productos aplicados y tiempos de inmersión utilizados para el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.).

Producto	Dosis	Tiempo de inmersión
Biozyme PP	600 gr. / 50 kg. de semilla	
Biozyme TS	90 cc / 1500 ml de agua a 100 kg. de semilla	5 minutos
GBM 044	Concentración a 750 ppm	5 minutos

## Descripción de los Productos Biorreguladores

### Biozyme PP

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**

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 de bloques 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 Acumulado de Velocidad de Emergencia

Se tomaron datos diariamente del numero de plantas emergidas para cada repetición durante los primeros 14 días, y se hicieron los cálculos con la siguiente formula:

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

**DONDE:**

**IVE** = Indice de Velocidad de Emergencia

**NP** = Numero de Plantas Emergidas

**1** = Días Después de la Siembra

## Longitud Media de Plúmula y Radícula

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula y radícula provinieron de las plántulas utilizadas para velocidad de emergencia, para esto se tomaron 25 plántulas al azar, sus mediciones son reportadas en milímetros. Las longitudes de plúmula y radícula total se tomaron de la media de las 25 plántulas para cada repetición.

## Análisis Estadístico

Para la evaluación de los parámetros se realizó un análisis de varianza con arreglo de bloques 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

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

**DONDE:**

**$Y_{ij}$**  = Valor observado.

**$\mu$**  = Efecto de la media.

**$r_i$**  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

**$\beta_j$**  = Efecto del j-ésimo bloque.

**$E_{ij}$**  = Error Experimental.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Longitud de plúmula:**

De acuerdo a los resultados del ANVA, para la variable longitud de plúmula, se tiene que tiene un alto nivel de significancia (ver Cuadro A:1 en el apéndice), lo que nos indica que los tratamientos son diferentes estadísticamente.

Como se puede observar en el Cuadro 2 y en la Gráfica 1, el tratamiento numero uno que corresponde al biorregulador Biozyme PP presento una longitud de plúmula de 19.21 mm, seguido del tratamiento tres que es el biorregulador GBM 044 con una longitud de 15.15 mm, estos superan al testigo ampliamente y el tratamiento numero dos que corresponde al biorregulador Biozyme TS con una longitud de 11.99 mm es similar al testigo que tiene una longitud de 10.55 mm. Aquí todos los tratamientos superaron al testigo.

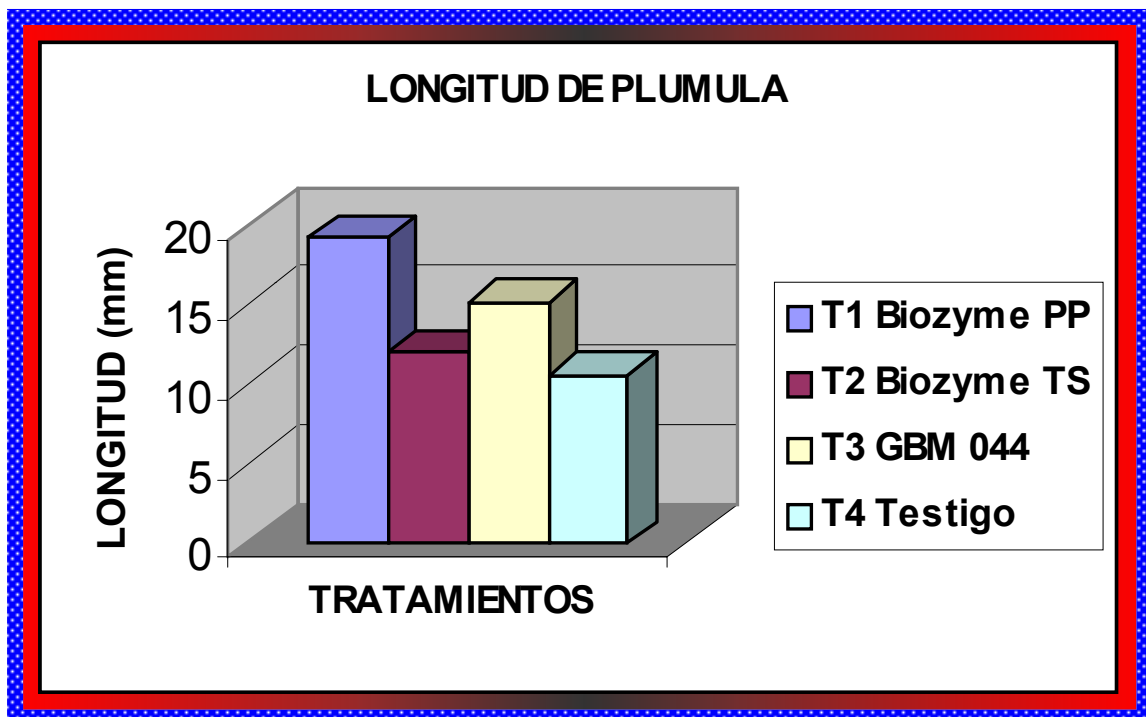
Esto nos indica que la longitud de plúmula esta siendo influenciada por los biorreguladores y al realizar la prueba de D.M.S. al 5 % para identificar dicha diferencia se observan tres grupos como se observa en el Cuadro 2.

**CUADRO 2:** Tabla de comparación de medias de los productos, para la variable longitud de plúmula en semilla de Lechuga (*Lactuca sativa* L.), utilizando tres biorreguladores y un testigo.

Tratamiento	Media
1 Biozyme PP	19.21 A
3 GBM 044	15.15 B
2 Biozyme TS	11.99 C
4 Testigo	10.56 C

DMS = 2.8030

**GRAFICA 1:** Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable longitud de plúmula en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.).



### Longitud de radícula:

De acuerdo con los resultados del ANVA se presentó diferencia significativa estadísticamente para esta variable (ver Cuadro número A:2 en el apéndice), esto nos indica que la longitud de radícula está siendo influenciada por los biorreguladores.

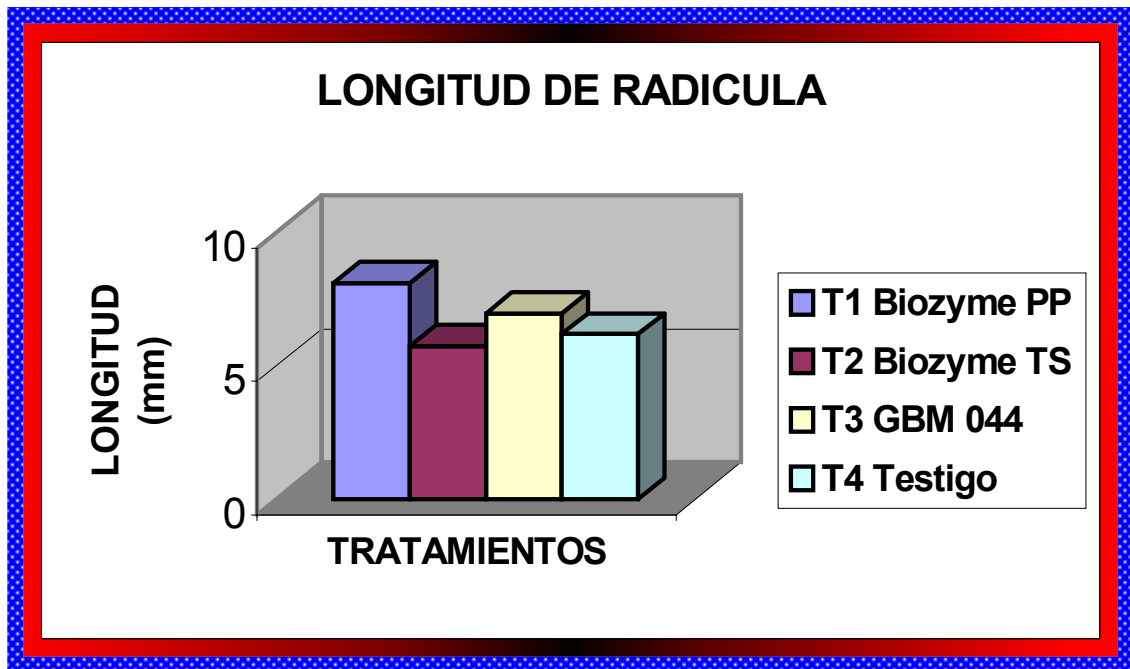
Al realizar la prueba de D.M.S. al 5 % para identificar dicha diferencia se observan tres grupos donde el tratamiento número uno (biorregulador Biozyme PP) forma un grupo diferente al resto y resultó ser el de mayor longitud, el segundo grupo lo forma el tratamiento número tres (biorregulador GBM 044) considerado como de un efecto intermedio y el tercer y último grupo lo conforman los tratamientos número cuatro (Testigo) y el número dos (biorregulador Biozyme TS), dentro de estos tratamientos el que resultó con menor longitud fue el Biozyme TS. Esto se observa en el Cuadro 3 y la Gráfica 2.

**CUADRO 3:** Tabla de comparación de medias de los productos, para la variable longitud de radícula en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.), utilizando tres biorreguladores y un testigo.

Tratamiento	Media
1 Biozyme PP	8.11 A
3 GBM 044	6.97 AB
4 Testigo	6.18 B
2 Biozyme TS	5.73 B

DMS = 1.4465

**GRAFICA 2:** Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable longitud de radícula en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.).



### Indice Acumulado de Velocidad de Emergencia

De acuerdo a los resultados del ANVA se presento diferencia significativa estadísticamente para esta variable (ver Cuadro numero A:3 en el apéndice), esto nos indica que la velocidad de emergencia esta siendo influenciada por los biorreguladores.

Al realizar la prueba de D.M.S. al 5 % para identificar dicha diferencia se observan tres grupos donde el tratamiento numero uno (biorregulador Biozyme PP) supera ampliamente los otros grupos y resulto ser el de mayor índice acumulado de velocidad de emergencia, el segundo grupo lo forma el tratamiento numero tres (biorregulador GBM 044) considerado como de un efecto intermedio y el tercer y ultimo grupo lo conforman los tratamientos numero cuatro (Testigo) y el numero dos (biorregulador Biozyme TS), dentro de estos tratamientos el que resulto con menor índice acumulado de velocidad de emergencia fue el tratamiento con el biorregulador Biozyme TS. Como podemos observar en el Cuadro 4 y la Gráfica 3.

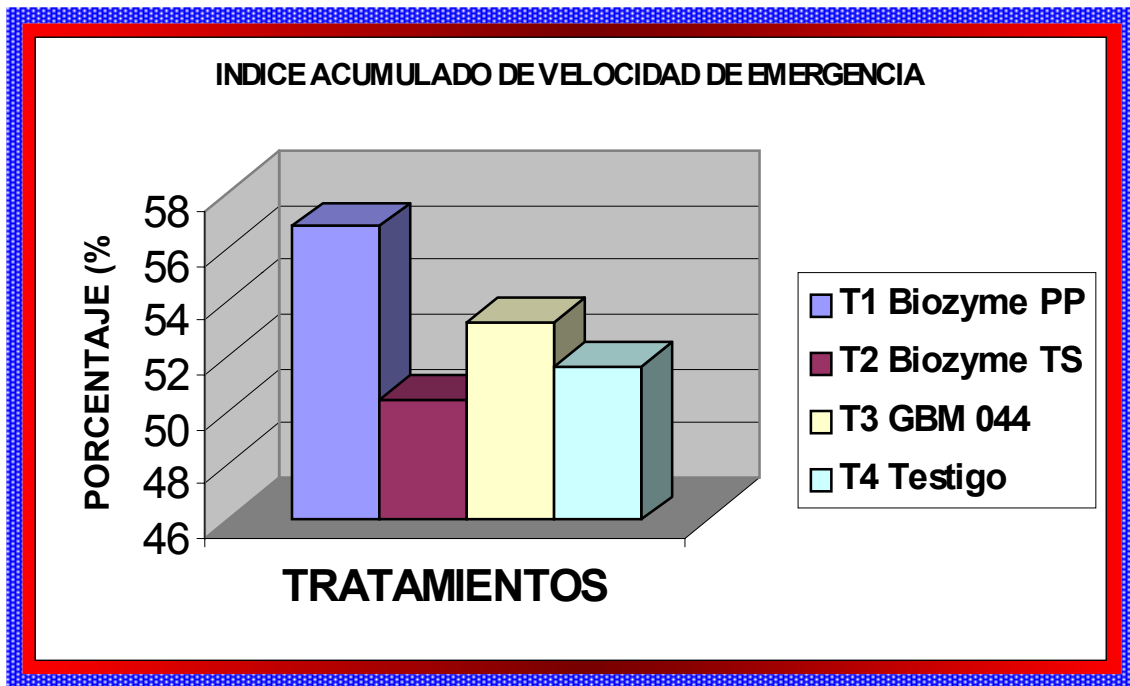
**CUADRO 4:** Tabla de comparación de medias de los productos, para la variable índice acumulado de velocidad de emergencia, en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.), utilizando tres biorreguladores y un testigo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
1 Biozyme PP	56.7717 A
3 GBM 044	53.2540 AB
4 Testigo	51.6785 B
2 Biozyme TS	50.3939 B

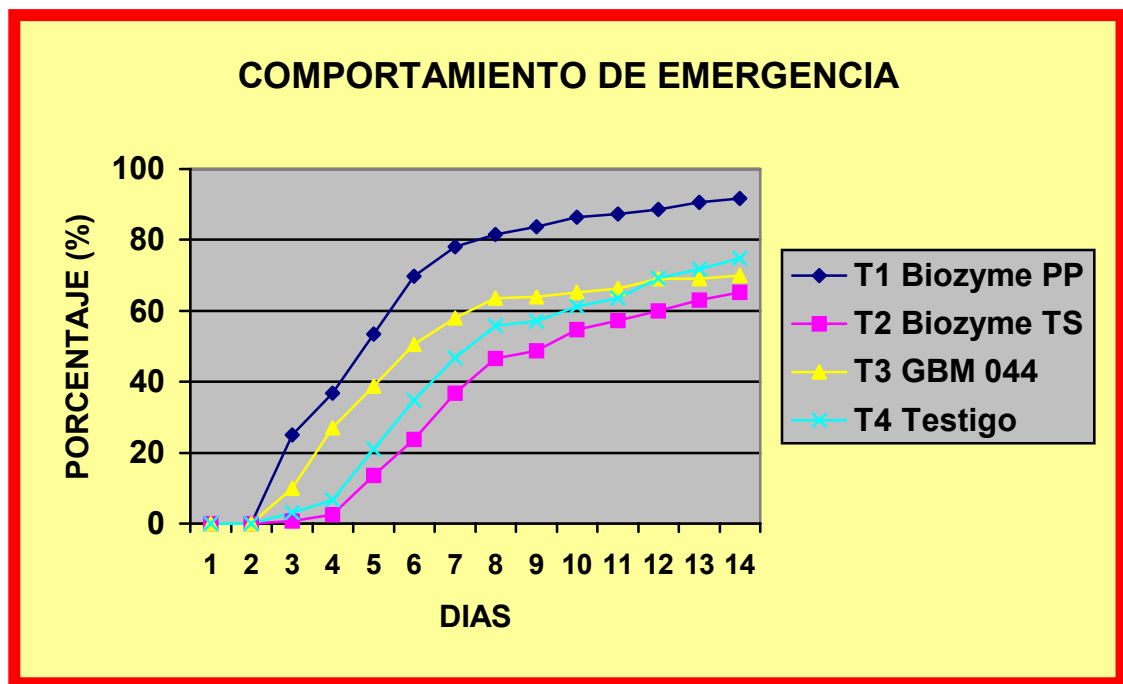
DMS = 6.3415



**GRAFICA 3:** Comparación de los tres productos biorreguladores y un testigo para la variable índice acumulado de velocidad de emergencia en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.).



**GRAFICA 4:** Comportamiento de emergencia en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Utilizando tres productos biorreguladores y un testigo. Ver Cuadro A:4 en el apéndice.



## CONCLUSIONES

En este experimento observo que los objetivos e hipótesis se cumplen, ya que realmente si existe una estimulación y diferencia de los productos en la estimulación y la germinación de las semillas.

De acuerdo con los resultados se puede concluir que con la aplicación del producto biorregulador Biozyme PP, se obtienen plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de mejor tamaño y de excelente calidad presentando muy buenas características agronómicas.

El biorregulador Biozyme PP mostró los mejores resultados para las variables Índice Acumulado de Velocidad de emergencia, longitud de plúmula y longitud de radícula.

El producto biorregulador Biozyme TS resulta que solo supero al testigo en la variable longitud de plúmula, y en las variables longitud de radícula e Índice acumulado de velocidad de emergencia el testigo lo supera, pero estadísticamente los tratamientos son iguales.

El producto biorregulador GBM 044 mostró diferencia intermedia en comparación con el biorregulador Biozyme PP y el tratamiento Testigo y este biorregulador también se recomendaría para el cultivo de lechuga.

El peor tratamiento resulta ser el biorregulador Biozyme TS ya que mostró el menor porcentaje de germinación y menos longitud de radícula.

## **Discusión de Resultados**

De acuerdo a las observaciones en campo el producto biorregulador Biozyme PP se desarrollo mas uniformemente que los demás y más rápido, a simple vista se pudo observar.

El producto biorregulador Biozyme TS mostró plantulas con plúmula demasiado alargadas y delgadas, además de que se observo que el producto retenía pegado la cubierta de la semilla a los cotiledones y estas plantulas se estresaban muy rápido y se marchitaban rápidamente.

El producto experimental GBM 044 mostró buen comportamiento y buenas características agronómicas de plantulas, observándose resultados un poco mejores que el 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. Pgs 42-44.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook, Assn. Offic. Seed Anal. Hdbk. New York. Pgs. 32-34.
- Ayala, M. A. J., A. Valdéz O. y F. J. Valdéz O. 1991. Efecto de biozyme TS y PP en la velocidad de germinación y emergencia en tres especies de plantas cultivadas. Revista AGROCIPAF-Coahuila. Vol.1 18:21.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1985. Seed: Physiology of development and germination. Plenum Press, New York. Pgs. 1-26, 98-126.
- Bidwell, R. G. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. 8ª. Reimpresión. Ed. Trillas. México. Pgs. 461-463.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas. Ed. Trillas. México. Pgs. 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. Pgs.185.
- Copeland, L. O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company. USA. Pgs. 50, 108-110.
- Derek, B. J. and M. Black. 1985. Seed physiology of development and germination. Plenum Press. New York. Pgs. 75-85.

- Devlin, R. M. 1982. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. Barcelona, España. Pgs.353-409.
- Franco, J. A. y S. Bañon. 1997. [http://www.ediho.es/horticom/ten\\_aut/sust\\_nut/ahumicos.html](http://www.ediho.es/horticom/ten_aut/sust_nut/ahumicos.html).
- Gepstein, S., and I Ilan. 1979. Cytokinin-induced amylotic activity in bean cotyledons: Identification of the regulated enzyme. *Plant Cell Physiol.* 20: 1603-1607.
- Gepstein, S., and I Ilan. 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 polvo plus 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. Pgs. 341- 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 Convencion Internacional de Investigacion y Desarrollo. Las fitohormonas, guia para el desarrollo vegetal, la convencion, guia para la produccion agricola. Cuernavaca, Morelos. Pgs. 154-186.
- Hartmann, H. y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas. Ed. Continental. México. Pgs 130-165.
- Hooper, W. N. 1984. Fisiología de semillas. Memoria del III Curso de Actualización de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pgs. 51-58.
- Hurtado, M. D. y M. E. Merino.1987. Cultivo de tejidos vegetales. Ed. Trillas. México. Pgs. 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. No. 7. México. pgs. 26-27.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rulefor Seed Testing. Rules 1996. Seed Sci. & Technol. Zürich, Switzerland. 24 : 1-333.
- Kaneko, Y., H. Matsuchita, and Y. Morohashi. 1991. Localization of female activity in cotyledons of germinated mung bean seeds. Can J. Bot. 69: 1505-1506.
- 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.
- Kent, L. N. 1987. Tecnología de los cereales. Ed. Acriba, S. A. Zaragoza, España. Pgs. 27-45.
- Leopold, C. L. and C. L. Kriedemann. 1975. Plant Growth and development. 2<sup>a</sup>. Ed. Mc Graw-Hill. Book Company. U. S. A. pgs. 224-226.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis Físico y Biológico de semillas agrícolas. 3<sup>a</sup> Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. 393 pgs.
- Ondarza, N. R. 1980. Los reguladores de las plantas y los insectos. 2<sup>a</sup>Edicion. Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología. México. 62 pgs.
- Rojas, G. M. y H. Ramírez 1993. Control Hormonal del desarrollo de las plantas 2<sup>a</sup> Edición. Ed. Limusa. México. 263 Pgs.
- Rojas, G. M. y R. J. G. Vázquez. 1995. Manual de herbicidas y fitorreguladores. 3<sup>a</sup> Edición. Ed. Limusa. México. 157 pgs.



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

Sanwo, M. M., and D. A. DeManson. 1992. Characteristics of  $\alpha$ -amilase during germination of two high-sugar sweet corn cultivars of *Zea mays* L. *Plant. Physiol.* 99: 1184-1192.

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

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

# **APENDICE**

**CUADRO A: 1** : Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Ft</b>
Tratamientos	3	176.533447	58.844482	19.1614 **	0.001
Bloques	3	14.367676	4.789225	1.5595 NS	0.265
Error	9	27.638916	3.070991		
Total	15	218.540039			

C.V. = 12.32 %

**CUADRO A: 2** : Análisis de varianza para la variable longitud de radícula en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Ft</b>
Tratamientos	3	13.107544	4.369181	5.3424 *	0.022
Bloques	3	4.872742	1.624247	1.9861 NS	0.186
Error	9	7.360413	0.817824		
Total	15	25.340698			

C.V. = 13.40 %

**CUADRO A: 3** : Análisis de varianza para la variable índice acumulado de velocidad de emergencia en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) utilizando tres biorreguladores y un testigo.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Ft</b>
Tratamientos	3	91.300781	30.433594	5.1554 *	0.024
Bloques	3	1.695313	0.565104	0.0957 **	0.960
Error	9	53.128906	5.903212		
Total	15	146.125000			

C.V. =4.58 %

**CUADRO A:4** : Tabla de datos tomados para la variable Índice acumulado de velocidad de emergencia en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

<b>DATOS PARA EL INDICE ACUMULADO DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA</b>														
<b>Tratamiento</b>	<b>D I A S</b>													
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>T1 R1</b>	0	0	16	17	38	58	71	77	83	87	87	87	88	88
<b>T1 R2</b>	0	0	4	6	25	43	58	64	67	72	75	77	83	87
<b>T1 R3</b>	0	0	41	67	78	90	91	92	92	94	94	96	97	97
<b>T1 R4</b>	0	0	39	57	73	88	92	93	93	93	93	94	94	95
<b>T2 R1</b>	0	0	0	2	20	37	50	62	66	75	77	79	81	82
<b>T2 R2</b>	0	0	1	3	16	28	45	57	62	71	73	76	82	83
<b>T2 R3</b>	0	0	1	2	6	10	25	32	32	35	39	42	43	45
<b>T2 R4</b>	0	0	1	3	12	20	27	35	35	38	40	43	46	51
<b>T3 R1</b>	0	0	10	27	42	57	63	71	72	74	74	76	76	77
<b>T3 R2</b>	0	0	7	29	43	58	64	69	70	71	72	77	77	78
<b>T3 R3</b>	0	0	17	34	38	41	55	55	55	55	56	58	58	59
<b>T3 R4</b>	0	0	6	18	32	46	50	59	59	61	63	65	65	66
<b>T4 R1</b>	0	0	5	10	29	48	61	72	72	78	79	83	84	86
<b>T4 R2</b>	0	0	4	10	25	40	49	58	62	65	67	73	75	77
<b>T4 R3</b>	0	0	2	5	14	23	33	41	41	44	48	53	55	57
<b>T4 R4</b>	0	0	1	2	16	28	44	52	53	58	60	68	73	79

**CUADRO A: 5** : Datos tomados para las variables longitud de plumula y radícula en (mm) en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para el tratamiento I correspondiente a Biozyme PP.

<b>DATOS DE LONGITUD TRATAMIENTO I</b>								
<b>Pta.</b>	<b>T1 R1</b>		<b>T1 R2</b>		<b>T1 R3</b>		<b>T1 R4</b>	
	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>
1	25	8	17	6	22	6	15	6
2	24	13	15	7	20	15	24	13
3	26	12	14	6	29	13	35	27
4	18	6	11	5	14	5	20	15
5	15	7	16	7	23	6	14	7
6	27	12	22	8	19	5	20	9
7	14	7	12	5	20	8	25	8
8	16	6	17	6	22	5	27	30
9	19	8	19	7	27	12	22	12
10	16	7	8	3	16	6	18	6
11	10	4	18	8	25	8	24	10
12	15	7	19	7	23	7	22	10
13	23	8	15	6	24	11	18	8
14	27	12	16	7	20	6	17	7
15	26	8	12	5	26	10	22	9
16	20	9	12	4	27	9	19	5
17	28	12	11	4	15	5	11	7
18	26	9	14	5	12	7	15	6
19	27	11	13	6	21	8	17	6
20	29	13	17	8	15	5	15	5
21	14	6	10	4	26	8	17	7
22	16	8	14	5	20	6	16	8
23	19	7	13	6	28	8	24	9
24	22	9	15	8	26	7	19	11
25	24	6	10	4	14	6	25	16
<b>SUMA</b>	526	215	360	147	534	192	501	257
<b>MEDIA</b>	21.04	8.60	14.40	5.88	21.36	7.68	20.04	10.28

**CUADRO A: 6** : Datos tomados para las variables longitud de plumula y radícula en (mm) en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para el tratamiento II correspondiente a Biozyme TS.

<b>DATOS DE LONGITUD TRATAMIENTO II</b>								
<b>Pta.</b>	<b>T2 R1</b>		<b>T2 R2</b>		<b>T2 R3</b>		<b>T2 R4</b>	
	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>
1	10	5	11	4	17	6	17	6
2	11	6	10	6	15	7	13	5
3	11	7	12	4	14	5	12	5
4	14	8	11	5	8	3	16	5
5	10	4	13	7	10	4	17	6
6	13	7	9	6	5	2	9	3
7	10	5	14	7	14	5	13	6
8	15	6	11	5	14	4	14	7
9	12	4	11	6	15	6	17	8
10	13	6	9	5	11	5	11	5
11	16	5	12	6	12	8	14	7
12	13	7	10	8	9	7	12	8
13	13	8	14	10	8	4	8	5
14	18	10	11	5	10	6	15	7
15	11	8	13	6	6	4	8	6
16	12	6	10	6	11	4	11	5
17	8	3	13	5	11	8	15	8
18	14	6	10	5	15	7	10	4
19	9	4	9	3	12	5	16	6
20	13	5	14	7	10	4	16	7
21	14	6	11	5	11	4	16	8
22	11	6	10	6	8	3	14	7
23	13	5	14	8	10	6	10	8
24	10	4	12	7	14	5	15	6
25	13	6	11	6	8	4	10	4
SUMA	307	147	285	148	278	126	329	152
MEDIA	12.28	5.88	11.40	5.92	11.12	5.04	13.16	6.08

**CUADRO A: 7** : Datos tomados para las variables longitud de plumula y radícula en (mm) en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para el tratamiento III correspondiente a GBM 044.

<b>DATOS DE LONGITUD TRATAMIENTO III</b>								
<b>Pta.</b>	<b>T3 R1</b>		<b>T3 R2</b>		<b>T3 R3</b>		<b>T3 R4</b>	
	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>
1	16	8	17	8	11	6	10	6
2	17	7	13	6	17	8	11	8
3	20	8	19	8	22	8	17	8
4	15	5	15	6	16	7	15	8
5	13	6	16	7	15	8	12	6
6	21	7	10	8	21	9	13	7
7	20	8	14	6	18	8	13	8
8	11	7	8	4	19	9	16	10
9	16	8	13	6	26	7	17	9
10	10	8	16	8	15	6	9	8
11	13	8	15	7	16	7	18	8
12	16	7	19	7	17	8	12	5
13	14	6	23	9	12	4	15	7
14	19	9	21	8	23	9	17	8
15	16	6	15	7	16	7	13	6
16	14	7	13	8	18	9	12	7
17	18	7	16	6	17	7	16	10
18	12	4	17	8	12	6	11	5
19	13	7	15	8	15	8	8	4
20	17	5	13	5	13	6	15	8
21	17	6	10	4	16	5	13	6
22	12	6	14	6	21	9	16	7
23	18	8	12	5	20	11	12	7
24	13	5	13	5	15	6	13	5
25	14	6	10	7	14	5	14	7
<b>SUMA</b>	385	169	367	167	425	183	338	178
<b>MEDIA</b>	15.40	6.76	14.68	6.68	17.00	7.32	13.52	7.12

**CUADRO A: 8** : Datos tomados para las variables longitud de plumula y radícula en (mm) en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para el tratamiento IV correspondiente al testigo.

<b>DATOS DE LONGITUD TRATAMIENTO IV</b>								
<b>Pta.</b>	<b>T4 R1</b>		<b>T4 R2</b>		<b>T4 R3</b>		<b>T4 R4</b>	
	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>	<b>tallo</b>	<b>raíz</b>
1	10	5	9	7	10	6	12	4
2	14	8	9	6	13	9	14	6
3	9	4	8	5	12	6	12	5
4	9	5	11	7	9	7	13	5
5	11	6	9	4	10	6	15	7
6	10	5	9	6	10	7	10	6
7	13	6	12	5	15	10	11	6
8	11	6	9	4	12	9	12	7
9	12	5	10	6	11	8	10	6
10	7	5	12	8	13	9	11	6
11	11	7	11	6	8	5	12	7
12	9	6	9	5	10	6	9	10
13	8	5	12	8	11	5	10	8
14	10	6	9	4	12	6	12	7
15	12	8	10	5	11	6	11	10
16	7	5	11	6	9	7	13	9
17	11	7	9	5	10	5	11	7
18	9	5	10	5	13	6	13	7
19	12	7	14	8	9	6	9	7
20	10	5	11	5	13	7	10	5
21	10	6	10	4	10	5	10	6
22	8	5	10	5	9	6	11	7
23	8	4	9	5	9	6	12	7
24	13	8	8	6	11	7	10	5
25	8	5	9	4	9	6	12	9
<b>SUMA</b>	252	144	250	139	269	166	285	169
<b>MEDIA</b>	10.08	5.76	10.00	5.56	10.76	6.64	11.40	6.76



**CUADRO A: 9** : Concentración de datos de medias de las 25 plantulas para la variable longitud de plumula en (mm) en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

<b>CONCENTRACION DE MEDIAS DE TALLO</b>						
<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Media</b>
<b>1</b>	21.04	14.40	21.36	20.04	<b>76.84</b>	<b>19.21</b>
<b>2</b>	12.28	11.40	11.12	13.16	<b>47.96</b>	<b>11.99</b>
<b>3</b>	15.40	14.68	17.00	13.52	<b>60.60</b>	<b>15.15</b>
<b>Testigo</b>	10.08	10.00	10.76	11.40	<b>42.24</b>	<b>10.56</b>
<b>Suma</b>	<b>58.80</b>	<b>50.48</b>	<b>60.24</b>	<b>58.12</b>	<b>227.64</b>	<b>56.91</b>
<b>Media</b>	<b>14.70</b>	<b>12.62</b>	<b>15.06</b>	<b>14.53</b>	<b>56.91</b>	<b>14.23</b>

**CUADRO A: 10** : Concentración de datos de medias de las 25 plantulas para la variable longitud de radícula en (mm) en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

<b>CONCENTRACION DE MEDIAS DE RAIZ</b>						
<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Media</b>
<b>1</b>	8.60	5.88	7.68	10.30	<b>32.46</b>	<b>8.12</b>
<b>2</b>	5.88	5.92	5.04	6.08	<b>22.92</b>	<b>5.73</b>
<b>3</b>	6.76	6.68	7.32	7.12	<b>27.88</b>	<b>6.97</b>
<b>Testigo</b>	5.76	5.56	6.64	6.76	<b>24.72</b>	<b>6.18</b>
<b>Suma</b>	<b>27.00</b>	<b>24.04</b>	<b>26.68</b>	<b>30.26</b>	<b>107.98</b>	<b>27.00</b>
<b>Media</b>	<b>6.75</b>	<b>6.01</b>	<b>6.67</b>	<b>7.57</b>	<b>27.00</b>	<b>6.75</b>