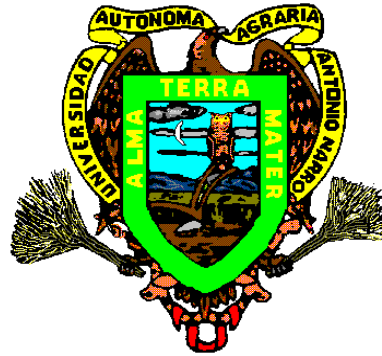


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Estimulación de la Germinación de la Semilla de Maíz (*Zea mays L.*) y Trigo  
(*Triticum aestivum L.*) Mediante Biorreguladores Sintéticos.**

**POR:**

**Gabriel Arturo Hernández Gómez**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER ÉL TITULO  
DE INGENIERO**

**AGRONOMO EN PRODUCCION**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Marzo de 2002**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**Estimulación de la Germinación de la Semilla de Maíz (*Zea mays L.*) y Trigo  
(*Triticum aestivum L.*) Mediante Biorreguladores Sintéticos.**

**POR:**

**GABRIEL ARTURO HERNANDEZ GOMEZ**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO  
AGRONOMO EN PRODUCCION.**

**APROBADA**

**EL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**DR. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO**

SINODAL

SINODAL

---

**M.C. JOSE ANGEL DANIEL GONZALEZ**

---

**M.C. FEDERICO FACIO PARRA**

SINODAL

---

**Q.F.B. ALMA PATRICIA GARCÍA VILLANUEVA**

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

---

**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo del 2002

Este trabajo esta dedicado a esta universidad a mi **alma mater**, a los que hoy trabajan en el agro, y a todos aquellos compañeros que vinieron a estudiar, atraídos por una vida mejor, que la educación agrícola nos da, con cariño, con esfuerzo, con paciencia, con dedicación y humildad.

De todas las ocupaciones de las que se deriva  
beneficio,  
no hay ninguna tan amable, tan saludable y  
tan merecedora  
de la dignidad del  
hombre libre como la agricultura.

## DEDICATORIAS

Con todo cariño y admiración

### **A mis padres:**

José Arturo Hernández Morales

Y

Eduarda Gómez Morales

Como un testimonio de mi eterno agradecimiento, por haberme inculcado el respeto a las personas, la responsabilidad de los compromisos y el amor hacia las cosas y el trabajo. Por todo mil gracias.

**A mi hermana** E. Elizabeth quien siempre me ha dado su apoyo y a quién quiero y admiro mucho, por ser como es. Una de las personas más lindas del mundo. Te llevo siempre en mi corazón.

**A mi novia** Paty por darme un poquito de su amor y comprensión en los momentos mas oportunos de mi vida.

### **A mis abuelito y Tíos**

porque siempre han estado a mi lado y me han dado ánimo para que yo salga adelante en todo lo que me propongo y porque siempre tendré su cariño y apoyo como la familia que somos.

**A mis Primos** (Luis, Gabriela, Nayeli, Wendy, Eduardo, Mónica, Esmeralda y Eric) A quienes les tengo mucho cariño y porque se que siempre harán que la familia salga adelante.

**A mis compañeros** de la generación **XCII** y muy especialmente a Juliana, Angelica, Lupita, Macedonio, Joaquin, Raul, Donato, Armando, Iber, Horacio y Rey que siempre me brindarme su amistad desinteresada, que es lo mas valioso del mundo.

### **AGRADECIMIENTOS**

#### **A Dios**

Por ser mi compañero y amigo siempre en todo momento porque él solo sabe de mis triunfos y mis derrotas, de mis alegrías y sufrimientos, y porque el me ha iluminado en los momentos más difíciles de mi vida. Gracias

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme abierto sus puerta y darme la oportunidad de cumplir con uno de mis mayores deseos, por acogerme en sus aulas y llenarme de infinito conocimiento, el cual aprovechare y pondré en practica toda la vida, llevando siempre muy en alto su nombre.

**Al Dr. Mario Ernesto Vazquez Badillo** por haberme permitido realizar este trabajo de tesis, así también por su asesoría, orientación y paciencia para poder culminar este trabajo y por su gran amistad brindada, con todo mi respeto y sencilla amistad gracias.

**M.C. Jose Angel Daniel Gonzalez** por su colaboración en la revisión del presente trabajo y por su sugerencias aportadas al mismo.

**M.C. Federico Facio Parra** por su valiosa colaboración en la revisión del presente trabajo y por su sugerencias aportadas al mismo.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera ayudaron a la realización de este trabajo.

**gracias**

**INDICE DE CONTENIDO**

<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>v</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
Concepto de Semilla.....	
Germinación.....	4
Procesos Comunes de la Germinación.....	4
Composición Química de la Semilla.....	5
Calidad de la Semilla.....	7
Deterioro de la Semilla.....	8
Papel de las Hormonas en las Semillas.....	9
Hormonas de Crecimiento.....	10
Auxinas.....	10
Giberelinas .....	12
Citoquininas.....	13
Ácido Abscisico.....	15
Ácidos Humicos y Fulvicos.....	15

Trabajos Realizados con Aplicación de Hormonas en la Germinación de Semillas.....	16
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>18</b>
Ubicación del Experimento.....	18
Material Genético.....	18
Tratamientos.....	18
Descripción de los Tratamientos.....	19
Variables Evaluadas.....	22
Análisis Estadístico.....	23
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>25</b>
Maíz.....	25
Trigo.....	33
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>42</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	Pag
2.1	Principales componentes químicos de algunos cereales expresados como porcentaje en base a peso seco.....	6
2.2	Principales componentes químicos de algunos cereales expresados en gramos por cien gramos de peso seco (Kent, 1987).....	6
2.3	Principales componentes químicos y partes de almacenamiento de algunos cultivos expresados en base a porcentaje.....	6
3.1	Dosis de Biozyme TS (H1) utilizados en semilla de maíz y trigo.....	19
3.2	Dosis del Biozyme PP (H2) utilizados en semillas de maíz y trigo.....	19
3.3	Dosis del ácido fulvico (H3) utilizados en semillas de maíz y trigo....	19
3.4	Dosis delGBM044 (H4) utilizados en semilla de maíz y trigo.....	20
3.5	Dosis de giberelinas (H5) utilizadas en semilla de maíz y trigo.....	20
3.6	Relación de tratamientos a evaluar en semillas de maíz y trigo.....	20
4.1	Cuadros medios y significancia del análisis de varianza en las variables evaluadas en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	25
4.2	Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla de maíz.....	32
4.3	Cuadros medio y significancia del análisis de varianza en las variables evaluadas en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio.....	33
4.4	Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla de trigo.....	40



## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pag</b>
4.1	Por ciento de índice de vigor al cuarto día de siembra en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	27
4.2	Por ciento de germinación estándar en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	27
4.3	Por ciento de plántulas anormales en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	29
4.4	Longitud media de plúmula en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	29
4.5	Longitud media de radícula en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	31
4.6	Peso seco de plántulas en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	31
4.7	Por ciento de índice de vigor al cuarto día de siembra en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	35
4.8	Por ciento de germinación estándar en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	35
4.9	Por ciento de plántulas anormales en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	37
4.10	Longitud media de plúmula en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	37
4.11	Longitud media de radícula en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	39
4.12	Peso seco de plántulas en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.....	39

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer el efecto de cinco biorreguladores y tres dosis de concentración sobre el proceso de germinación de semilla de maíz y trigo.

Los cinco productos utilizados fueron a base de hormonas de crecimiento que favorecen el desarrollo de la germinación (Biozyme TS, Biozyme PP, ácido giberélico, ácido fulvico y GBM044), dos de ellos todavía no están en el mercado. De ellos se formaron 15 tratamientos más dos testigos (con y sin agua), cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. Las variables evaluadas en este trabajo fueron índice de vigor, germinación estándar, plántulas anormales, longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco de plántula.

Los resultados obtenidos mostraron que el producto que tuvo el mejor comportamiento fue el ácido giberélico en su dosis media y alta ya que es donde se observó los mejores efectos en de la germinación para maíz y trigo respectivamente.

Mientras que el Biozyme TS en su dosis alta presenta los resultados más bajos, observándose que a medida que baja la dosis la germinación incrementa.

En cambio el GBM044 presentó el mejor comportamiento en las variables evaluadas como germinación estándar final, plántulas anormales, longitud media de plúmula y longitud media de radícula, ya que se encuentra por arriba de la media de los demás tratamientos.

## **INTRODUCCION**

La importancia de las semillas en la agricultura es indiscutible, reconociéndose como elemento básico del progreso agrícola en el mundo; que persigue incrementos en la producción, preservando el patrimonio fitogenético, el medio ambiente y la seguridad alimentaria.

El maíz y el trigo son considerados como la principal fuente de alimento en México, según las estadísticas obtenidas en el 2001, de maíz y trigo se produjeron 11,842,637 toneladas durante el ciclo Primavera - Verano del 2001 y aunque este porcentaje bajo durante la temporada Otoño - Invierno, se sigue constituyendo como el principal producto alimentario en México (SIAP 2001).

La calidad de la semilla es un concepto múltiple en una agricultura eficiente que requiere de un suministro consistente y adecuado de semillas de alta calidad, este concepto comprende atributos como; pureza varietal, capacidad de germinación, vigor, tamaño de la semilla, pureza física, sanidad y contenido de humedad.

El deterioro de la semilla es un proceso que incluye cualquier cambio degenerativo irreversible y se presenta después de que la semilla ha alcanzado su máxima calidad, es por eso que en la agricultura moderna, gran parte del éxito productivo y económico de un cultivo comercial y de uno destinado a la producción de semilla depende del uso de una semilla de alta calidad. De ahí la importancia de utilizar

mecanismos o productos que nos permita que la semilla llegue al agricultor con la mayor calidad posible.

Es por esa razón que en los últimos años, ha tomado importancia la utilización de los fitorreguladores sintéticos aplicados a las semillas como una alternativa para romper la latencia de algunas especie, así como activar o acelerar su proceso de germinación, lo cual trae como resultado una mayor uniformidad y confiabilidad en el campo de la producción.

Los fitorreguladores son productos que ayudan a las semillas a “recuperase” después de un proceso de deterioro, teniendo la posibilidad de “rescatar“ la calidad fisiológica de estas, ya que pueden eficientar el proceso de germinación. Actualmente existe una gran diversidad de productos hormonales en el mercado, formulados a base de biorreguladores, cuya finalidad es la de promover y acelerar el proceso de germinación, sin embargo existe poca información en relación a las dosis utilizadas en semillas, por lo anterior el presente trabajo esta encaminado a obtener información mas precisa de los fitorreguladores sobre las semillas consideradas como cultivos básicos y donde se han planteado los siguientes.

## **OBJETIVOS**

Conocer el efecto de cinco biorreguladores del crecimiento en el proceso de germinación en la semilla de maíz y trigo con y sin deterioro.

Obtener la mejor dosis dentro de productos en la promoción de la germinación de las semillas de maíz y trigo con y sin deterioro.

## **HIPOTESIS**

Al menos uno de los productos utilizados estimulara mejor la germinación y vigor de las semillas de maíz y trigo.

Al menos una de las dosis utilizadas en cada producto estimulara mejor la germinación y vigor de la semilla de maíz y trigo.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Concepto de Semilla**

La semilla representa uno de los más valiosos patrimonios de la humanidad; por ello, la naturaleza se remueve cíclicamente con nuevas modalidades y las poblaciones biológicas se amplían en su diversidad.

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

La semilla es el óvulo fecundado, transformado y maduro de las plantas fanerógamas, así mismo, es la parte de estos vegetales que tiene como función reproducir y perpetuar la especie (Ruiz, 1983).

La semilla es el óvulo maduro y fertilizado, el cual lo conforman las siguientes partes: Una cubierta o testa que protege las partes internas, el endospermo o tejido de reserva del alimento, que en muchas semillas rodea a los cotiledones y al embrión. En algunas semillas como en las leguminosas el endospermo está mal representado y la

reserva de energía en forma de alimento es almacenada en los cotiledones, y que funciona como lugar de almacenamiento de reservas alimenticias, también conocidas como hojas cotiledonarias o embrionarias; y el embrión o planta en estado rudimentario, que se origina del desarrollo del óvulo fecundado (Villarreal, 1993).

## **Germinación**

La germinación es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Moreno, 1996). Mientras que Cronquist (1986), menciona que la germinación es el proceso que ocurre desde el momento en que el embrión reinicia su crecimiento hasta que la plántula se establece. Por su parte, Ruiz (1983) menciona que la germinación es el fenómeno por el cual el embrión pasa del estado de vida latente en que se encuentra en la semilla a un estado de vida activa. En otras palabras, es el desarrollo y transformación del embrión en una nueva y pequeña planta.

Harmann y Kester (1995), Mencionan 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 deben 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. En tanto, la 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 semilla de producir plántulas normales y así realizar comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie.

### **Procesos Comunes de la Germinación**

Los procesos comunes de germinación según Camacho (1994) son:

- Imbibición de 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 (inducidos 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 en la respiración del ADN 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 último se inicie un incremento visible con la emisión de la radícula.

### **Composición Química de las Semillas**

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 oligosacaridos (Bewley y Black, 1985).

En base al peso seco de las semillas, los principales constituyentes son: Carbohidratos (almidón, celulosa, hemicelulosa, pectinas, etc.), proteínas, lípidos (aceites), fibras y cenizas (Cuadro 2.1). La proporción relativa de éstos varía considerablemente debido a las especies, cultivares y también a las condiciones de crecimiento bajo las cuales las semillas son producidas.

**Cuadro 2.1** Principales componentes químicos de maíz y trigo expresado como porcentaje en base a su peso seco.

Cultivos	Almidón	Proteína	Aceites	Fibra	Cenizas
Maíz	80.7	10.7	4.9	2.2	1.5
Trigo	80.1	13.5	2.2	2.2	2.0

**Cuadro 2.2** Principales componentes químicos de maíz y trigo expresado en gramos por cien gramos de peso seco (Kent, 1987)

Cultivos	Proteína	Grasas	Carbohidratos	Fibra cruda	Material mineral
Maíz	11.1	4.9	80.2	2.1	1.7
Trigo	16.0	2.9	74.1	2.6	1.8

**Cuadro 2.3** Principales componentes químicos y partes de almacenamiento de maíz y trigo expresados en base a su porcentaje

Cultivos	Parte de almacén	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)
Maíz	Endospermo	10	5	80
Trigo	Endospermo	12	2	75



El almidón es una importante reserva de energía de muchas semillas. Las semillas usualmente contienen amilasa y amilopectina, principalmente en granos que contiene almidón.

### **Calidad de la Semilla**

La calidad de la semilla es uno de los factores más importantes que afectan el comportamiento y la productividad de la mayoría de los cultivos (Krieg y Bartee 1975). Por su parte, Douglas (1982) indica que la calidad de la semilla es muy importante al ser la semilla esencial para la supervivencia de la humanidad, por cuanto almacena el más alto potencial genético que la ciencia pudiera llegar a desarrollar y además se considera como un elemento vital para el desarrollo de la agricultura moderna.

Garay *et al.* , (1992) afirma que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios; por lo que concluye que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel cuando en ella estén incluidos todos y cada uno de estos componentes. Mientras que Copeland y McDonald (1985) señalan que la capacidad de germinación es el criterio mas usado para conocer la condición fisiológica o calidad de la semilla, y es universalmente aceptado que germinación y viabilidad son términos sinónimos al referirse a la habilidad de la semilla para producir plántulas normales bajo condiciones favorables.

Moreno (1996) considera a la calidad fisiológica como un valor comercial de la semilla ya que es el principal atributo para evaluar calidad y que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal. De ahí que para Dickson (1980), una semilla de calidad no tiene daño, posee un alto nivel de germinación y producirá plántulas uniformes y vigorosas, sin defectos y bajo condiciones ambientales favorables.

Molina *et al.* , (1990) mencionaron que la calidad de una semilla para la siembra debe reunir cuando menos las características como: pureza varietal, libres de semillas de maleza, libres de patógenos transmisibles por semilla, tener un mínimo de germinación y que varia de acuerdo a la especie.

### **Deterioro de la Semilla**

Philpott (1981) indica que durante la vida de la semilla se presentan muchos factores que afectan su calidad. Sin embargo, actualmente se han investigado de una forma minuciosa todos los aspectos que determinan el deterioro de una semilla cuando ésta enfrenta ciertas condiciones adversas. Las condiciones y el equipo usado durante el manejo físico de la semilla antes de ser almacenada son factores que determinan e influyen en su deterioro.

El deterioro en semillas es considerado como un proceso inexorable, inevitable e irreversible que involucra cambios detrimentales que causan la reducción en la calidad de semilla, luego que ésta ha alcanzado su nivel máximo y que culmina con la pérdida completa de su viabilidad. El deterioro es mínimo en la etapa de madurez fisiológica y la tasa de deterioro es variable entre especies, variedades, híbridos, lotes de semilla de una misma especie e inclusive varia dentro de semillas individuales de un mismo lote (Delouche, 1973; Soplin, 1980 y Mendoza, 1985).

Algunas de las manifestaciones del deterioro de semillas son: cambios en el color, disminución de la tolerancia a condiciones desfavorables de almacenamiento, reducido crecimiento de plántulas, disminución de la capacidad germinativa e incrementos de plántulas anormales. Aún bajo condiciones de almacenamiento en donde las semillas estén libres del ataque de otros organismos, la viabilidad declina a la larga y finalmente todas las semillas mueren (Duffus y Slaughter, 1985).

Besnier (1989) reporta que las causas básicas que ocasionan el deterioro de las semillas se encuentran en dos categorías. 1) los tejidos de estas pueden deteriorarse debido al envejecimiento y fisiológicamente las plantas muestran considerablemente este problema, 2) el deterioro de la semilla también puede ser causado por deterioro y daño a los tejidos por microorganismos, insectos o roedores.

Delouche y Baskin (1973) proponen una secuencia probable de los cambios que suceden durante el deterioro de la semilla y es la siguiente:

- Degradación de las membranas celulares.
- Danos en los caminos de producción y síntesis de energía.
- Alteraciones en los procesos respiratorios y de biosíntesis.
- Disminución en la tasa de germinación.
- Disminución de la tasa de crecimiento y desarrollo de la plántula.
- Disminución de la uniformidad.
- Disminución de la resistencia a condiciones adversas.
- Disminución en el rendimiento.
- Reducción de la energía.
- Incremento en el porcentaje de plántulas anormales.
- Pérdida de la capacidad de germinación.

### **Papel de las Hormonas en las Semillas**

Rojas y Vázquez (1995) mencionan que las semillas de algunas plantas, aunque parecen estar maduras y haya pasado cierto tiempo de su formación no son capaces de germinar aunque se pongan en condiciones adecuadas si no que deben pasar un lapso a veces muy largo de reposo; este fenómeno se llama letargo. El letargo puede ser causado por una cubierta o testa de la semilla muy dura, en cuyo caso hay que debilitarla por medios mecánicos o químicos (escarificación). Otra causa de letargo es la presencia de inhibidores del desarrollo en la testa o bien la carencia de estimulantes u hormonas.

Por su parte, Karsen *et al.* , (1989) indican que 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.

### **Hormonas de Crecimiento**

Salisbury y Ross (1994) definen a una hormona vegetal como un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de una planta y que se transloca a otra, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica. En cambio Went y Thimann definieron a las hormonas de crecimiento como “sustancia que son producidas en una parte del organismo y son transferidas a otra y éstas influyen en el proceso fisiológico específico“. Es por esta razón que Bidwell (1979) menciona que las sustancias de crecimiento son extraídas de los tejidos vegetales y las sustancias sintéticas con efectos reguladores no pueden ser llamadas hormonas. En cambio De la Rosa (1997) describe el término regulador de crecimiento a cualquier compuesto orgánico natural o sintético, que en pequeñas cantidades o bajas concentraciones promueve, inhibe o modifica cualitativamente el crecimiento y el desarrollo de la planta.

Los reguladores de crecimiento juegan un papel importante en el control del crecimiento, no solo en la planta como un todo, sino también al nivel de órgano, tejido y célula; ya que la mayor parte de la actividad fisiológica de las plantas está mediada por los fitoreguladores.

### **Auxinas**

El nombre auxinas significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. Aunque las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo.

El descubrimiento de las auxinas trajo consigo una serie de estudios y trabajos. El holandés Fritz Went dio el primer paso al descubrir las sustancias que actuaban sobre el enraizamiento. Otros investigadores como Thiman realizaron estudios con estas sustancias a las cuales se les denominó como ANA y AIB (auxinas); descubriendo que estas se encuentran en diferentes concentraciones dentro de la planta y concluyó que la raíz trabaja a concentraciones muy bajas de auxinas. Las auxinas ayudan al crecimiento radicular hasta cierto máximo de concentración, ya que se pueden volver tóxicas a concentraciones elevadas.

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 quizás 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.

Según Rojas y Vázquez (1995) las auxinas son hormonas cuya acción fisiológica es sobre el mensaje genético contenido en el ADN, determinando que la planta sintetice proteínas y enzimas nuevas, cambiando así su química y fisiología. Los síntomas típicos son: a) promover el alargamiento de las células a bajas dosis dando excesivo crecimiento a los tallos que se alargan y retuercen y creciendo las hojas malformadas; en cambio inhibe el crecimiento a dosis altas; b) incrementa la respiración y en general la actividad fisiológica a bajas dosis e inhibirla a altas dosis. Los efectos secundarios que producen las auxinas son muchos y se han aprovechado tanto como herbicidas como en otros aspectos de la técnica agrícola. Existen varias auxinas naturales, siendo la principal el ácido indolacético y otras incluyendo las de acción herbicidas.

Las funciones de las auxinas son:

- Dominancia apical
- Aumenta el crecimiento de los tallos
- Promueve el crecimiento y diferenciación celular, y por lo tanto en el crecimiento en la longitud de la planta
- Estimula la formación de raíces adventicias
- Estimula el desarrollo de los frutos
- Promueve la floración de algunas especies
- Promueve la síntesis de etileno (influye en los procesos de maduración de los frutos)
- Inhibe la abscisión o caída de frutos.

### **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* (Salisbury y Ross,1994). Las giberelinas son importantes reguladores de crecimiento que participan en diversos procesos metabólicos, al igual son promotores de la iniciación enzimática en el proceso de germinación, y participa en diferentes concentraciones, dependiendo de los estadios de la semillas, ya sea en reposo o no.

Bidwell (1996) reporta que existen mas de 40 giberelinas conocidas, todas ellas tienen la misma estructura anillada básica y parecen sintetizarse en muchas partes de las plantas, pero más especialmente en las áreas activas del crecimiento como los embriones o los tejidos meristematicos o en desarrollo. Las giberelinas tienen como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el RNA. Cuando falta, se presenta el síntoma típico de falta de amilasa en la planta, enzima que deshace al almidón, lo cual permite utilizarlo para obtener energía. Otro síntoma típico es el de promover el crecimiento en las variedades enanas. También es típico que con aplicación de giberelinas las planta pueden florecer en condiciones inadecuadas de horas de luz o de frío.

Según Testar (1998), 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. Mientras que Karssen *et al.* , (1989) reporta que la aplicación de giberelinas en las semillas tiene una acción estimulante en la dormancia, acelera la germinación y a menudo puede 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 de los mecanismos de resistencia de la radícula; así como la estimulación del crecimiento del embrión.

Se ha visto que las giberelinas son hormonas muy importantes para el desarrollo de las plantas y debe ser necesario el conocimiento de su actuación y aprovechamiento como regulador de crecimiento. Las funciones que llevan a cabo en la planta, se puede resumir en los siguientes puntos:

- Incrementan el crecimiento en los tallos.
- Interrumpen el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares.
- Inducen la brotación de yemas.
- Promueven el desarrollo de los frutos.
- Estimulan la síntesis del RNA mensajero.

### **Citoquininas**

Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos. Estas son producidas en las zonas de crecimiento, como los meristemas en la punta de las raíces y son translocadas a través del xilema hasta el brote, cuando los compuestos se encuentran en las hojas son relativamente inmóviles. La zeatina es una hormona de esta clase y se encuentra en el maíz (*Zea*). Las mayores concentraciones de citoquininas se encuentran en embriones y frutas jóvenes en

desarrollo, ambos sufriendo una rápida división celular. La presencia de altos niveles de citoquininas puede facilitar su habilidad de actuar como fuente demandante de nutrientes.

Bidwell (1979) menciona que las citoquininas no se mueven en la planta con tanta facilidad como las giberelinas y auxinas, sin embargo hay evidencias de que se forman en la raíz y se transportan a las hojas y tallos. La hormona parece transportarse por el xilema. Se ha encontrado que las citoquininas se ligan a los ribosomas y las mediciones indican que una molécula de citoquininas se liga a cada ribosoma. Como se ha encontrado que estimulan la síntesis de RNA, se presume que también pueden actuar sobre los ribosomas nucleares. Las citoquininas solubles actúan protegiendo al RNAt, formando un conjunto con la enzima nucleasa e inhibiendo su acción de hidrólisis, permitiendo que ocurra la síntesis de proteína. Según Rojas y Vázquez (1995), las citoquininas también interfieren con el DNA y tienen como síntomas típicos el promover la división celular y el retardar los síntomas de senectud en la planta por lo que se le llama hormona juvenil.

No solamente en granos de maíz, sino en semillas de un buen número de plantas, como en el caso del embrión y endosperma de pera (Powell y Pratt, 1964) han sido detectadas citoquininas naturales. La relación que tal localización pueda tener con el proceso germinativo fue puesta de manifiesto por Miller (1956), al demostrar que las citoquininas podían substituir el requerimiento de luz para la germinación de semillas de *Lactuca sativa*. Es sabido que las semillas de lechuga empiezan a germinar bajo regímenes de luz roja, necesitando periodos de iluminación superiores a ocho minutos. La adición de kinetina hace que el mayor porcentaje de germinación se logra bajo regímenes de solo un minuto de exposición a luz roja. No se conoce muy bien a que nivel actúan las citoquininas en este proceso, aunque se ha indicado que el tratamiento hormonal puede revertir la acción de ciertos inhibidores naturales de la germinación (Kahn y Rolbert, 1956) o iniciar los procesos biosintéticos de proteínas (Osborne, 1962).

Otros efectos generales de las citoquininas en plantas incluye:

- Estimulación de la germinación de semillas



- Estimulación de la formación de frutas sin semillas
- Ruptura del letargo de semillas
- Inducción de la formación de brotes
- Mejora la floración
- Alteración en el crecimiento de los frutos
- Ruptura de la dominancia apical.

### **Acido Abscisico**

El ácido abscisico (ABA) es un potente inhibidor del crecimiento natural que ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como el letargo, abscisión de hojas y frutos y estrés hídrico, y por lo tanto tiene efectos contrarios a las de las hormonas de crecimiento (auxinas, giberelinas y citocininas). Estas se encuentran en todas partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas y frutos jóvenes. Harmann 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 de la planta.

Rojas (1987) menciona que en ciertos aspectos el ABA es un antigiberelico pero no bloquea o inactiva el GA, sino que actúa sobre los ácidos nucleicos probablemente a nivel de la transcripción. Hace tiempo el ABA se consideraba como un inhibidor del desarrollo y no un estimulante. Hoy se sabe que estimula procesos fisiológicos aparentemente negativos que implican una suspensión del desarrollo pero que son del todo necesarios para la supervivencia de la planta.

Las funciones principales del ácido abscisico son:

- Promueve la latencia en yemas y semillas
- Inhibe la división celular
- Causa el cierre de estomas

- Antagonico de las giberelinas
- Inhibe el crecimiento

### **Acidos Humicos y Fulvicos**

Existen otros productos como los ácidos humicos y fulvicos considerados también como estimuladores de crecimiento.

Franco y Bañón (1997) mencionaron que las propiedades atribuibles a los ácidos humicos y fulvicos 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 Aplicación de Hormonas en la Germinación de Semillas**

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 plaguicida (P) y utilizando este último como testigo, encontraron que en plántulas de maíz la emergencia inicial fue incrementada por tratamientos de BPP DC + P en un 23.3 por ciento y BPP DA + P en un 39.3 por ciento con respecto al testigo. En frijol 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*, *Sécale 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.

Las citoquininas tiene efectos estimulantes en la germinación de varias especies de semillas. En frijol, Gepstein *en llan* (1979) establecieron que las citoquininas ejercen un efecto promotor en la actividad amilolítica en los cotiledones; así promueve 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 establece 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 sustituidos por la quinetina o zeatina, 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 *en llan*, 1980).

González (1989) demostró que con la aplicación de Biozyme TS en semillas de trigo con baja viabilidad (75 por ciento), la semilla incrementa la velocidad de germinación en un 36.25 por ciento, así como el vigor de plántulas; además de que incremento la velocidad de germinación en un 41.5 por ciento en semillas con un 100 por ciento de viabilidad con relación al testigo. Mientras que en semillas de sorgo que presentaron viabilidad de 64 y 65 por ciento se incrementaron en un 9.5 y 3.25 respectivamente, reduciendo el número de plántulas anormales y aumentando la velocidad de germinación.

Campos (1994) encontró que el tratamiento con Biozyme mejora significativamente la velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, número de hojas primarias en la primera fecha de plantación del maíz dulce y el porcentaje de emergencia, peso seco de planta y el número de hojas primarias en la segunda plantación. Sin embargo en frijol el tratamiento reduce significativamente la velocidad de emergencia, el porcentaje de emergencia en la primera plantación temprana, mientras

que para la segunda plantación se incrementa significativamente el porcentaje de emergencia, el peso seco de plántula y el peso seco de la semilla. La aplicación de Biozyme en frijol y maíz dulce incrementó el porcentaje de germinación, pero esta no mejoró la velocidad de germinación bajo condiciones de laboratorio.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Experimento**

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo Agosto- Noviembre del 2001 en el laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas de la Universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro “, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

### **Material Genético**

El material genético utilizado fueron semillas de maíz (*Zea mays L.*) y Trigo (*Triticum aestivum L.*), que fueron proporcionados por los programas respectivos de la Universidad, los cuales fueron producidos durante el ciclo primavera 2001, las semillas fueron tomadas al azar y seleccionadas de acuerdo a un tamaño mediano y de buena apariencia.

### **Tratamientos**

Se utilizaron cinco productos a base de hormonas de crecimiento que favorecen el desarrollo de la germinación. Estos productos se evaluaron a diferentes concentraciones (baja, media y alta), mas dos testigos, para obtener 17 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento. Lo cual resulto un total de 68 unidades experimentales por especie.

### Descripción de los Tratamientos

Los productos que se utilizaron fueron aplicados a las dos especies de semillas, los cuales se describen en los Cuadros 3.1 al 3.5.

**Cuadro 3.1** Dosis de Biozyme TS (H1) utilizados en semillas de maíz y trigo.

CULTIVO	DOSIS			TIEMPO DE INMERSION (minutos)
	BAJA cc/500ml agua /100kg semilla	MEDIA cc/500ml agua /100kg semilla	ALTA Cc/500ml agua /100kg semilla	
Maíz	100	200	300	10
Trigo	50	100	200	10

**Cuadro 3.2** Dosis de Biozyme PP (H2) utilizados en semillas de maíz y trigo.

CULTIVO	DOSIS		
	BAJA gr/100gr semilla	MEDIA Gr/100gr semilla	ALTA Gr/100gr semilla
Maíz	0.25	0.50	1.0
Trigo	0.25	0.50	1.0

**Cuadro 3.3** Dosis de Acido Fúlvico (H3) utilizados en semillas de maíz y trigo.

CULTIVO	DOSIS			TIEMPO DE INMERSION (minutos)
	BAJA cc/500ml agua /100kg semilla	MEDIA cc/500ml agua /100kg semilla	ALTA cc/500ml agua /100kg semilla	
Maíz	50	100	150	10
Trigo	100	300	600	10

**Cuadro 3.4** Dosis de GBM044 (H4) utilizados en semillas de maíz y trigo.

CULTIVO	DOSIS			TIEMPO DE INMERSION (minutos)
	BAJA (ppm)	MEDIA (ppm)	ALTA (ppm)	
Maíz	100	200	300	10
Trigo	100	200	300	10

**Cuadro 3.5** Dosis de Giberelinas (H5) utilizados en semillas de maíz y trigo.

CULTIVO	DOSIS			TIEMPO DE INMERSION (minutos)
	BAJA (ppm)	MEDIA (ppm)	ALTA (ppm)	
Maíz	300	600	900	10
Trigo	300	600	900	10

**Cuadro 3.6** Relación de tratamientos a evaluar en semillas de maíz y trigo.

Tratamiento	Producto	Dosis (maíz)	Dosis (trigo)
1	Biozyme TS	100 ml	50ml
2		200 ml	100 ml
3		300 ml	200 ml
4	Biozyme PP	0.25 gr.	0.25 gr.
5		0.5 gr.	0.5 gr.
6		1 gr.	1 gr.
7	Acido Fulvico	50 ml	100 ml
8		100 ml	300 ml
9		150 ml	600 ml
10		100 ppm	100 ppm

11	GBM044	200 ppm	200 ppm
12		300 ppm	300 ppm
13	Acido Giberelico	300 ppm	300 ppm
14		600 ppm	600 ppm
15		900 ppm	900 ppm
16	Testigo sin agua		
17	Testigo con agua		

### **Descripción de los Productos**

El Biozyme TS (H1), es un estimulante hormonal de origen natural para el tratamientos de semillas, que viene en presentación liquido. La acción principal sobre la semilla es la de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva, promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejora el desarrollo del sistema radicular.

El Biozyme PP (H2), es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas, viene en presentación de polvo. La acción principal sobre la semilla es la de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva, promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejorar el desarrollo del sistema radicular y área foliar de la planta.

Biozyme PP (H2) hace que la semilla y plántula, durante su primera etapa de crecimiento manifieste su máximo potencial genético natural.

El ácido Fúlvico (H3) es un producto experimental formulado a base de ácido Fúlvico y elementos menores, por razones confidenciales de la empresa no se proporciona su formulación

El GBM044 (H4) es un producto experimental a base de giberelinas y elementos menores y por razones confidenciales de la empresa no se proporciona su formulación.

Acido Giberélico (H5) es un producto a base de giberelinas que viene en presentación de polvo.

Mas los testigos con agua y sin agua.

Es importante destacar que se utilizó Bionex a razón de 1 cc/lit de agua, cuya función es como coadyuvante de la H1 y H3 en la aplicación del producto a la semilla.

### **Variables Evaluadas en Laboratorio**

#### **Germinación Estándar**

Se realizó conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose cuatro repeticiones de 25 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” o ”tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación a una temperatura de 25°C, registrándose las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar.

#### **Plantulas Anormales**

Son aquellas que presentan una combinación de defectos en sus estructuras esenciales que limitan la continuación de su crecimiento y desarrollo. Estos defectos son bien marcados y varían según las especies.

#### **Longitud Media de Plúmula**

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula provinieron de la prueba de germinación estándar, que al final del ensayo se midieron las longitudes de las plúmulas que están situadas en cada línea paralela. El numero de plúmulas que quedaron entre dos paralelas fue multiplicado por el valor medio de



dichas paralelas y los productos se sumaron. La longitud total se divide entre el número de semillas utilizadas, siguiendo la fórmula.

$$L = \frac{(nX_1 + nX_2 + \dots + nX_{11})}{25}$$

en donde:

L= Longitud media de la plúmula

n= Número de plúmula entre cada par de paralelas

X= Distancia media desde la línea central

### **Longitud Media de Radícula**

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de radícula provinieron de la prueba de germinación estándar, en las cuales, las mediciones son reportadas en centímetros. La longitud de radícula total se tomó de 10 plántulas normales y dividiéndose entre el número total de estas para obtener su promedio.

### **Peso Seco de Plántula**

Las plántulas normales que se obtuvieron de las pruebas de germinación estándar, se colocaron en bolsas de papel destaza perforadas, estas fueron sometidas a un proceso de secado a 65 °C durante 24 horas, el resultado se expresó en miligramos por planta (mg/planta). Para la obtención de peso seco se eliminó el mesocotilo de la semilla, además del coléoptilo para la obtención de esta variable.

## **Análisis Estadístico**

Para la evaluación de los parámetros de laboratorio, se realizó un análisis de varianza con arreglo completamente al azar para cada especie de semillas. Posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias para aquellas variables que presentaron diferencias significativas, utilizando la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05.

### **Modelo Lineal (Por Especie)**

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + E_j$$

Donde:

$Y_i$  = Valor observado

$\mu$  = Efecto de la media

$t_i$  = Efecto de los tratamientos

$E_j$  = Error Experimental

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **Maíz**

#### **Análisis de Varianza**

En el Cuadro 4.1 Se presentan los cuadrados medios y su significancia para las variables evaluadas en semillas de maíz realizadas bajo condiciones de laboratorio. En dicho cuadro se observa que en la fuente de tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas para las variables del primer conteo de germinación (PCG), germinación estándar final (GSF), plántulas anormales (PA), longitud media de plúmula (LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco de plántula (PS). En cuanto a los coeficientes de variación, estos fueron bajos oscilando entre 8.81 y 11.01, con excepción del peso seco de plántula quien registro 17.64 por ciento.

Debido a lo anterior se procedió a realizar la comparación de medias de los tratamientos utilizando la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS), al nivel del 0.05 de probabilidad.

**Cuadro 4.1** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables evaluadas en semilla de maíz.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PGC</b>	<b>GSF</b>	<b>PAG</b>	<b>LMP</b>	<b>LMR</b>	<b>PS</b>
<b>Trat.</b>	16	232.235**	227.471**	113.07**	7.230**	3.66**	177706.250**
<b>Error</b>	51	65.255	73.098	56.69	0.603	1.214	24656.863
<b>C.V. (%)</b>		10.22	11.01	10.22	10.57	8.81	17.64

**PCG**= Primer conteo de germinación

**GSF**= Germinación estándar FINAL

**PA**= Plántulas anormales

**LMP**= Longitud media de plúmula

**LMR**= Longitud media de radícula

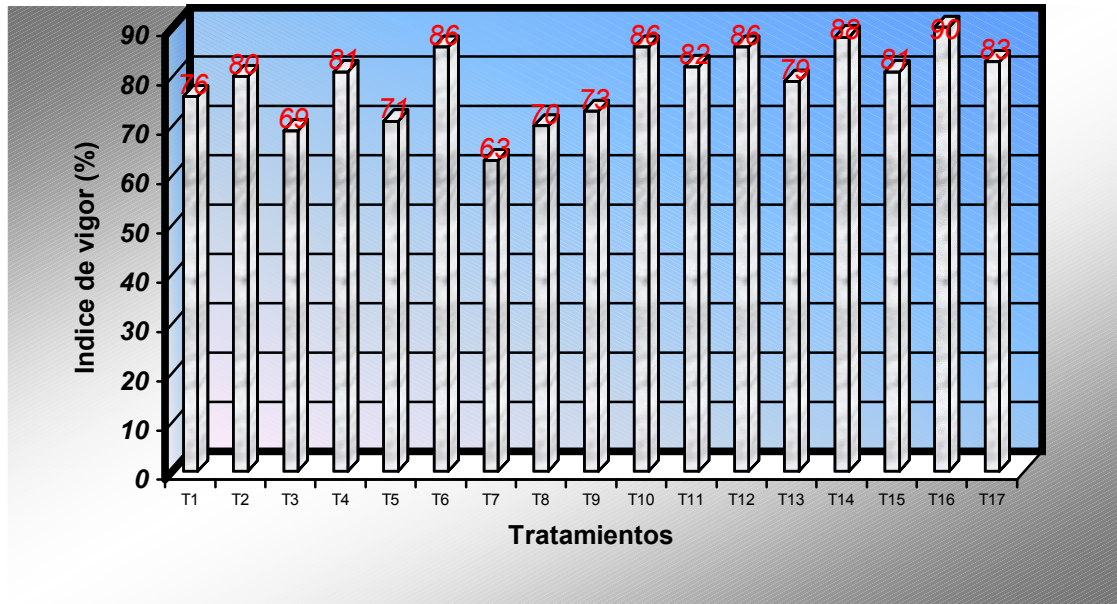
**PS**= Peso seco de plántula

## **Comparación de Medias**

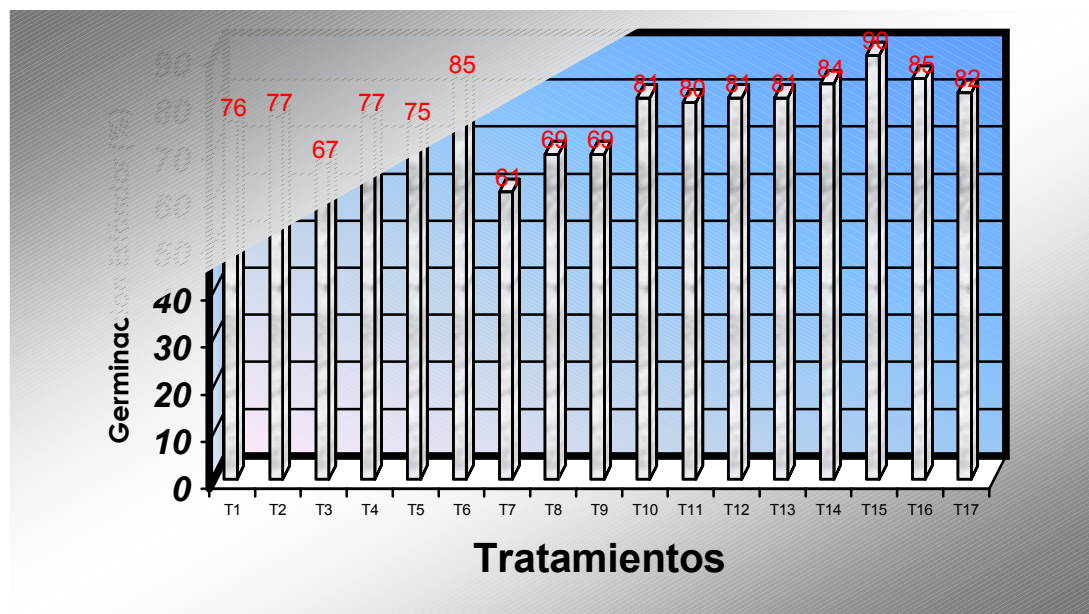
### **Primer Conteo de Germinación**

En el Cuadro 4.2 se presenta la comparación de medias para el primer conteo de germinación, donde se observó que el testigo sin agua registró un 90 por ciento de índice de vigor, mientras que el tratamiento con ácido giberélico en dosis de 600 ppm, presentó 88 por ciento, ambas fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de los tratamientos, donde los valores más bajos los registró el ácido fulvico en dosis de 50 ml, obteniéndose un 63 por ciento, superada por el Biozyme TS en dosis de 300 ml con un porcentaje de 69 por ciento, inclusive por debajo del testigo con agua quien presentó 83 por ciento. En la Figura 4.1 se aprecia con mas detalle los resultados, en donde el testigo sin agua y el ácido giberelico en su dosis de 600 ppm presentaron en el primer conteo de germinación mejor respuesta. Mientras que el resto de los tratamientos estuvo por debajo del testigo, cabe mencionar que el ácido fulvico en su dosis baja registró un 63 por ciento, lo que hace que sea el peor tratamiento, pero cabe señalar que a medida que se incrementa la concentración o dosis del producto podemos observar como aumentó el porcentaje, lo cual esto nos indica que si aumentamos la concentración de Acido Fulvico podremos obtener mejores resultados. Por lo que respecta al GBM044, podemos decir

que su comportamiento es bueno, ya que se encuentra por arriba de los productos comerciales.



**Figura 4. 1** Por ciento de índice de vigor al cuarto día de siembra en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.



**Figura 4.2** Por ciento de germinación estándar final al séptimo día en maíz bajo condiciones de laboratorio.

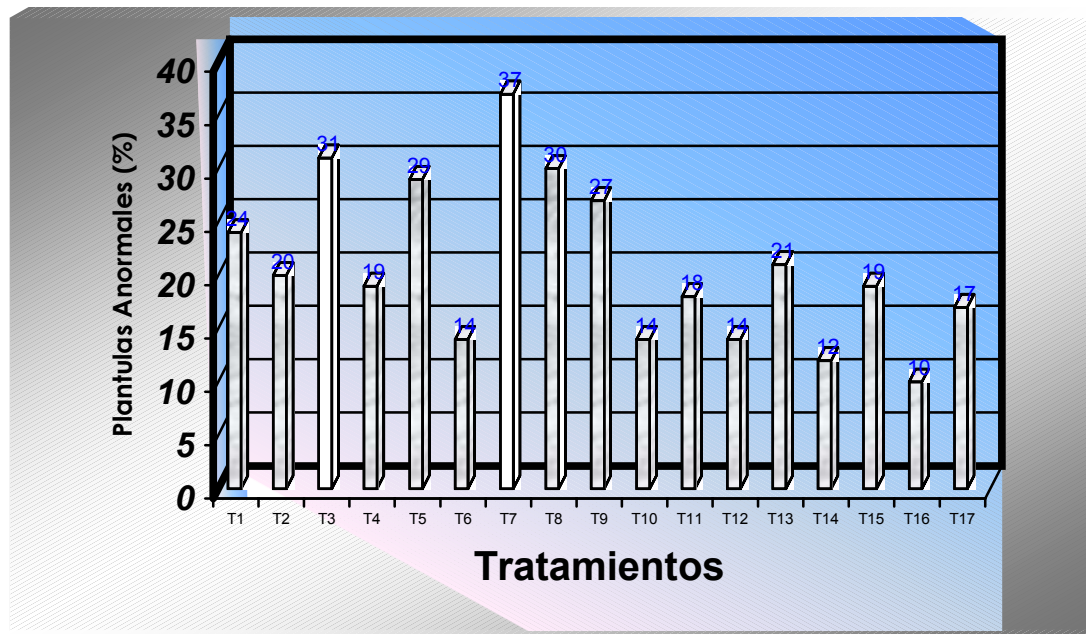
### **Germinación Estándar**

En esta variable se encontró que el ácido giberélico en su dosis de 900 ppm presentó un 90 por ciento, seguidas por Biozyme PP y testigo sin agua, quienes registraron un 85 por ciento. En cambio, los tratamientos que contenían ácido fulvico registraron ser los más bajos en germinación al presentar 61 y 69 por ciento para las dosis baja, media y alta respectivamente. De igual manera, el Biozyme TS a dosis de 300 ml registró una germinación del 67 por ciento. También se observó que entre los tratamientos, el ácido giberélico registró ser el que presentó las más altas germinaciones, apreciándose que a medida que se incrementa la dosis la germinación aumenta en forma 81, 84 y 90 por ciento respectivamente. En la Figura 4.2 se aprecia mejor los resultados obtenidos, donde la semilla tratada a base de ácido giberelico en su dosis de 900 ppm obtuvo el valor mas alto, ya que estuvo por arriba de los testigos, en la gráfica se observa que a medida que se incrementa la dosis los resultados son mejores para esta variable, con esto nos podemos dar cuenta que si existe una ganancia y que se debe a la acción de las giberelinas. Mientras que los resultados mas bajos los presentó el Biozyme PP en su dosis de 300 ml y el ácido fulvico en su dosis de 50 ml. En lo que respecta al ácido fulvico observamos nuevamente que a medida que se aumenta la dosis tenemos mejores resultados.

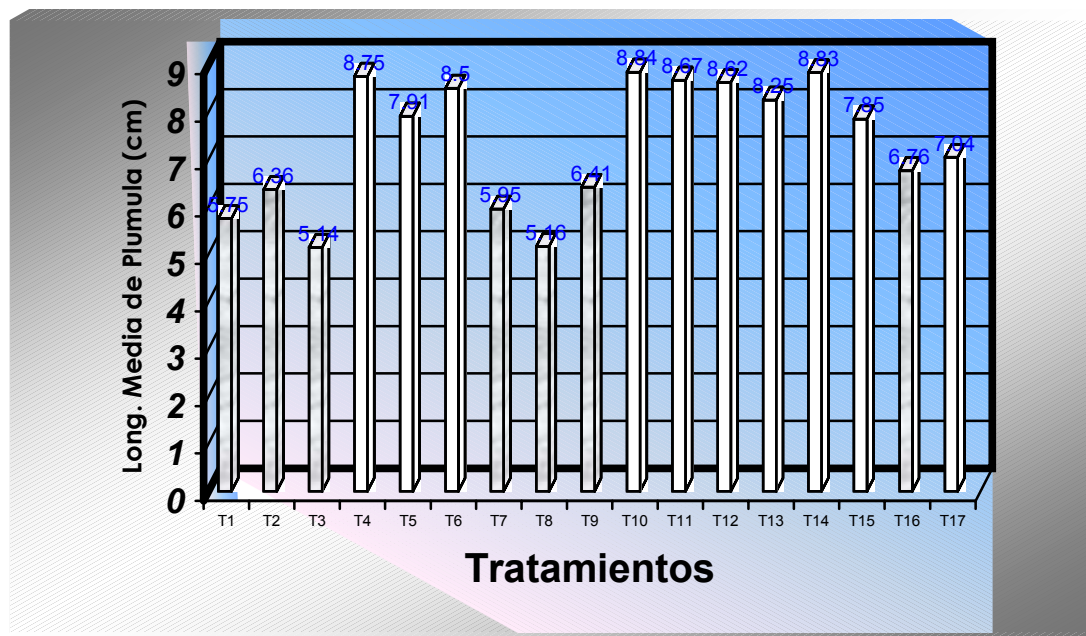
### **Plántulas Anormales**

En esta variable se encontró que el Biozyme TS en su dosis de 100 ml., ácido giberelico en su dosis de 300 ppm y el testigo con agua fueron quienes registraron el menor por ciento de plántulas anormales, mientras que el Biozyme PP en su dosis de 0.5 gr. y el ácido fulvico en su dosis de 50 y 100 ml. mostraron la mayor proporción de plántulas anormales. Lo cual en la Figura 4.3 se aprecia mejor la semilla tratada a base de Biozyme TS en su dosis de 100 ml y el ácido giberelico en su dosis baja manifiestan tener menor por ciento de anomalidad para esta variable, también se observó que no

existió un efecto positivo de los bioestimuladores aplicados a diferencia de los dos tratamientos mencionados, ya que se comportaron igual al testigo con agua, ya que los demás tratamientos estuvieron por debajo del testigo.



**Figura 4.3** Plántulas anormales al séptimo día de germinación en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio



**Figura 4.4** Longitud media de plúmula al séptimo día de germinación en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.

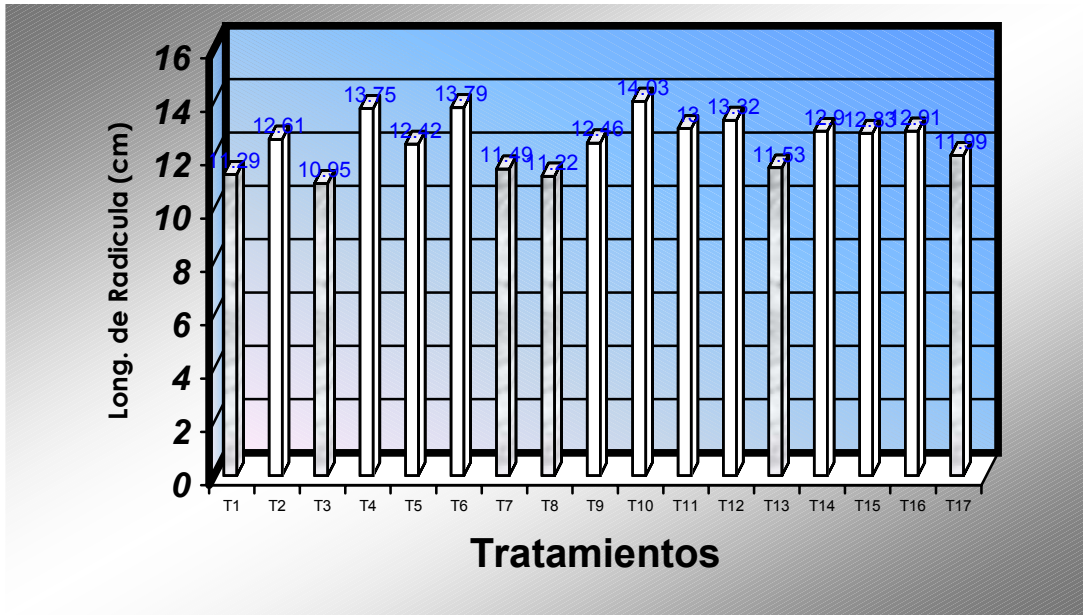


### **Longitud Media de Plúmula**

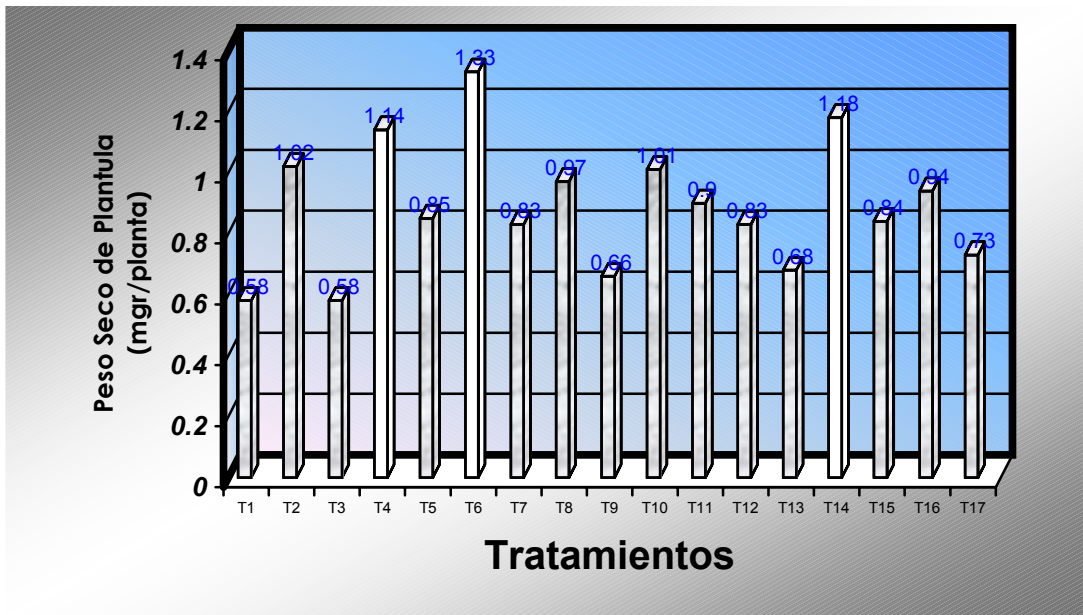
En longitud media de plúmula se observó que en las medias registradas en los productos GBM044 y ácido giberélico en sus diferentes dosis no presentaron diferencias estadísticas entre sí, al igual que en Biozyme PP en dosis baja y alta, al registrar longitudes similares oscilando estas de 8.25 a 8.84 cm. en cambio, el ácido fulvico en su dosis media y el Biozyme TS en su dosis alta presentaron longitudes de 5.16 y 5.14 respectivamente, siendo estas las más bajas. La Figura 4.4 se observó que la semilla de maíz tratada con GBM044, es la que presentó en sus diferentes dosis un buen comportamiento, donde el valor mas alto lo registró con 8.84 cm., lo cual nos indica que existe un estímulo sobre la longitud de plúmula, seguido del ácido giberelico quien presentó resultados positivos, mientras que el valor mas bajo lo obtuvo el Biozyme TS en su dosis alta.

### **Longitud Media de Radícula.**

En esta variable, el GBM044 en dosis de 100 ppm sobresalió del resto de los tratamientos al presentar 14.03 cm, seguido por el Biozyme PP en su dosis de 1 gr. al presentar 13.795 cm. En cambio en Biozyme TS en dosis de 300 ml presentó la menor longitud de raíz con 10.95 cm., también se pudo observar que los tratamientos a base de Acido Giberélico y GBM044 presentaron longitudes arriba de las medias, lo cual es indicativo de la acción estimulante de las giberelinas en el proceso fisiológico de la raíz. En la Figura 4.5 se observó que con respecto al testigo, la semilla tratada con GBM044 en su dosis de 100 ppm superó a los testigos, y es la que presentó la mayor longitud de radícula, lo cual nos indica que a bajas concentraciones su acción estimulante es mayor, mientras que el ácido giberelico y el Biozyme PP manifestaron también su acción estimulante al superar a los testigos en sus dosis baja y alta. Mientras que el Biozyme TS y el Acido Fulvico presentaron las longitudes mas bajas, lo cual nos indica que existe un efecto inhibitor sobre las semillas.



**Figura 4.5** longitud media de radícula al séptimo día de germinación en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.



**Figura 4.6** peso seco de plántula al séptimo día de germinación en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.

## Peso Seco de Plántula

El Biozyme PP en su dosis alta sobresale del resto de los tratamientos al presentar 1.337 mg/planta, siguiendo el ácido giberélico en su dosis media con 1.18 mg/planta. En cambio el ácido fulvico y el Biozyme TS en su dosis altas registraron el menor peso de plántula al presentar 0.660 y 0.580 mg/planta. En la Figura 4.6 se observa mejor que el tratamiento que obtiene el mayor peso seco es el Biozyme PP en su dosis alta, seguido por el ácido giberelico en su dosis de 600 ppm, mientras que el Biozyme TS fue el que presentó los resultados mas bajos, esto viéndose reflejado por las variables anteriores, donde los resultados no fueron favorables.

**Cuadro 4.2** Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla de maíz bajo condiciones de laboratorio.

Producto	PCG (%)	GSF (%)	PAG (%)	LMP (Cm)	LMR (Cm)	PS (GR)
Biozyme Ts 100ml	76.000BCDEF	76.000BCD	24BCDEF	5.758EF	11.290EFG	0.587H
Biozyme Ts 200ml	80.000 ABCDEF	77.000BCD	20ABCDEF	6.365DE	12.618ABCDEF	1.027BCD
Biozyme Ts 300ml	69.000 FG	67.000DE	31FG	5.148F	10.955G	0.580H
Biozyme pp 0.25gr.	81.000ABCDE	77.000BCD	19ABCDE	8.757*	13.750AB	1.140ABC
Biozyme pp 0.5gr.	71.000 DEFG	75.000BCD	29DEFG	7.910AB	12.422BCDEFG	0.855DEFG
Biozyme pp 1gr.	86.000 AB	85.000AB	14AB	8.503*	13.795AB	1.337*
Acido Fulvico 50ml.	63.000G	61.000E	37G	5.955DEF	11.492DEFG	0.832DEFG
Acido Fulvico 100ml.	70.000EFG	69.000CDE	30EFG	5.160F	11.220FG	0.977BCD
Acido Fulvico 150ml.	73.000CDEFG	69.000CDE	27CDEFG	6.410DE	12.460BCDEFG	0.660GH
GBM 100ppm	86.000AB	81.000ABC	14AB	8.842*	14.030A	1.010BCD
GBM 200ppm	82.000ABCD	80.000ABC	18ABCD	8.677*	13.007ABCD	0.902DEF
GBM 300ppm	86.000AB	81.000ABC	14AB	8.625*	13.320ABC	0.835DEFG
AG3 300ppm	79.000ABCDEF	81.000ABC	21ABCDEF	8.255*	11.538DEFG	687.500FGH
AG3 600ppm	88.000A	84.000AB	12*	8.830*	12.908ABCD	1.185AB
AG3 900ppm	81.000ABCDE	90.000A	19ABCDE	7.853ABC	12.830ABCDE	0.840DEFG
T.s/a	90.000A	85.000AB	10*	6.763CDE	12.912ABCD	0.942CDE
T.c/a	83.000ABC	82.000AB	17ABC	7.047BCD	11.993CDEFG	0.730EFGH

**PCG**= Primer conteo de germinación

**GSF**= Germinación estándar de final

**PA**= Plantulas anormales

**LMP**= Longitud media de plúmula

**LMR**= Longitud media de radícula

**PS**= Peso seco de plántula

## Trigo

### Análisis de Varianza

En el Cuadró 4.3 se presentan los cuadrados medios y su significancia para las variables evaluadas en semilla de trigo, realizadas bajo condiciones de laboratorio. En dicho cuadro se aprecia que en la fuente de tratamientos se encontraron diferencias altamente significativa para las variables del primer conteo de germinación, germinación estándar final, plántulas anormales, longitud media de radícula y peso seco de plántula. En el caso de longitud media de plúmula no se presentó significancia alguna en los tratamientos. En cuanto a los coeficientes de variación estos fueron bajos, oscilando entre 4.12 y 8.41 con excepción del primer conteo de germinación quien registró el 13.45 por ciento.

**Cuadro 4.3** Cuadrado medio y significancia del análisis de varianza en las variables evaluadas en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PCG</b>	<b>GSF</b>	<b>PAG</b>	<b>LMP</b>	<b>LMR</b>	<b>PS</b>
<b>Trat</b>	16	1416.941**	44.030**	57.954**	0.503	3.335**	1222.610**
<b>Error</b>	51	107.529	15.843	29.974	0.458	1.021	391.176
<b>C.V. (%)</b>		13.45	4.12	6.58	8.41	7.12	7.55

**PCG**= Primer conteo de germinación

**GSF**= Germinación estándar final

**PA**= Plántulas anormales

**LMP**= Longitud media de plúmula

**LMR**= Longitud media de radícula

**PS**= Peso seco de plántula

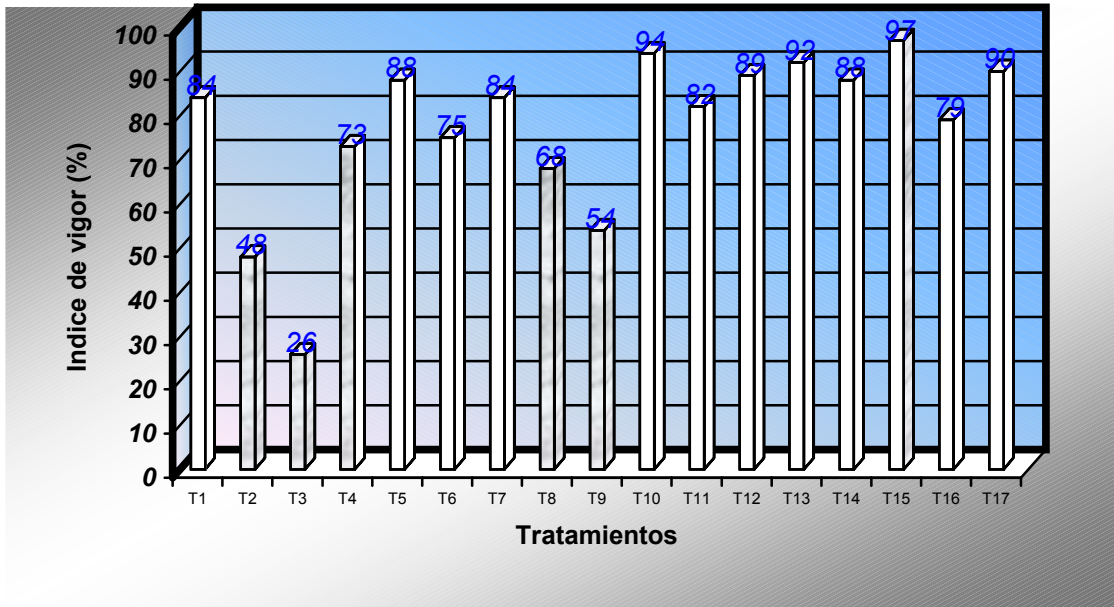
## **Comparación de Media**

### **Primer conteo de Germinación**

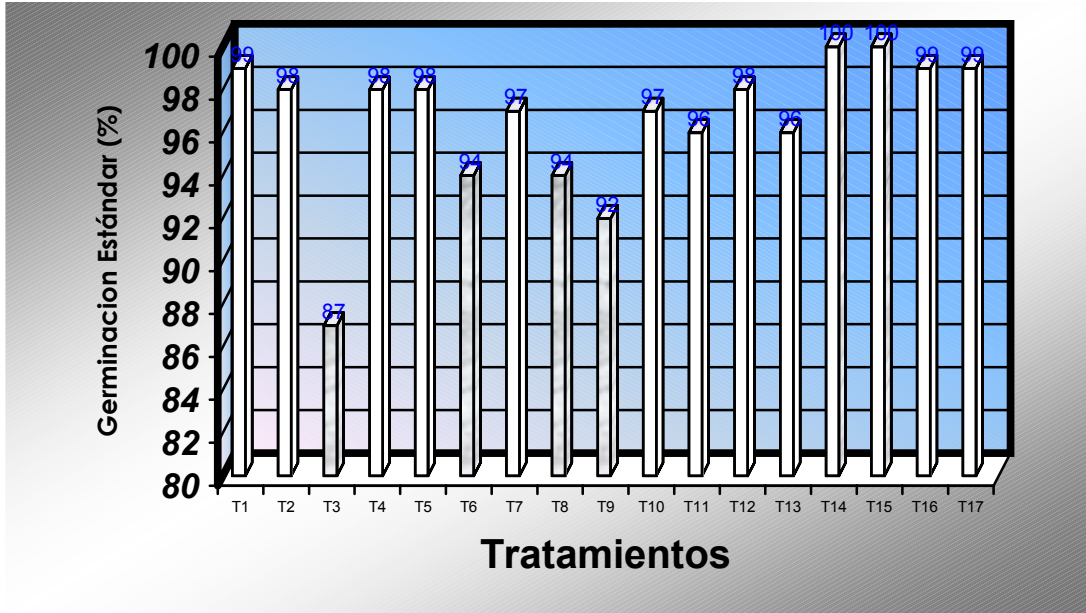
En el Cuadro 4.4 se aprecia que el ácido giberélico en dosis de 900 ppm presentó un 97 por ciento de índice de vigor, el cual es superior al resto de los tratamientos. Mientras que el Biozyme TS en su dosis de 200 ml resultó ser el tratamiento con menor porcentaje de vigor al presentar un 26 por ciento. En el caso del ácido fulvico se observó que conforme se baja la dosis el vigor de la semilla se incrementa. En la Figura 4.7 se aprecia mejor que la semilla tratada con Biozyme TS en su dosis de 100 y 200 ml se observó claramente que inhibe o retarda el proceso de germinación, al igual que el Acido Fulvico, sin embargo se pudo observar que en su dosis baja es donde se manifestó mejor el resultado al igual que el Biozyme TS. Mientras que el ácido giberelico y el GBM044 presentaron los mejores resultados en algunas dosis con respecto al testigo, lo que indica que existió un estímulo en la semilla de trigo.

### **Germinación Estándar**

Con relación a la germinación estándar final, los resultados obtenidos nos indicaron que el ácido giberélico en sus dosis de 600 y 900 ppm presentó un 100 por ciento, seguidas por el Biozyme TS en su dosis de 50 ml, Testigo sin agua y Testigo con agua, quienes registraron un 99 por ciento respectivamente. El tratamiento que presentó el menor por ciento de germinación (87) fue el Biozyme TS en su dosis de 200 ml, en este producto se observó que a menor concentración del producto el porcentaje de germinación se incrementa, comportamiento similar lo presentó el ácido fulvico. En la Figura 4.8 se observó mejor que el Biozyme TS en su dosis baja, es donde manifestó nuevamente su mejor resultado, al igual que el ácido fulvico al tener el mayor por ciento de plántulas normales, mientras que el Biozyme PP en sus dosis de 0.25 y 0.5 gr. no hubo diferencia estadística con respecto al testigo con agua.



**Figura 4.7** Por ciento de índice de vigor al cuarto día de siembra en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio.



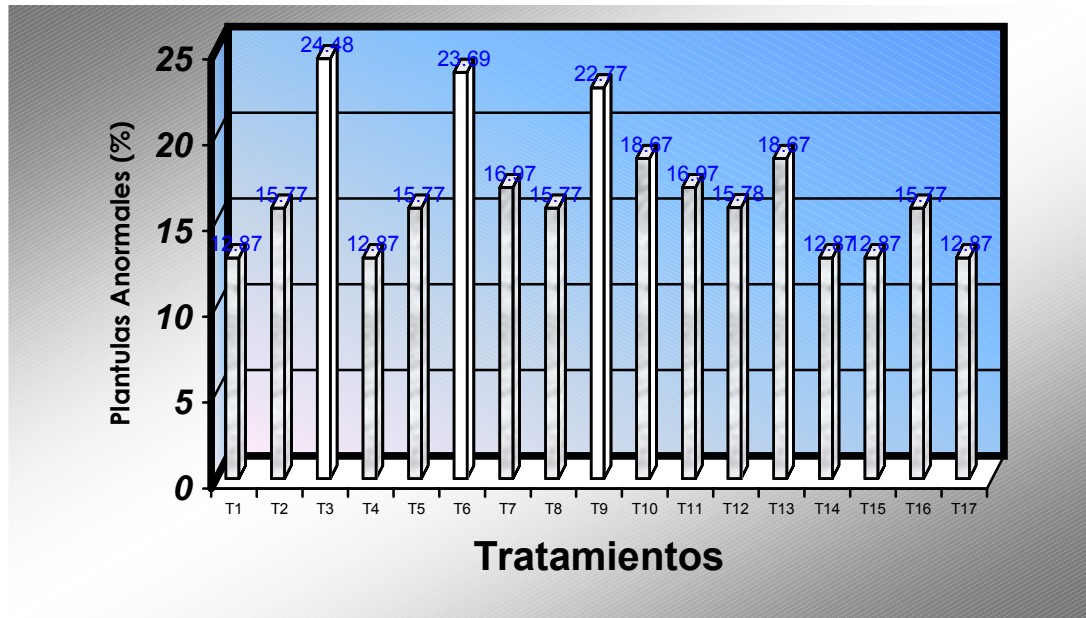
**Figura 4.8** Por ciento de germinación estándar final al séptimo día en trigo bajo condiciones de laboratorio.

## **Plántulas Anormales**

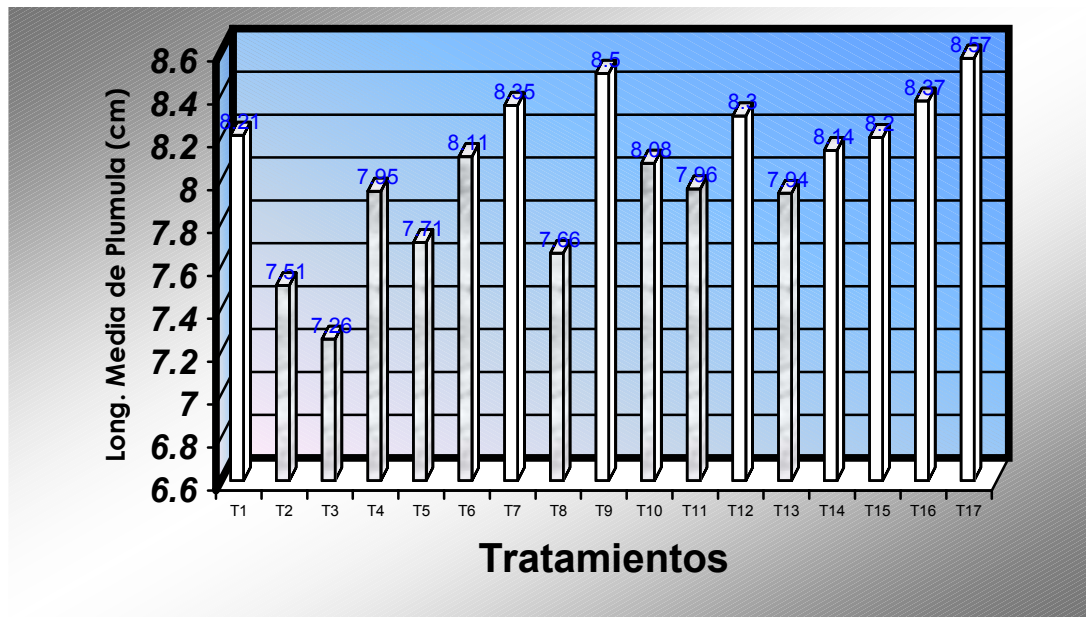
Para plántulas anormales los mejores resultados lo obtuvieron los tratamientos a base de Biozyme TS en su dosis de 50 ml. y Biozyme PP en su dosis de 0.25 gr., al igual que el Acido Giberelico en su dosis media y alta, así como el Testigo con agua. Mientras que el tratamiento que presentó mayor porcentaje de plántulas anormales fue el Biozyme TS en su dosis de 200 ml. y el Biozyme PP en su dosis alta. En la Figura 4.9 se observó claramente que la aplicación de bioestimuladores ha estas concentraciones no fueron las mas indicadas ya que no presentaron resultados favorables con respecto al testigo aunque el Biozyme TS en su dosis baja, es donde manifiesta nuevamente su mejor resultado al igual que el ácido fulvico. El producto que presentó el más alto por ciento de plántulas anormales es el Biozyme TS en su dosis alta.

## **Longitud Media de Plúmula**

Para la longitud media de plúmula se observó que el ácido fulvico en dosis de 600 ml y el testigo con agua no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo, estos valores superan a los demás tratamientos al presentar 8.50 y 8.57 cm, seguidos por el Acido Fulvico (8.35) en concentraciones de 100 ml, GBM044 en dosis de 300 ppm y testigo sin agua, quienes presentaron longitudes de 8.35, 8.30 y 8.37 cm. respectivamente. En contraste las longitudes mas bajas las presentaron el Biozyme TS en dosis de 100 y 200 ml. con 7.51 y 7.26 cm. En la Figura 4.10 se observó que la semilla que se trato con ácido fulvico en dosis de 600 ml. es el que presentó un comportamiento igual al testigo con agua al presentar 8.5 cm., esto nos indica que los demás tratamientos estuvieron por debajo de lo esperado. El tratamiento que presentó ser el mas inhibido fue el Biozyme TS en su dosis de 200 ml. al presentar 7.26 cm., esta baja longitud se acentua a medida que la dosis se incrementa, ya que a mayor dosis menor longitud y a menor dosis mayor longitud.



**Figura 4.9** Plántulas anormales al séptimo día de germinación en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio



**Figura 4.10** Longitud media de plúmula al séptimo día de germinación en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio.

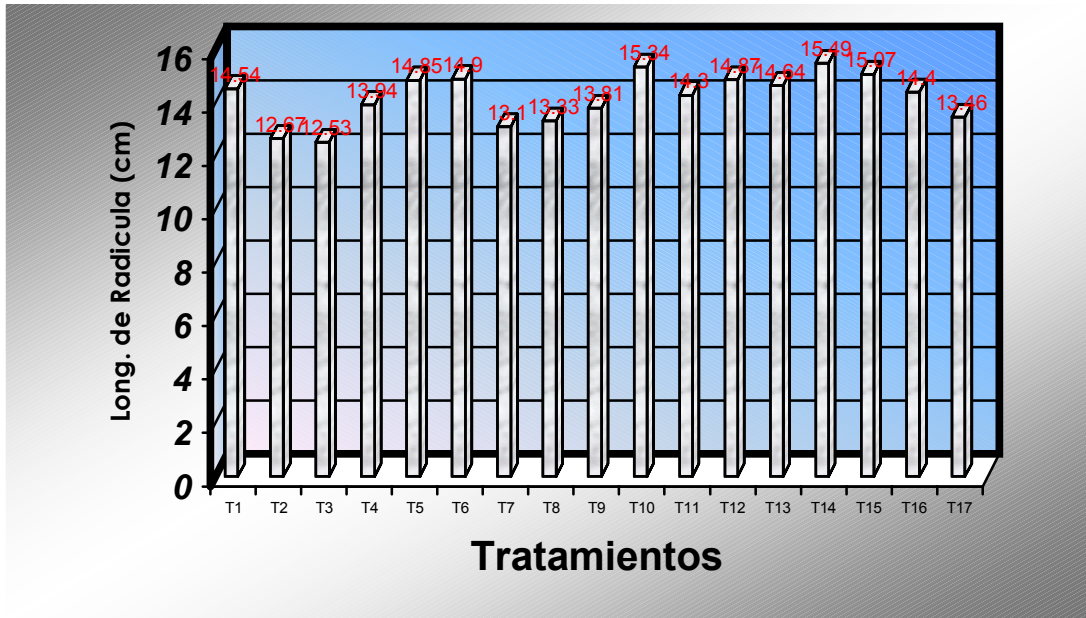


### **Longitud Media de Radícula**

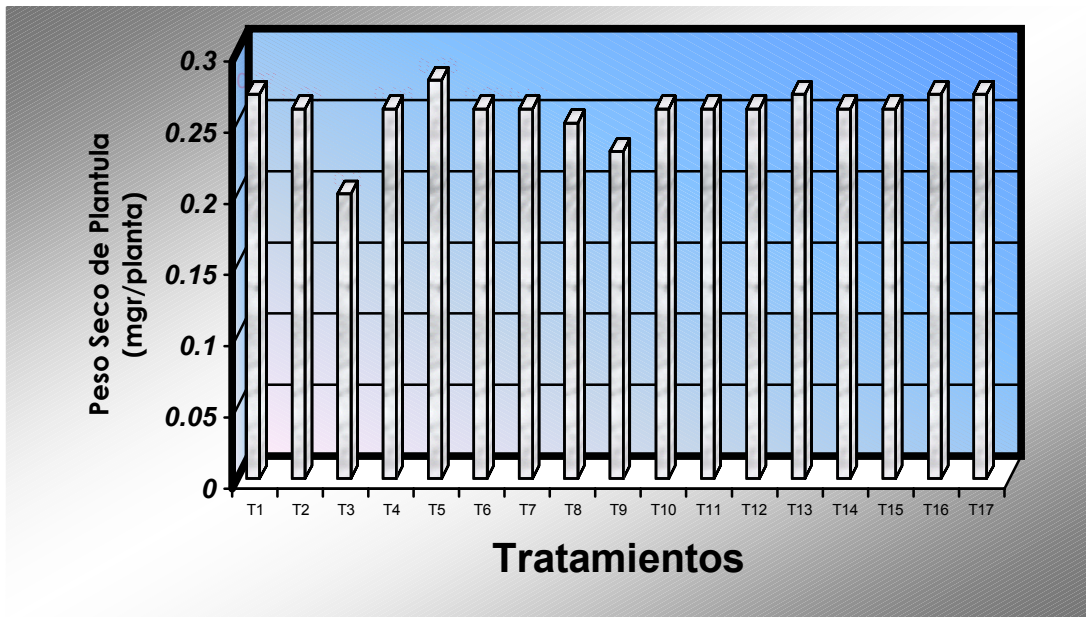
En longitud media de radícula se observó que el Acido Giberélico en dosis de 600 ppm registró la mayor longitud al presentar 15.498 cm, seguido por GBM044 en dosis de 100 ppm con 15.48 cm. Por el contrario, los tratamientos mas bajos fueron para el Biozyme TS en dosis media y baja con 12.67 y 12.53 cm. Observándose que dicho crecimiento disminuye a medida que se incrementa la dosis del producto. En la Figura 4.11 podemos ver que la semilla de trigo tratada a base de ácido giberelico y GBM044 en sus diferentes dosis fueron superiores al testigo, al igual que el Biozyme TS en sus dosis de 50 ml.y el Biozime PP en su dosis media y alta, por lo que podemos señalar que estos productos en sus dosis antes citada promueven el desarrollo radicular, mientras que el Biozyme TS en sus dosis de 100 y 200 ml. inhiben fuertemente el desarrollo radicular al igual que el ácido fulvico.

### **Peso Seco de Plántula**

En peso seco de plántula se encontró que Biozyme PP en dosis de 0.5 gr presentó el valor más alto con un peso de 0.287 mg/planta, seguido del Biozyme TS en dosis de 50 ml obteniendo 0.270 mg/planta. En cambio, el Biozyme TS en dosis de 200 ml presentó el menor peso de plántula al registrar 0.207 mg/planta. Este resultado es reflejo de que hay un efecto inhibidor en el desarrollo de la plúmula y radícula, lo cual trae como consecuencia que la proporción de materia seca sea menor. En la Figura 4.12 se aprecia mejor que la semilla de trigo que fue tratada con Biozyme PP en su dosis de 0.5 gr. presentó el máximo peso al registrar .280 mgr/planta, superando a los testigos y al resto de los tratamientos. Mientras que el Biozyme TS en su dosis de 200 ml. presentó el peso mas bajo con 0.207 mgr/planta. Esto viéndose reflejado por la variables de plántulas normales, anormales, longitud media de plúmula y longitud media de radícula, en donde este producto obtuvo resultados desfavorables siendo el menos efectivo para este cultivo en su dosis de 200 ml.



**Figura 4.11** Longitud media de radícula al séptimo día de germinación en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio.



**Figura 4.12** Peso seco de plántula al séptimo día de germinación en semilla de trigo bajo condiciones de laboratorio.

**Cuadro 4.4** Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla de trigo.

Producto	PCG (%)	GSF (%)	PAG (%)	LMP (Cm)	LMR (Cm)	PS (gr)
Biozyme Ts 50ml	84.000ABCDE	99.000AB	12.87A	8.212ABC	14.543ABCDE	0.270AB
Biozyme Ts 100ml	48.000H	98.000AB	15.77AB	7.517BC	12.675G	0.260ABC
Biozyme Ts 200ml	26.000 I	87.000D	24.48C	7.263C	12.532G	0.207D
Biozyme pp 0.25gr.	73.000EF	98.000AB	12.87A	7.955ABC	13.947BCDEFG	0.262ABC
Biozyme pp 0.5gr.	88.000ABCD	98.000AB	15.77AB	7.715ABC	14.850ABCD	0.287A
Biozyme pp 1gr.	75.000DEF	94.000BC	23.69C	8.110ABC	14.928ABC	0.260ABC
Acido Fulvico 100ml.	84.000ABCDE	97.000ABC	16.97ABC	8.355AB	13.105FG	0.265ABC
Acido Fulvico 300ml.	68.000FG	94.000BC	15.77AB	7.660ABC	13.335EFG	0.255BC
Acido Fulvico 600ml.	54.000GH	92.000CD	22.77BC	8.508A	13.812CDEFG	0.237C
GBM 100ppm	94.000AB	97.000ABC	18.67ABC	8.085ABC	15.348AB	0.267AB
GBM 200ppm	82.000BCDEF	96.000ABC	16.97ABC	7.960ABC	14.303ABCDEF	0.265ABC
GBM 300ppm	89.000ABCD	98.000AB	15.78AB	8.308AB	14.870ABCD	0.267AB
AG3 300ppm	92.000ABC	96.000ABC	18.67ABC	7.945ABC	14.645ABCDE	0.277AB
AG3 600ppm	88.000ABCD	100.000A	12.87A	8.140ABC	15.498A	0.265ABC
AG3 900ppm	97.000A	100.000A	12.87A	8.200ABC	15.075ABC	0.262ABC
T.s/a	79.000CDEF	99.000AB	15.77AB	8.375AB	14.407ABCDEF	0.272AB
T.c/a	90.000ABC	99.000AB	12.87A	8.578A	13.467DEFG	0.272AB

**PCG**= Primer conteo de germinación

**GSF**= Germinación estándar de germinación

**PA**= Plantulas anormales

**LMP**= Longitud media de plúmula

**LMR**= Longitud media de radícula

**PS**= Peso seco de plántula

## CONCLUSIONES

El mejor producto en la estimulación de la germinación de maíz y trigo fue el ácido giberelico en dosis de 600 Y 900 ppm , esta ganancia se debe a la acción de las giberelinas a nivel celular.

Las semillas de maíz y trigo tratadas con Biozyme TS en dosis 300 ml. presentó ser la más afectada ya que en casi todas las variables evaluadas presentó los valores bajos, aunque se observó que a dosis de 100 ml. es donde existe una mayor estimulación.

El Biozyme PP en concentraciones de 1 gr. aplicadas en semilla de maíz, presentó mejor comportamiento que en semilla de trigo.

GBM044, se mantuvo por arriba de la media, con respecto a los demás productos, siendo la dosis de 300 ppm la mejor para semilla de maíz. Mientras que en trigo su mejor comportamiento fue en su dosis de 100 y 300 ppm respectivamente.

El ácido fulvico en semilla de maíz se comportó mejor a concentraciones de 150 ml., mientras que a dosis de 50 ml existe un efecto inhibitor sobre su desarrollo.

## Literatura Citada

- 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 AGROCIFAP-Coahuila. Vol. 1:18-21
- Besnier, R., F. 1989. Semillas. Biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. España. P. 637
- 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.S. 1979. Fisiología vegetal. Segunda Edición.
- Bidwell. R.G.S. 1996 Reguladores de crecimiento de las plantas en la Agricultura 8ª. Reimpresión. Ed. Trillas. México. pp. 461-463.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas. Ed. Trillas México. P. 13-20.
- Copeland, L.O. and M.B. Mc Donald. 1895. Principles of seed science and technology 2ª edición de MacMillan Publishing Company. United States of America. p. 321.
- Cronquist. A. 1986. Introducción a la botánica. Segunda Edición. pp 610-612
- De la Garza, J.R. 1976. Fisiología vegetal. Primera Edición Española. P. 29-31.
- De la Rosa, I.M. 1997. Notas del curso de fisiología vegetal. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila.
- Delouche, J.C. 1980. Some thoughts on seed storage. Proc. short course for seedmen. Mississippi State University. Mississippi States. Mississippi. USA.
- Dickson, M. H. 1980. Genetics aspects of Seed quality. Hort. Sci. 15 (6): 771-774. U.S.A.
- Duffus, C. Y C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. Editorial AGT. México.
- Duglas, J. E. 1982. Programas de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie CIAT. (82). Cali, Colombia. pp 123-163.
- Franco, J. A. y S. Banon. 1997. [http://www.ediho.es/horticom/ten\\_aut/sust\\_nut/ahumi](http://www.ediho.es/horticom/ten_aut/sust_nut/ahumi)

- Garay, A.E. S Preton .P. Rosales. y Landivar J. 1992. Desarrollo de sistema de Semilla, el novedoso enfoque en Bolivia. Edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT) Bolivia. P. 5-10
- 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 polvo plus en el tratamiento de semillas. VII Convención Internacional de Investigación y Desarrollo. Las fitohormonas, guía para el desarrollo vegetal, la convencion, guía para la produccion agricola. Cuernavaca, Morelos. P. 154-186.
- 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. Propagacion de plantas. Ed. Continental. México. pp 130-165
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for Seed Testing. Rules 1996. Seed Sci. & Technol. Zürich, Switzerland. pp 24:1-333.
- Karssen, C. M., S. Zagorski, J. Kepczynski, and S. P. C. Groot. 1989. Key role for
- Krieg, D. R. and S. N. Bartee. 1975. Cotton seed density. Associated germination and seedling emergence properties. *Agron. Jour.* 67 (3). 343-347. USA
- Mendoza. O.A. 198. Causas y consecuencias de la deterioración de las semillas. Curso sobre calidad de semillas y control de enfermedades transmitidas por semilla. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Miller, C.O. (1956): *Plant Physiology*. Control Hormonal de la Germinación pp 37-318
- Molina, M.J., Estrada J.A. Livera M., y González V.A. 1990. Análisis de la enseñanza, Producción e Investigación de Semillas de México Sociedad Mexicana de Fitogenetica. Chapingo, México. pp. 53-64.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición UNAM. México, 393. p

Osborne, D.J. (1962): plant Physiology. Control Hormonal de la Germinación P 37, 595

Philpott, R. 1981. Seed Pathology Laboratory. Mississippi State. United State V. 13 of Apr. 81. P 91-94.

Poweel L.E. Pratt, C. (1964): Nature P. Control Hormonal de la Germinación 204, 602

Rojas, G.M. 1987. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Caracterización de las Sustancias Naturales del Desarrollo. pp 27-39.

Rojas, G.M. y R J G. Vázquez. 1995. Manual de herbicidas y fitoreguladores Aplicación de y Uso de Productos Agrícolas. 3ª. Edición. Ed. Limusa. México. 157 p.

Ruiz, O.M. 1983. Tratado elemental de botánica. Décima quinta edición.

Salisbury, F. B. Y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México . pp. 395-349

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2001.

Soplin. V. H. 1980. El deterioro en semillas. Publicación Miscelánea. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú. P. 14

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

Villareal, Q.J.A. 1993. Introducción a la botánica forestal. 2da. Edición. pp 48-49

- <http://www.rooting-hormones.com/>
- <http://www.new-agri.co.uk//99-4/develop/dev04.html>
- [http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)

## **APENDICE**



Cuadro A.1 Formulación química del producto Biozyme TS aplicado en semillas de maíz y trigo.

<b>Ingredientes activos</b>	<b>% en peso</b>
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas.....	79.84
Giberelinas 77.4ppm (equivale a 0.077 g/lit)	
Ácido Indolacetico 33 ppm (equiva a 0.033 g/lit)	
Zeatina 128.7 ppm (equivale a 0.128 g/lit)	
Caldo de extracto 79.10 ppm (equivale a 7.53 g/lit)	
Ingredientes inactivos.	
Diluyentes y acondicionadores.....	20.16

Cuadro A.2 Formulación química del producto Biozyme PP aplicado en semillas de maíz y trigo.

<b>Ingredientes activos</b>	<b>% en peso</b>
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas.....	27.5
Giberelinas 28.50 ppm	
Ácido Indolacetico 12.25 ppm	
Zeatina 47.80 ppm	
Caldo de extracto 27.24 por ciento (equivale a 272.44 g/kg)	
Materia organica del extracto 0.26 por ciento (equivale a 2.5 g/kg)	
Ingredientes inactivos.	
Diluyentes y acondicionadores.....	72.5

