

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



**INDUCCIÓN DE BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA  
(*Solanum tuberosum* L.) CON REGULADORES DE CRECIMIENTO**

**POR:**

**ENRIQUE ACALCO ALATORRE**

**T E S I S**

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

**Ingeniero Agrónomo Parasitólogo**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila., México.**

**NOVIEMBRE DE 1998.**

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

**INDUCCIÓN DE BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA  
(*Solanum tuberosum* L.) CON REGULADORES DE CRECIMIENTO**

**POR:**

**ENRIQUE ACALCO ALATORRE**

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

**INGENIERO AGRONOMO PARASITÓLOGO.  
APROBADA POR:**

**El presidente del jurado**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Alejandro Moreno Nuñez**

**Sinodal**

**Sinodal**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Elizabeth Galindo Cepeda**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Miguel Leonardo  
Contreras Arias**

\_\_\_\_\_  
**M. C. Mariano Flores Dávila.  
Coordinador de la División de Agronomía.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**NOVIEMBRE de 1998.**

## DEDICATORIAS

A mis padres:

J.Santos Acalco Vázquez

Alberta Alatorre Azorin

Por ser de mi una persona sencilla, honesta y sincera, por sus sabios consejos que siempre me inculcaron que siguiera adelante para superarme, realizando el sueño de ambos, de ser en la vida un profesionista.

A mis abuelos:

Toribio Acalco (+)

Dominga Vázquez (+)

Gracias por aquellos consejos que fueron para mí de gran ayuda en mi preparación de profesionista; que Dios los tenga en su santa gloria.

A mis abuelos:

Pablo Alatorre (+)

Luisa Azorin

Quien supo apoyarme durante todo el tiempo de mi preparación para la conclusión de ésta carrera.

A mis hermanos:

Máuro Belén (+) Sonia Abrahan

Alfredo Ismalina Benito Adriana

Angelina Leonardo Antonio

Quienes me brindaron su apoyo y por aquellos momentos felices y de tristeza que compartimos en familia y con la alegría que siempre los caracteriza, en ellos la cual me alentó a seguir adelante para alcanzar a realizar el sueño de mi vida; en especial a Leonardo.

A mis sobrinos:

En especial al tío (Luís Alfredo el señor pi.)

## AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Gracias señor por todo lo que en mi has hecho y por permitir que este trabajo de investigación se realizara, teniendo en cuenta que el hombre por si sólo no puede hacer.

A la Universidad

Por haberme formado como un profesionalista y ser un “Alma Mater”

Al M.C Alejandro Moreno Nuñez

Quien me brindo su apoyo para que se realizara esta investigación, bajo su dirección a portando sus conocimientos, gracias.

Al M.C. Elizabeth Galindo Cepeda.

Quien me brindo su apoyo en la revisión, corrección de esta investigación y por sus conocimientos aportados como maestro.

ING. Miguel Leonardo Contreras Arias.

Quien me brindo su apoyo en la corrección de esta investigación.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pags.
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPOTESIS.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Aspecto del Tubérculo.....	3
Brotación del Tubérculo.....	4
Aspectos del ácido giberélico.....	7
MATERIALES Y METODOS.....	13
Ubicación del Experimento.....	13
Descripción del Material Genético.....	13
Características morfológicas.....	13
Características agronómicas.....	14
Tratamiento y Diseño Experimental.....	14
Conducción del experimento.....	15
Evaluación de las Variables.....	15
Brotación.....	15
Fecha de brotación.....	16
Número total de brotes apicales.....	16
Por ciento de brotes apicales.....	16
Número total de brotes laterales.....	16
Por ciento de brotes laterales.....	17

Longitud de brotes laterales por ojo.....	17
Longitud de brotes laterales por tubérculo.....	17
Longitud de brotes laterales total.....	17
Grosor de brotes laterales por ojo.....	18
Grosor de brotes laterales por tubérculo.....	18
Grosor de brote lateral total.....	18
Análisis Estadísticos.....	18
RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
CONCLUSIONES.....	51
LITERATURA CITADA.....	52

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	pag.
4.1 Cuadrados medios y significancias del número y por ciento de brotes apicales total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación. ....	23
4.2 Medias del número y por ciento de brotes apicales total de tubérculos de papa cv Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación .....	24
4.3 Cuadrados medios y significancias del número y por ciento de brotes laterales total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación. ....	27
4.4 Medias del número y por ciento de brotes laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación. ....	28
4.5 Cuadrados medios y significancias del número y por ciento de brotes apicales y laterales total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación. ....	31
4.6 Medias del número y por ciento de brotes apicales y laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo 5 tratamiento y seis tiempos de brotación.....	31
4.7 Cuadrados medios y significancias de longitud del brote por ojo, por tubérculo y de tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación. ....	34
4.8 Medias de longitud del brote por ojo, por tubérculo y total en tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación. ....	36
4.9 Cuadrados medios y significancias de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación. ....	39
4.10 Medias de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total en tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación .....	40

4.11	Cuadrados medios y significancias de grosor de brotes por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación. ....	43
4.12	Medias de grosor del brote lateral por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación. ....	44
4.13	Cuadrados medios y significancias de grosor de brote lateral por ojo, por tubérculo y total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación .....	47
4.14	Medias de grosor del brote por ojo, por tubérculo y total, en tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación.....	48



## INDICES DE FIGURAS

Figuras	Pag.
4.1	Comportamiento del número total de brotes apicales de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempos de brotación .....25
4.2	Comportamiento del por ciento de brotes apicales de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos de diferentes tiempos de brotación. ....25
4.3	Comportamiento del número total de brotes laterales total de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos a través del tiempo de brotación. ....29
4.4	Comportamiento del por ciento de brotes laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempo de brotación.. ....29
4.5	Respuesta del número y por ciento total de brotes apicales y laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación. ....33
4.6	Comportamiento del número y por ciento de brotes apicales y laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo seis tiempos de brotación. ....33
4.7	Comportamiento de longitud del brote por ojo del tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos a través del tiempo de brotación .....37
4.8	Comportamiento de longitud de brote por tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante el tiempo de brotación. ....37
4.9	Comportamiento de longitud del brote total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y durante la brotación .....38
4.10	Respuesta de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación. ....41

4.11.	Comportamiento de longitud de brote por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo seis tiempos de brotación. ....	41
4.12	Comportamiento del grosor del brote por ojo del tubérculo de papa cv Gigant bajo cinco tratamientos a través del tiempo de brotación. ....	46
4.13	Comportamiento del grosor del brote por tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempos de brotación. ....	46
4.14	Comportamiento del grosor del brote total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempos de brotación. ....	47
4.15	Respuesta de grosor del brote por ojo, por tubérculo y total de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación. ....	49
4.16	Comportamiento de grosor del brote por ojo, por tubérculo y total de papa cv. Gigant bajo seis tiempos de brotación. ....	50

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista Saltillo, Coahuila. Con las coordenadas 25° 22' 30" latitud Norte y 101° 00' 45" longitud Oeste, a una elevación de 1754 m.s.n.m (I.N.E.G.I., 1990). Con el propósito de cuantificar el efecto de los productos comerciales, considerando la siguiente propuesta hipotética de qué la rapidez y vigor se obtiene en tubérculos tratados con productos hormonales. Para lo cuál se utilizaron los siguientes tratamientos: Progibb plus a 5 partes por millón, Biogib a 5 partes por millón, Biozyme a 5 partes por millón, Biozyme a 10 partes por millón y un testigo al qué no se le aplico nada. La brotación de los tubérculos fue evaluada a través del número y por ciento de brotes apicales y laterales, longitud y grosor de los brotes por ojo, por tubérculo y total. Así como también el tiempo de brotación.

Los resultados más sobresalientes fueron los siguientes: Se observo qué la mayor brotación apical y lateral se promovió con el producto progibb plus a 5 partes por millón, así como también obteniendo un 80 y 40 por ciento de brotes apicales y laterales. Se observo mayor vigor en términos de longitud y grosor de brote fue observado en tubérculos tratados con progibb plus a 5 partes por millón. La mayor precocidad de la brotación se encontró a los 20 días después de la aplicación de los productos.

## INTRODUCCIÓN

La papa (Solanum tuberosum L.), es un cultivo de importancia agrícola por su potencial en la producción de carbohidratos y proteínas; en corto tiempo. En la economía agrícola mundial, ocupa el quinto lugar y en la horticultura nacional, el segundo. A nivel mundial Norte y Centro América la superficie sembrada fue 18,133,000 y 767,000 hectáreas con una producción total de 288,183,000 y 24,008,000 toneladas métricas (F.A.O., 1993). En la república Mexicana, se siembra desde el nivel del mar, hasta los 4,000 msnm. La superficie nacional y local dedicada a este cultivo es del orden 74,000 y 13,792 hectáreas y su producción total aproximada es de 1,210,000 y 440,352 toneladas respectivamente (F.A.O., 1993 ; S.D.R., 1991).

Debido a que la siembra temprana de la papa se realiza en climas templados o muy templados a la entrada del invierno, las yemas del tubérculo se encuentra en reposo y de plantarlas en este estado, la papa dejaría de ser temprana, por lo que tardarían las yemas en entrar en actividad a causa de bajas temperaturas. Por ésta causa se hace necesario el forzar las yemas un tiempo antes para que a la siembra contengan un crecimiento activo y una vez sembrados los tubérculos, completen sin interrupción su ciclo vegetativo.

Los tubérculos de papa pasan normalmente por un período de reposo y luego brotan en forma natural. Sin embargo muchas veces se requiere de tubérculos – semilla antes que se produzca la brotación natural, como es el caso de muchos productores y programas de semilla, en los que se requieren dos ó tres ciclos de cultivo por año, o cuando así lo requiera el trabajo con material genético. En tales circunstancias, es importante romper el reposo, tan pronto como sea posible después de la cosecha. Cuando se trabaja con variedades

comerciales, los diversos productos químicos a usarse y las concentraciones necesarias para deshacer éste proceso puede estandarizarse para aplicaciones de rutina. Sin embargo, los diferentes materiales genéticos reaccionan en forma variada a las diversas sustancias químicas que promueven la brotación. Por consiguiente, es esencial conocer los antecedentes genéticos del material antes de seleccionar un método ó un producto químico en particular para romper el reposo.

Es por esto, que en función de los argumentos anteriormente mencionados, el presente trabajo de investigación se realizó con el siguiente objetivo e hipótesis:

**OBJETIVO:**

-Cuántificar el efecto de productos hormonales en la brotación del tubérculo de papa en condiciones de ambiente controlado

**HIPOTESIS:**

-La mayor rapidez y vigor del brote se obtiene en tubérculos tratados con productos hormonales.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## Aspectos del Tubérculo

Los tubérculos son tallos modificados que constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. El cual presenta dos extremos: basal y ápical (Huaman, 1986). Con hojas pobremente desarrolladas, el ojo es una rama sin desarrollarse. Cada ojo contiene al menos tres yemas colocadas en forma de triángulo (Cutter , 1978). Los ojos se distribuyen en forma de espiral sobre la superficie del tubérculo, se concentran hacia el extremo ápical ubicándose en las axilas de hojas escamosas llamadas cejas. Según la variedad, estas pueden ser elevadas o superficiales. Durante el desarrollo de un tubérculo, una capa suberizada de células constituyen la piel o peridermo la cual se forman hacia el exterior de este. Cuando el tejido es dañado, se forman una nueva capa de células suberizadas, conocido como peridermo herido ( Huaman , 1986 ).

En tubérculos jóvenes las capas de células en división es extremadamente activa y la piel puede ser fácilmente levantada. Esta característica es usada para determinar la maduración del mismo ( Urbano, 1984 ).

La estructura anatómica de un ojo de papa corresponde a la yema del tallo, ya que son homólogos. Hacia dentro se encuentra una yema axilar ó yema principal que está rodeada por dos primordios de hojas, las cuales se separan cuando el tubérculo crece. Las yemas axilares de segundo orden son formadas en las axilas de los primeros primordios. De esta manera, varias yemas pueden ser formadas en cada ojo, todas ellas de yemas

axilares originales. Es a partir de estas, que se desarrolla el brote principal. El color del brote es una característica varietal importante, estos pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes. El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo, y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo (Huaman, 1986).

Los brotes con entrenudos elongados son formados en la oscuridad. El ápice y el primordio de raíz son visibles en la base y alrededor de la yema lateral. Si la humedad relativa de almacenamiento es alta, las raíces pueden ser formadas, mientras el tubérculo permanezca en almacenamiento. Los estolones son formados después, a partir de las yemas inferiores. Como la clorofila no es formada en la oscuridad, los brotes son claros, excepto en la base, el cual puede ser púrpura o "rojo", debido a la formación de antocianinas. Si la temperatura y húmeda son favorables, estos continuarán creciendo en la oscuridad. Si el ápice del brote es dañado debido a un elongamiento prolongado, las yemas laterales brotarán. La elongación de los entrenudos es inhibida fuertemente por la luz. Una pequeña cantidad de luz es suficiente para producir este efecto. Se forman brotes cortos y gruesos, con las hojas alrededor del ápice, desarrollando yemas laterales y primordios de raíz en la base (Urbano, 1986).

### **Brotación del Tubérculo**

La brotación del tubérculo-semilla, es un proceso que consiste en mantener el tubérculo-semilla bajo condiciones de almacenamiento a una temperatura de 15 °C por un tiempo variable, en estas condiciones se desarrollan brotes cortos y gruesos en número de

4 a 6 por tubérculo dependiendo del tamaño de este (I.N.IA.,1970).

La papa pasa por un periodo de inactividad después de cosecharla durante el cual no desarrolla brotes ni en condiciones favorables de desarrollo. El periodo de reposo depende de la variedad y puede prolongarse almacenando las papa, a una temperatura más baja que el óptimo para brotar; a éste periodo se le denomina dormancia.

(García ,1997).

Morby y Milthorpe (1975) define la latencia como el estado donde no hay división celular, aun cuando el tubérculo o yema aisladas sean puestas en condiciones favorables para su desarrollo.

Alonso (1996), menciona que la latencia verdadera es el estado en el cuál un tubérculo no brota estando almacenada a una temperatura por debajo del óptimo. Dependiendo de la variedad el período de latencia dura normalmente de 20 a 23 semanas aunque puede variar más ampliamente.

Los tubérculos de papa pasan normalmente por un periodo de latencia y luego brotan en forma natural (Bryan , 1989).

Alonso (1996) señala que el tiempo transcurrido entre la recolección de una papa de siembra y su plantación posterior es demasiado corto, la semilla se puede encontrar aún en estado de latencia, ya que incluso en condiciones favorables los brotes no se desarrollan. Se ha visto que hay ciertos productos químicos que son efectivos en la ruptura de la latencia aunque en su uso a dosis comercial pueden aparecer una serie de problemas tales como: insuficiente brotación de la semilla, aparición de podredumbre y por fin en ciertos casos el crecimiento de la planta se puede ver afectado. El tubérculo de papa cuando empiezan a brotar exhiben un grado mayor o menor de dominancia apical esto consiste en que la yema central del "ojo" que esta situada en el polo opuesto al punto donde estuvo



unida la papa al estolón, es la primera en brotar y es la más vigorosa (Casseres, 1980)

Generalmente cuando los tubérculos han madurado, las yemas de los ojos están en un estado de reposo y por ello, no puede desarrollarse. Al cabo de cierto tiempo, dependiendo de la variedad, las yemas del ojo ápical son las primeras en salir del reposo. Esta característica se llama dominancia ápical. Más tarde las yemas de los otros ojos se desarrollan para convertirse en brotes. (Huaman, 1986).

Si se cosechan tubérculos frescos y son puestos a una temperatura en la cual crecen vigorosamente, es posible que las yemas más jóvenes broten primero normalmente, y como consecuencia de éste crecimiento inhiban a las otras yemas, primeramente por dominancia ápical. Si los tubérculos han sido almacenados a una temperatura demasiado baja para crecer, el balance bioquímico en las yemas más viejas puede ser completo en su momento (Burtón, 1978).

Hamann (1974), hace brotar tubérculos de papa a temperaturas de 20 -22 ° C, con una humedad relativa de 80-90 por ciento; con una intensidad de 1500- 2000 luz durante una semana y luego oscuridad, obteniendo brotes cortos de 2-3 centímetros.

Cuando las papas son brotadas en la oscuridad, frecuentemente se determina una deficiencia de calcio; que puede causar una necrosis subapical seguida por la muerte del ápice del brote y la producción de brotes laterales (Dyson y Digby, 1975).

Un marcado efecto de pequeñas reducciones sugiere una acumulación de los inhibidores en el balance bioquímico a bajas temperaturas, análogo a la acumulación de azúcares. Cuando la brotación ha comenzado, el rango de crecimiento ésta relacionado con la temperatura, normalmente exhibe un máximo aparente cerca de los 20 ° C, aunque la óptima temperatura es cerca de los 25 ° C (Burton , 1978).

La latencia y la brotación del tubérculo de la planta ésta controlada seguramente

por el balance entre determinadas sustancias que inhiben o promueven dichos procesos (Alonso, 1996).

Se establece que el tratamiento de ácido giberélico en las yemas incrementan la respiración en los tejidos almacenados, comparados con tubérculos testigo. Paralelamente al incremento de la intensidad de respiración, la actividad de hidrolización del almidón da incrementos de amilasa, todos estos efectos no pueden ser experimentados simultáneamente (Szailai et.al, 1975).

Sin embargo, el rompimiento de la latencia coincide en la yema apical y en el tejido adyacente a ésta. Estos niveles altos de citocininas en el tejido apical son mantenidos mientras la dominancia apical permanezca. Una vez que la dominancia apical ha sido rota, los niveles de citocininas en las yemas laterales y el tejido adyacente a ella serán similares a los de la región apical. investigaciones mencionan que el glucosido citotocininas transportado a la región meristématica del tubérculo, son hidrolizadas en sus bases libres. Cantidades en exceso de bases libres son aparentemente convertidas en forma de glucosido zeatina en la región meristemática del tubérculo y en los brotes. (Staden, 1982).

### **Aspectos del ácido giberélico**

Las giberélinas son compuestos que en cantidades muy pequeñas aceleran el crecimiento del tallo, fueron descubiertas como producto del hongo Gibberlla fujikoro del cual deriva su nombre (Ray , 1985 ).

Las giberélinas son sustancias químicamente relacionadas con el ácido giberélico se consideran como un compuesto que tiene un esqueleto gibane y estimula la división o prolongación celular o ambas cosas (Bonner, 1976). Activa el mensaje a nivel de transcripción hacia el RNA. ( Bioenzimas, 1988). Se caracterizan principalmente por la

influencia en el alargamiento del tallo y, por consiguiente en el crecimiento de las plantas. Ayuda a romper la latencia de algunos órganos como en el caso de la papa. (Lorente, 1997).

La importancia del ácido giberélico en la estimulación de crecimiento en plantas sensitivas han sido ampliamente estudiada. Algunos trabajos argumentan que el papel de este es la estimulación de la síntesis de ácido de auxinas, la que tiene la función de estimular el crecimiento. Aún cuando el ácido giberélico puede estimular en verde la síntesis de ácido indolacético en plantas intactas, la evidencia de que la auxina estimula elongación en plantas con ácido giberélico es débil (Jones, 1980).

En tubérculos de papa, sacados del almacenamiento y puestos en oscuridad, en una atmósfera conteniendo 2 partes por millón de Etileno, los brotes fueron cortos, gruesos y más numerosos que en tubérculos desarrollados sin etileno (Minato, et al., 1979).

Aplicaciones de soluciones conteniendo 10 partes por millón de ácido giberélico en yemas por ojo cortadas de tubérculos de papa incrementa la actividad de la catalasa en las yemas. Las giberélinas también estimulan la actividad amilasa y la actividad hidrolítica de la fosforinasa, la cual activa la movilización de almidón en tejidos de tubérculo (Puzinas, 1976).

El contenido de ácido giberélico ( $GA_3$ ) de los tubérculos de papa se eleva hacia el final del periodo de letargo, lo que lleva a probar el efecto de inmersión de tubérculos en ácido giberélico. Experimentalmente se ha encontrado que a 5 partes por millón de  $GA_3$  así como el fitorregulador Biozyme, que contiene  $GA_3$ , además de otras fracciones activas, acortaron el tiempo de brotación y produjeron brotes más largos (Rojas, 1987).

De 5 reguladores de crecimiento aplicados a tubérculos de papa, cuando el crecimiento de las yemas inicia, solamente el ácido giberélico afectó sustancialmente la

dominancia apical o su desarrollo subsecuente. El ácido giberélico incrementa el número de brotes en un tercio y conduce la producción de muchos estolones.(Holmes.et.al., 1970).

Hamman (1974) en sus estudios de multiplicación intensiva de papa, trata a los tubérculos por 5 minutos en GA<sub>3</sub> a 2 partes por millón después decapitar el ápice del brote, esto incrementa la ramificación del brote comparándolo con el control.

Tubérculos recién cosechados son limpiados y sumergidos en una solución de ácido giberélico ( GA<sub>3</sub> ) por 10-20 minutos. Los mejores resultados se obtienen cuando se realiza el tratamiento antes de que los cortes y magulladuras hayan cicatrizado. En muchas variedades y materiales de mejoramiento, el GA<sub>3</sub> acelera el brotamiento cuando el periodo de reposo casi ha finalizado. Se recomienda soluciones de 5-10 partes por millón de GA<sub>3</sub> para tratar todo tipo de tubérculos, especialmente aquellos que ya están viejos o los que han sufridos muchos cortes o magulladuras. Mayores concentraciones pero nunca por encima de 100 partes por millón puede usarse para tubérculos suberificados, recién cosechados. ( Bryan,1989 ).

Shashirekha, et. al. (1991), evaluó la tasa relativa de envejecimiento del ácido acético naftalenico en tubérculos semilla de papa durante almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de 85- 90 por ciento en relación al comportamiento de la brotación después de removerlos de un almacén frío a intervalos regulares al final de los tres meses de almacenamiento. Los tratamientos de una mezcla de ácido giberélico y ethrel rompieron la latencia después del almacenamiento incrementando el número de brotes y dando mayor peso de brote en los tubérculos tratados con NAA prealmacenados por más de 7 meses, que los tubérculos completos y cortados probados. La diferencia en el comportamiento de la brotación entre yemas apicales y laterales se observó en las yemas

laterales ya que producen menor número de brotes y peso de brote por pieza.

Alonso (1996), menciona que el uso del ácido giberélico puede romper la latencia si consigue penetrar dentro del tubérculo. Como la piel impide que el producto químico penetre, sólo es efectivo en semillas trozadas ó en tubérculos con la piel dañada que hayan sido recolectados recientemente. Una sobre dosis de éste producto puede dar lugar a tallos que se prolongen, sistema radicular poco desarrollados y la formación de tubérculos.

Kasrawi, et.al. (1989) Realizarón experimentos de campo y macetas para estudiar los efectos del rompimiento de la latencia de tubérculos semilla de papa usando ácido giberélico y thiourea sobre el rendimiento y calidad de algunos cultivares de papa. En macetas diecisiete tratamientos de varias concentraciones de  $GA_3$  y thiourea con un tiempo de remojo variable (1 ó 2 ) tiempo fueron aplicados a tubérculos recién cosechados de dos cultivares. Diamants y Claustar. Diferencia significativas en número de tubérculo y peso por planta y número de tallos por planta fueron observados entre cultivares, tratamientos y interacciones. El cultivar Diamants respondió mejor que el Claustar en todas las variables. Concentraciones más altas de  $GA_3$  (> a 5 partes por millón) redujo rendimiento por planta. El mejor tratamiento fue  $GA_3$  (a 5 partes por millón) sólo ó combinado con uno por ciento de thiourea. En campo ocho tratamientos con diferentes concentraciones de  $GA_3$  y thiourea fueron aplicados por 5 minutos (tiempo de remojo) a tubérculos recién cosechados. cinco cultivares de papa: Diamont, Claustar , Nicola , Ajax , Spunta fueron evaluados. Todos los cultivares respondieron similarmente en rendimiento total y comercial al tratamiento 5 partes por millón de  $GA_3$ . Respuestas diferenciales fueron incrementando con incrementos en las concentraciones de  $GA_3$ . Concentraciones más altas de  $GA_3$  incrementan significativamente el número de tubérculos anormales. Tratamientos de  $GA_3$  y Thiourea

tuvieron poco efecto sobre calidad de tubérculos de papa.

Castro et. al., ( 1996 ) estudiaron efectos de las giberélinas sobre brotación y desarrollo de brotes de tubérculos - semilla c.v Bintje. 12 días después de la cosecha, tubérculos - semilla fueron inmersos por 10 minutos en las siguientes soluciones: Activol GA a 5.0 , 7.5 y 10.0 miligramos por litro, usando 0.1 por ciento. Agral como dispersante superficial ; Progibb a 7.5 miligramos por litro y agua como tratamiento control. Después de los tratamientos, las papas fueron colocadas en bolsas de plástico dentro de una cámara a temperaturas de  $23.5 \pm 1.5$  °c. La humedad relativa en el interior de la cámara fluctuó de 70 a 98.5 por ciento. Los cinco tratamientos, consistieron de 5 tubérculos completamente aleatorizados y repetidos cinco veces. Los resultados indicaron que el Activol GA a 10.0 miligramos por litro y Agral al 0.1 por ciento causó incrementos y precocidad en la brotación 10 días después del tratamiento. El tratamiento con Activol GA a 5.0 miligramos por litro y agua 0.1 por ciento incrementaron el número de brotes 25 días después del tratamiento, y el promedio de tallos más alto a los 25 y 32 días después del tratamiento.

Realizo un trabajo aplicando ácido giberélico en la variedad de Atlantic para estimular la brotación, encontrando que los tratamientos Progibb- plus y Biozyme a 5 partes por millón promovieron más brotes apicales y laterales, mientras que Biogib sólo estimuló brotes laterales. El vigor del brote en términos de grosor y longitud fue promovido por Progibb plus. En relación al tiempo de brotación a los 23 días se obtuvo un 80 y 60 por ciento de brotes apicales y laterales respectivamente. En 24 días se obtuvo mayor vigor en término de grosor y longitud ( Coyote, 1998).

Al aplicar ácido giberélico en tubérculos de papa en la variedad Alfa para estimular la brotación Sánchez (1998), encontró que la mayor brotación apical fue observada

cuando se aplicó Progibb- plus 5 partes por millón y mayor brotación laterales con Biogib 5 partes por millón. Se observó mayor vigor del brote en base a grosor y longitud al aplicar Progibb- plus y Biogib a 5 partes por millón. La mayor brotación 70 y 60 por ciento de brotes apicales y laterales fue alcanzada a los 22 días respectivamente.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Experimento**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A. A. N.), ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila, con las coordenadas  $25^{\circ} 22' 30''$  latitud Norte y  $101^{\circ} 00' 45''$  longitud Oeste, a una elevación de 1754 m.s.n.m. ( I.N.E.G.I., 1990 ).

### **Descripción del Material Genético**

La variedad de papa que se utilizó para el experimento fue la Gigant. Esta es de importancia e introducida desde hace algunos años a nuestro país, proveniente de Estados Unidos de América y Canadá. Esta variedad se comporta como variedad de ciclo vegetativo precoz (90 - 100 días), no tanto como la Atlantic.

Según ( NIVAA, 1987 ), describen las características morfológicas y agronómicas de la variedad Gigant que a continuación se presentan:

#### **Características Morfológicas.**

**Planta** : con tallos pocos numerosos, bastantes gruesos, extendiéndose poco, de color rojo morado pálido (principalmente en las axilas); hojas bastante grandes y ovales, con nervios bastante superficiales; floración muy escasa, flores blancas.

**Tubérculos**: de forma oval, piel amarilla, parcialmente e áspera, carne amarilla clara; ojos bastante superficiales.



**Brotos** : al principio elipsoidal, mas tarde coniforme, de color rojo morado pálido, poco peloso yemas terminal grande, abierta; yemas laterales cortas.

### **Características Agrícolas.**

**Maduración:** Semitemprana a semitardía.

**Tubérculo:** Ojos bastante superficiales.

**Rendimiento:** Muy alto

**Materia seca:** Contenido mediano.

**Cálida culinaria:** Bastante firme al cocer, propensa a perder color después de la cocción.

**Follaje** : De desarrollo rápido, cubriendo bien el terreno.

**Enfermedades** : Medianamente sensible al tizón tardío de la hoja poco sensible a la del tubérculo. ( *Phytophthora* )

### **Tratamientos y Diseño Experimental**

Los tratamientos que se usaron en la investigación fueron los siguientes productos químicos comerciales con sus respectivas dosis: Progibb plus, Biogib y Biozyme 5 partes por millón (ppm ) y Biozyme 10 partes por millón ( ppm ), y un testigo al que no se aplicó nada.

El diseño bajo el cual se establecieron los tratamientos fue un diseño completamente al azar; con cuatro repeticiones para cada tratamiento durante el período de brotación.

## **Conducción del Experimento**

Los tubérculos después de ser cosechados, se sometieron al proceso del lavado para retirar los residuos de suelos, posteriormente se secaron a temperatura ambiental.

El proceso de la selección de los tubérculos se hizo, separando los tubérculos, sanos, enfermos e inadecuados para el estudio. Posteriormente los tubérculos sanos los cuáles fueron un total de 223, se clasificaron en tres clases de tamaño: grande, mediano y chico. Utilizando la clase de tamaño mediano en el experimento. Inmediatamente se sometieron a una dosis de cloro comercial a una concentración de (0.5 por ciento), para desinfectarlos. Se sacaron de la solución y se secaron bajo sombra a temperatura ambiental. Posteriormente, fueron colocados de acuerdo a los tratamientos en concentraciones preparadas, de ácido giberélico durante un tiempo de 7 minutos. Se retiraron de la solución y se pusieron a secar bajo sombra a temperatura ambiental. Una vez identificados los tubérculos fueron colocados en bolsa de plástico transparentes previamente etiquetadas y desinfectadas con la misma concentración del producto comercial anteriormente mencionado.

Una vez hecho este procedimiento, se sometieron al proceso de brotación en un ambiente controlado con temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; e iluminación durante todo el periodo experimental.

## **Evaluación de las Variables**

### **Brotación**

Con el propósito de esta investigación los brotes ápicales y laterales fueron evaluados cada tercer día. En los días previos que no hubo evaluación de brotes, también cada tercer día se evaluó, longitud y grosor de yemas laterales.

### **Fecha de brotación**

Se considero fecha de brotación a partir del momento en que más del 50 por ciento de los tubérculos tratados y sus respectivas yemas germinaron, es decir cuando se observaron los brotes.

### **Número total de brotes apicales**

La contabilidad de los brotes ápicales se realizó cuando estos fueron visibles en todos los tubérculos. Tomando en cuenta las siguientes observaciones: Color del brote forma del brote y sin presencia de enfermedad en el brote. La contabilidad de los brotes se obtuvo del número total de brotes por tubérculo de cada repetición. La media fue obtenida promediando las cuatro repeticiones experimentales.

### **Por ciento de brotes ápicales**

Se contabilizó el número de brotes emergidos de cada tubérculo. El por ciento de brotes ápicales fue resultado del número total de brotes entre el número de tubérculo de cada repetición por 100. La media se obtuvo promediando las cuatro repeticiones experimentales.

### **Número total de brotes laterales**

Los brotes laterales se contabilizaron en todo los tubérculos, cuando estos fueron visibles, considerando las características anteriores para brotes ápicales. La evaluación de los brotes se obtuvo de la contabilidad del número total de brotes por tubérculo de cada

repetición. La media fue el resultado del promedio de las cuatro repeticiones experimentales.

### **Por ciento de brotes laterales**

Se contabilizó el número de brotes por tubérculo. El por ciento de brotes laterales fue resultado del número de brotes laterales por tubérculo entre el número de ojos por tubérculo por 100. La media es el resultado del promedio de las cuatro repeticiones.

### **Longitud de brotes laterales por ojo**

Se evaluó la longitud del brote cuando estos fueron visibles. Se midió desde la base del brote hasta el ápice del mismo, con la ayuda de un calibrador (vernier) reportando los datos en milímetros. Los cuales fueron obtenidos del promedio de brotes por yemas entre el número de ojos de cada repetición. La media se obtuvo promediando las cuatro repeticiones experimentales.

### **Longitud de brotes laterales por tubérculo**

La medición de brotes laterales por tubérculo se realizó de la misma forma que para longitud de brotes por ojo. Los datos fueron obtenidos del número de brotes entre el número de tubérculos, de las cuatro repeticiones experimentales.

### **Longitud de brotes laterales total.**

Para esta variable se siguió el mismo procedimiento de las variables anteriores. La media de longitud total se obtuvo del número de brotes entre el número de ojo y número de tubérculo de las cuatro repeticiones experimentales.

### **Grosor de brotes laterales por ojo**

Se evaluó el grosor del brote cuando estos fueron visibles, utilizando un calibrador (vernier) y se procedió a medir de la base del brote reportándose los datos en milímetros para la primera lectura. Sucesivamente de la misma manera se realizaron las demás. El grosor de brote por ojo fue obtenido del número total de brotes por yemas, entre el número de ojos del tubérculo cada repetición. La media se obtuvo promediando las cuatro repeticiones experimentales.

### **Grosor de brotes laterales por tubérculo**

La medición de grosor de brotes laterales se realizó de la misma manera que para grosor de brotes por ojo. Los datos fueron obtenidos del número de brotes entre el número de tubérculos. La media fue producto del promedio de las cuatro repeticiones experimentales.

### **Grosor de brotes laterales total.**

El mismo procedimiento que las anteriores se siguió para evaluar ésta variable. La media de grosor total se obtuvo del número de brotes entre el número de ojos y número de tubérculos de las cuatro repeticiones experimentales.

## **Análisis Estadístico**

Obtenidos los datos de las diferentes variables evaluadas estos fueron revisados si cumplen con los diferentes supuestos requeridos para corroborar la validez del análisis de

Barinas considerados para este experimento (Little y Hills, 1990). Una vez hecho lo anterior se procedió a realizar el análisis de la varianza utilizando el modelo estadístico del diseño completamente al azar.

$$\gamma_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde  $\gamma_{ij}$  = Respuesta de la variable del  $i$ -ésimo tratamiento en la

$J$ -ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

$i = 1, 2, \dots, 5$  (tratamiento)

$j = 1, 2, \dots, 4$  (repeticiones)

Este modelo estadístico mencionado permitió la significancia del siguiente sistema de hipótesis:

$H_0: t_1 = t_2 = \dots = t$

$H_A: t_1 \neq t_2 \neq \dots \neq t$

Donde:

$H_0$ : Hipótesis nula

$H_A$ : Hipótesis alternante.

$t$  = Denota los efectos del  $i$ -ésimo tratamiento.

Al analizar los datos de brotación, se tuvo la necesidad de considerar la inclusión de otro factor que fue el tiempo de brotación aparte de los tratamientos estudiados. Por lo

que se utilizó para el análisis de datos un modelo estadístico del diseño completamente al azar con un arreglo factorial (AXB) y cuatro repeticiones.

$$\gamma_{ijk} = \mu + A_i + B_k + AB_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$\gamma_{ijk}$  = Respuesta de la variable al  $i$ -ésimo tratamiento a la  $j$ -ésima repetición y al  $k$ -ésimo día de brotación .

$\mu$  = Efectos de la media general.

$A_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$B_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo día de brotación

$AB_{ik}$  = Efecto de la  $i$ -ésima,  $k$ -ésima interacción.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

$i = 1, 2, \dots, 5$  t (tratamiento)

$k = 1, 2, \dots, 6$  t (tiempo de brotación)

$j = 1, 2, \dots, 4$  r (repetición)

Las decisiones en las pruebas de significancia fueron denotadas de acuerdo a los siguientes criterios:

Diferencia significativa ( \* ): Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos si  $F$  calculada de tratamientos es mayor que  $F$  de tablas con un  $\alpha 0.05$  y con  $(n-1)$  grados de libertad del error experimental.

Diferencia altamente significativa ( \*\* ) : Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos si  $F$  calculada de algunos de ellos es mayor que  $F$  de tablas con un  $\alpha = 0.01$  y con  $(n-1)$  grados de libertad del error experimental.

Diferencia no significativa ( NS ) : No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos debido a un F calculada menor que F de tablas , con un  $\alpha = 0.05$  y con ( n-1 ) grados de libertad del error experimental.

Así mismo para conocer las diferencias entre medias y el comportamiento de las variables a la respuesta de los tratamientos en estudio, se realizó una prueba de rango múltiple TUKEY ( diferencia mínima significativa;  $p \leq 0.05$  ) . ( Steel y Torrie, 1980 ).

Se hace la aclaración que para todas aquellas variables que se evaluaron en porcentaje, todos los datos fueron transformados en Arco seno .  $\sqrt{\%}$ . ( Steel y Torrie, 1980 ).



## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados de las variables evaluadas durante el presente trabajo de investigación serán explicados y discutidos como a continuación se escriben: en este orden se expondrán los cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza individual y combinado así como sus diferencia significativas para tratamientos y la respuesta o comportamiento de acuerdo con sus respectivas figuras.

### **Número y por ciento de brotes ápicales**

El análisis de variación individual para el número y por ciento de brotes ápicales total, cuyos cuadrados medios y significancia se muestra en el cuadro (4.1). Los cuales indican que para el número de brotes los tratamientos fueron altamente significativos durante todo el tiempo de brotación, ( 7, 10, 12, 14, 18 y 20 días ). En relación a los coeficientes de variación mostrados (23.87, 25.01, 18.22, 23.95, 20.13, 20.13, por ciento), respectivamente se observa una variación superior a la recomendada para estas condiciones del 10 por ciento esto debido normalmente a la variación producida por la poca de uniformidad de la brotación.

En cuanto al por ciento de brotes ápicales, se observa que los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas durante todo el tiempo de brotación (7, 10, 12, 14, 18 y 20 días). En relación a los coeficientes de variación que fueron muy bajos para cada periodo de tiempo éstos fueron disminuyendo conforme el tiempo de brotación avanzaba.( 0.5, 0.48, 0.45, 0.45, 0.46, 0.46 por ciento), respectivamente.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia del número y por ciento de brotes apicales total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación.

		FUENTE DE VARIACION					
Variable	Tiempo de brotación (días)	Tratamientos		Error		Total	C.V (%)
		G.L	C.M	G.L	C.M		
Número de brotes apicales	7	4	0.925**	15	0.217	19	23.87
	10	4	1.250**	15	0.317	19	25.01
	12	4	0.950**	15	0.183	19	18.22
	14	4	0.950**	15	0.317	19	23.95
	18	4	0.825**	15	0.233	19	20.13
	20	4	0.825**	15	0.233	19	20.13
Por ciento de brotes apicales.	7	4	386.391**	15	0.073	19	0.5
	10	4	131.514**	15	0.088	19	0.48
	12	4	963.039**	15	0.088	19	0.45
	14	4	963.039**	15	0.087	19	0.45
	18	4	874.215**	15	0.091	19	0.46
	20	4	874.215**	15	0.091	19	0.46

\*\*= Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ )

En el cuadro (4.2) se presentan las medias del número y por ciento de brotes apicales totales el cual se indican para la primera variable durante la brotación (7, 10, 12, 14, 18 y 20, días), que los tratamientos: Progibb plus, Biogib , Biozyme 5 ppm y Biozyme 10 pmm fueron iguales estadísticamente. Progibb plus 5ppm en comparación con los demás tratamientos presentó, los valores más altos de número de brotes apicales, conforme el tiempo de brotación avanzaba.

En relación a las medias del por ciento de brotes durante los (7, 10, 12, 14, 18 y 20 días), el tratamiento Progibb plus 5 ppm fue también estadísticamente superior al resto de los tratamientos; aclarando que entre ellos fueron estadísticamente diferentes.

En la figura (4.1) se muestra el comportamiento de los tratamientos en relación al

Cuadro 4.2. Medias del número y por ciento de brotes apicales total en tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación.

variable	Tiempo de brotación (días)	T R A T A M I E N T O S					Tukey ( $\alpha=0.05$ )
		Progibb plus	Testigo	Biogib	Biozyme 5	Biozyme 10	
Número total de brotes apicales	7	2.500 A	2.000 AB	2.000A B	1.250 B	1.750 AB	1.0171
	10	3.000 A	2.500 AB	2.000 A B	1.500 B	2.500 AB	1.2296
	12	3.000 A	2.500 AB	2.000 B	1.750 B	2.500 AB	0.9356
	14	3.000 A	2.500 AB	2.000 AB	1.750 B	2.500 AB	1.2296
	18	3.000 A	2.500 AB	2.250 AB	1.750 B	2.500 AB	1.0555
	20	3.000 A	2.500 AB	2.250 AB	1.750 B	2.500 AB	1.0555
Por ciento de brotes apicales.	7	83.250 A	75.000 B	66.667 C	41.667 E	58.333 D	0.589
	10	100.000 A	83.334 B	66.667 D	41.667 E	75.000 C	0.6463
	12	100.000 A	83.334 B	66.667 C	58.334 D	83.334 B	0.6444
	14	100.000 A	83.334 B	66.667 C	58.334 D	83.334 B	0.6444
	18	100.000 A	83.334 B	75.000 C	58.334 D	83.334 B	0.6597
	20	100.000 A	83.334 B	75.000 C	58.334 D	83.334 B	0.6597

Medias agrupadas con la misma letra dentro de la fila no difieren estadísticamente ( $\alpha=0.05$ )

número de brotes apicales durante el tiempo de brotación, en la cual se observa que la curva correspondiente al tratamiento Progibb plus 5 ppm superó a las demás, con un crecimiento que comienza a los 7 días y a partir de los 10 días se mantiene hasta los 20 días en el cual se evaluó la brotación. Mientras que el resto de las curvas mostraron un comportamiento inferior. El comportamiento del por ciento de brotes apicales que se muestra en la figura (4.2) durante el tiempo de brotación, se observa que la curva del tratamiento correspondiente a Progibb plus 5 ppm alcanza a los 7 días un 80 por ciento de brotes, en comparación con las demás. Mientras que Biozyme 10 ppm y el testigo a los 12 días mostraron un porcentaje similar a Progibb plus 5 ppm. Lo anterior confirma lo encontrado por Holmes (1970) que al aplicar ácido gibbélico incremento el número de brotes hasta en un 30 por ciento.

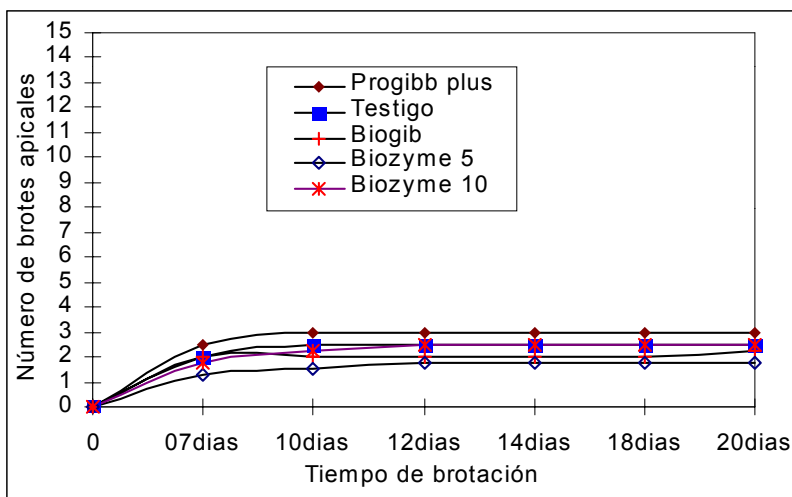


Figura 4.1 Comportamiento del número total de brotes apicales de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempos de brotación

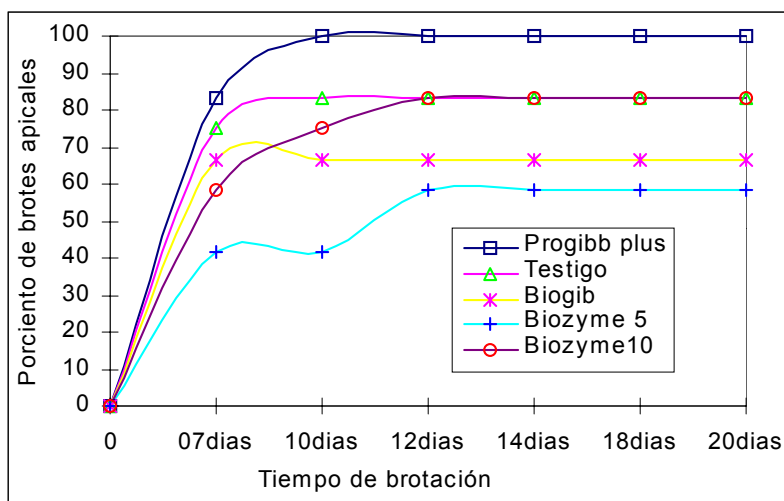


Figura 4.2 Comportamiento del por ciento de brotes apicales cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempos de brotación

También Castro, et.al. (1996) al estudiar los efectos de las giberélinas sobre la brotación y desarrollo de brotes de tubérculos semilla en inmersiones por 10 minutos en diferentes soluciones de activol, causó incrementos y precosidad en la brotación 10 y 25 días después

del tratamiento. Así mismo Coyote (1998) al aplicar Progibb plus 5 ppm obtuvo un 80 por ciento de brotes ápicales a los 23 días después del tratamiento y lo reportado por Sánchez (1998) quién también señala que al aplicar Progibb plus 5 ppm obtuvo un 70 por ciento de brotes ápicales casi en el mismo tiempo.

### **Número y por ciento de brotes laterales**

En relación al número y por ciento de brotes laterales total el análisis de varianza individual con sus cuadrados medios y significancia mostrados en el cuadro (4.3) los cuales indican que para la primera variable, los tratamientos aplicados fueron altamente significativos durante todo el tiempo de brotación ( 7, 10, 12, 14, 18 y 20, días ). Esto de muestra que los tratamientos implicados fueron estadísticamente diferentes, en relación a la naturaleza de los mismos, respecto a los coeficientes de variación de cada tiempo respectivamente fueron disminuyendo conforme el tiempo transcurría a los niveles aceptables del 10 por ciento de variación. ( 20.69, 9.71, 6.27, 7.09, 5.65, 6.69 por ciento) respectivamente.

En cuanto al por ciento de brotes laterales, los análisis de varianza con sus cuadrados medios y significancia mostrados en el cuadro (4.3) indican que los tratamientos en relación al tiempo de 7 días fueron significativos y durante todo el resto del tiempo. Esto demuestra que los tratamientos presentaron efectos diferentes estadísticamente sobre la brotación. En relación a los coeficientes que fueron bajos de cada uno de los tiempos fueron decreciendo conforme el tiempo de brotación avanzaba.(4.81, 1.29, 1.35, 1.26, 0.76, 0.64 por ciento) respectivamente.

En el cuadro (4.4), se muestran las medias del número y por ciento de brotes

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y significancias del número y por ciento de brotes laterales total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación.

Variable	Tiempo de brotación (días)	FUENTE DE VARIACION					
		Tratamientos		Error		Total	C.V (%)
		G.L	C.M	G.L	C.M	G.L	
Número total de brotes laterales	7	4	9.125**	15	0.217	19	20.69
	10	4	14.700**	15	0.25	19	9.71
	12	4	48.175**	15	0.233	19	6.27
	14	4	56.325**	15	0.35	19	7.09
	18	4	52.700**	15	0.25	19	5.65
	20	4	52.075**	15	0.417	19	6.69
Por ciento de brotes laterales	7	4	112.140**	15	0.651	19	4.81
	10	4	94.414**	15	0.118	19	1.29
	12	4	231.031**	15	0.182	19	1.35
	14	4	228.107**	15	0.193	19	1.26
	18	4	201.614**	15	0.076	19	0.76
	20	4	200.314**	15	0.06	19	0.64

\*\*= Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ )

laterales total. para la primera variable Progibb plus 5 ppm demostró ser diferente a los demás tratamientos durante todo el tiempo de brotación obteniendo el número más alto de brote total. Mientras que el testigo, Biogib 5ppm, Biozyme 10ppm fueron estadísticamente iguales a los (12, 14, 18 y 20 días) respectivamente.

En el mismo cuadro (4.4) se observan las medias del por ciento de brotes laterales las cuales indican que a los 7 días y durante todo el tiempo de brotación Progibb plus 5 ppm fue superior estadísticamente a los demás, en tanto que Biozyme 10 ppm fue superior estadísticamente al testigo y demás tratamientos.

En la figura (4.3) se puede ver el comportamiento del número de brotes laterales total, en función de los tratamientos durante la brotación. En el se aprecia que la

Cuadro 4.4 Medias del número y por ciento de brotes laterales total en tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación.

Variable	Tiempo de brotación (días)	T R A T A M I E N T O S					
		Progibb plus	Testigo	Biogib	Biozyme 5	Biozyme 10	Tukey ( $\alpha=0.05$ )
Numero total	7	4,750 A	1,500 BC	2.000 B	0,750 C	2,250 B	1.0171
de brotes Laterales	10	7,750 A	4,750 C	4,250 C	2.750 D	6,250 B	1.0925
	12	13,000 A	8,250 B	6,250 C	3,500 D	7,750 B	1.0555
	14	14,250 A	8,250 B	6,750 C	4,000 D	8,500 B	1.2927
	18	14,500 A	8,750 B	7,500 C	4,500 D	9,000 B	1.0925
	20	15,000 A	10,250 B	7,750 C	5,250 D	10,000 B	Falta
Por ciento de brotes Laterales	7	16,745 A	6,655 C	7,890 C	2,885 D	10,507 B	1.7629
	10	26,631 A	20,458 B	16,966 C	11,721D	27,668 A	0.7521
	12	45,118 A	20,458 D	25,377 C	15,108 E	34,017 B	0.9326
	14	49,460 A	35,619 C	27,229 D	17,108 E	37,256 B	0.9598
	18	50,422 A	38,000 C	30,388 D	19,435 E	39,375 B	0.6025
	20	52,190 A	44,655 B	31,774 C	22,494 D	43,538 B	0.5359

Medias agrupadas con la misma letra dentro de la fila no, difieren estadísticamente( $\alpha=0.05$ )

curva correspondiente a Progibb plus 5 ppm se mantiene arriba de las demás con un crecimiento que comienza a los 10 días y a partir de los 12 días se mantiene hasta los 20 días, en el cual se evaluó la brotación. Sin embargo las curvas de comportamiento de los demás tratamientos se mantienen a un nivel inferior.

En cuanto al comportamiento del por ciento de brotes en los tratamientos, en relación al tiempo de brotación se muestra en la figura (4.4) que Progibb plus 5 ppm presenta una curva que se mantiene arriba de las demás lo cual indica que la emergencia de brotes laterales comienza a los 7 días, manteniendo un crecimiento acelerado y continuo hasta los 12 días y durante todo el tiempo. Esto viene ampliar las aportaciones emitidas por Bryan (1989), que menciona que al sumergir los tubérculos en una solución de ácido giberélico ( $GA_3$ ), 5 y 10 partes por millón por 10 y 20 minutos aceleran el brotamiento de

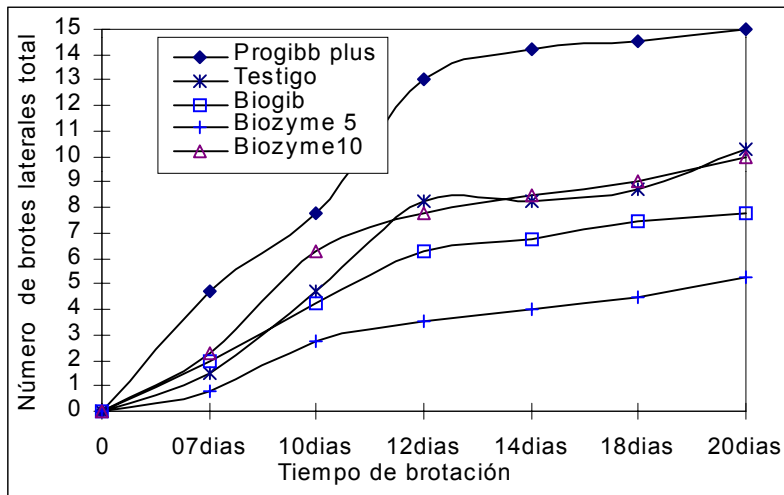


Figura 4.3 Comportamiento del número de brotes laterales total de papa cv. Gigant bajo cinco tratamiento a través del tiempo

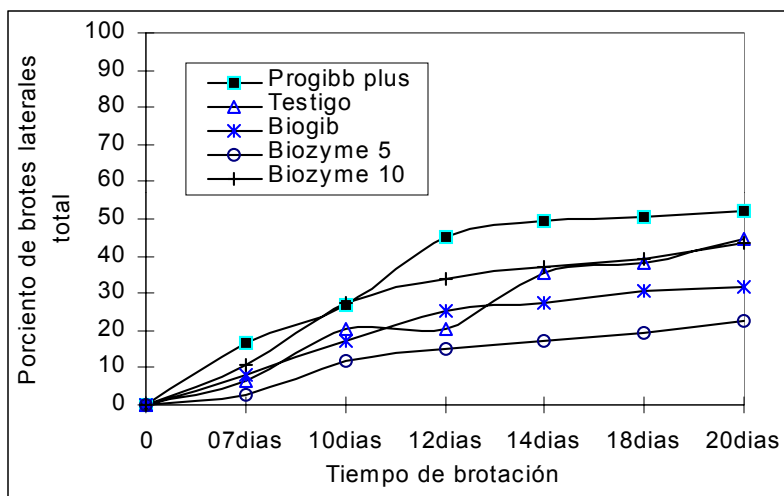


Figura 4.4 Comportamiento del por ciento de brotes laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamiento en diferentes tiempos de brotación

tubérculos. Shashirckha et.al (1991) al usar una mezcla de ácido giberélico y ethrel rompieron la latencia, incrementando el número de brotes y dando mayor peso de brote en tubérculos tratados con NAA. Coyote (1998), al aplicar Progibb plus 5ppm en tubérculos de papa



obtuvo un 60 por ciento de brotes laterales a los 23 días después del tratamiento y así mismo, Sánchez (1998), también al aplicar Progibb plus 5 ppm, obtuvo un 60 por ciento de brotes laterales.

En relación a los análisis de varianza combinado los cuadrados medios y significancias del número y por ciento de brotes apicales y laterales total representados en el cuadro (4.5) indican que para el número de brotes apicales los tratamientos estudiados fueron altamente significativos, mientras que las diferencias en el tiempo de brotación fueron significativas, no así para la interacción de estos dos factores.

En cuanto al por ciento de brotes apicales los tratamientos fueron significativos, mientras que las diferencias del tiempo de brotación fueron altamente significativas, así como, también, para la interacción de éstos dos factores.

En relación al número y por ciento de brotes laterales los tratamientos fueron altamente significativos, mientras que las diferencias del tiempo de brotación fueron altamente significativos así como, también, fue para la interacción de los dos factores. La variación mostrada en la evaluación de estas variables representadas por su coeficiente de variación. ( 21.9, 0.46, y 7.65, 1.5 por ciento) respectivamente, se observa que disminuye drásticamente entre el número de brotes apicales y laterales, mientras que para el por ciento tanto en apicales como en laterales se mantiene, muy bajos desde un principio.

Los valores medios presentados en el cuadro (4.6) para el número y por ciento de brotes apicales y laterales total bajo el efecto de cinco tratamientos, indican que el mejor tratamiento que promueve estas variables es el progibb plus 5 ppm en relación a los demás tratamientos.

En este mismo cuadro se muestran las medias del número y por ciento de brotes apicales y laterales total bajo diferentes tiempos de brotación. En él se observa que el

Cuadro 4.5. Cuadrados medios y significancias del número y por ciento de brotes apicales y laterales total en tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación

FUENTE DE VARIACION	G.L	Brotes Apicales		Brotes Laterales	
		Número total	Por ciento	Número total	Por ciento
Tratamiento ( T )	4	5.446**	5060.30**	208.780**	970.977**
Tiempo Brotación(TxB)	5	1.593*	443.438**	154.968**	1273.863**
T. x T.B	20	0.056NS	66.484**	4.864**	19.329**
Error	90	0.25	0.085	0.286	0.214
Total	119				
C.V.(%)		21.9	0.46	7.65	1.5

NS = No significativo \* = Significativo \*\* = Altamente significativo

Cuadro 4.6. Medias del número y por ciento de brotes apicales y laterales total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación

TRATAMIENTOS	Brotes Apicales		Brotes Laterales	
	Numero total	Por ciento	Numero total	Por ciento
Progibb plus	2.917 A	97.208 A	11.542 A	40.094 A
Testigo	2.458 AB	81.945 B	6.958 B	27.641 C
Biogib	2.083 AB	69.445 D	5.750 C	23.271 D
Biozyme 5	1.625 B	52.778 E	3.458 D	14.792 E
Biozyme10	2.333 AB	77.778C	7.25 B	32.060 B
Tukey ( $\alpha=0.05$ )	0.9875	0.577	1.0564	0.9128
Tiempo brotación (d)				
7	1.950 A	64.983 D	2.255 E	8.936 F
10	2.250 A	73.322 C	5.150 D	20.689 E
12	2.350 A	78.334 B	7.700 C	28.016 D
14	2.350 A	78.334 B	8.350 BC	23.334 C
18	2.400 A	80.000 A	8.850 AB	35.524 B
20	2.400 A	80.000 A	9.650 A	38.930 A
Tukey ( $\alpha=0.05$ )	1.0325	0.6035	1.1046	0.9544

Medias agrupadas con las mismas letras dentro de columnas, no difieren estadísticamente ( $\alpha=0.05$ )

número y por ciento de brotes apicales fue estadísticamente superior desde los 18 días

de brotación, sin embargo el mayor número y por ciento de brotes laterales fue obtenido estadísticamente significativo hasta los 20 días.

En la figura (4.5) se muestra la respuesta de los tratamientos en cuanto al número y por ciento de brotes apicales y laterales. En la cual se observa que el tratamiento Progibb plus 5 ppm mostró ser superior estadísticamente a los demás, obteniendo los valores más altos de brotes tanto para el número y por ciento total de brotes apicales y laterales presentando una tendencia menor.

En la figura (4.6) se muestra el comportamiento del número y por ciento de brotes apicales y laterales en relación al tiempo en que se llevo a cabo el proceso de brotación, el cual nos indica que el mayor número y por ciento de brotes apicales estadísticamente superior fue alcanzado a los 18 días, lo cual no sucedió con el número y por ciento de brotes laterales, ya que este se alcanzo hasta los 20 días. Los resultados anteriormente expuestos corroboran lo reportado por Coyote en 1998, al aplicar Progibb plus 5 ppm en tubérculos de papa en la variedad Atlantic, obtuvo el mayor número y por ciento de brotes apicales y laterales en un tiempo de brotación de 23 días. Así mismo Sánchez en 1998, reporta que al aplicar Progibb plus 5 ppm obtuvo también en la variedad alfa, el mayor número y por ciento de brotes apicales y laterales en 23 días.

El análisis de varianza individual realizado para longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total, representado en sus cuadrados medios y significancias mostrados en el cuadro (4.7), indican que para longitud de brotes por ojo, los tratamientos estudiados fueron entre ellos altamente significativos durante todo el tiempo de brotación( 11,13,17,19,21 y 60 días). En cuanto a los coeficientes de variación mostrados (5.67,8.65,6.52,7.45,6.53,6.64 por ciento) respectivamente, para cada periodo de tiempo,

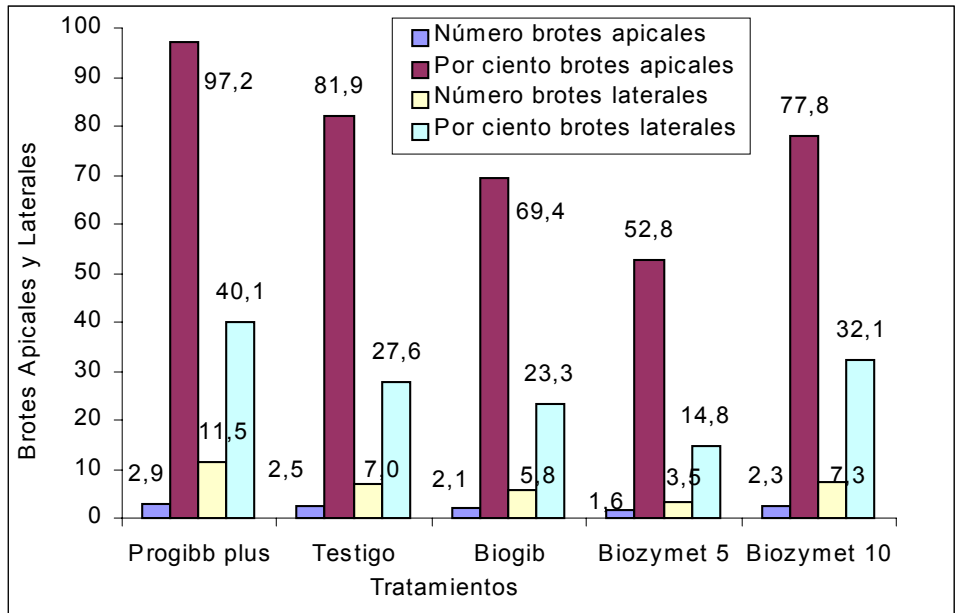


Figura 4.5 Respuesta del número y por ciento total de brotes apicales y laterales tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación

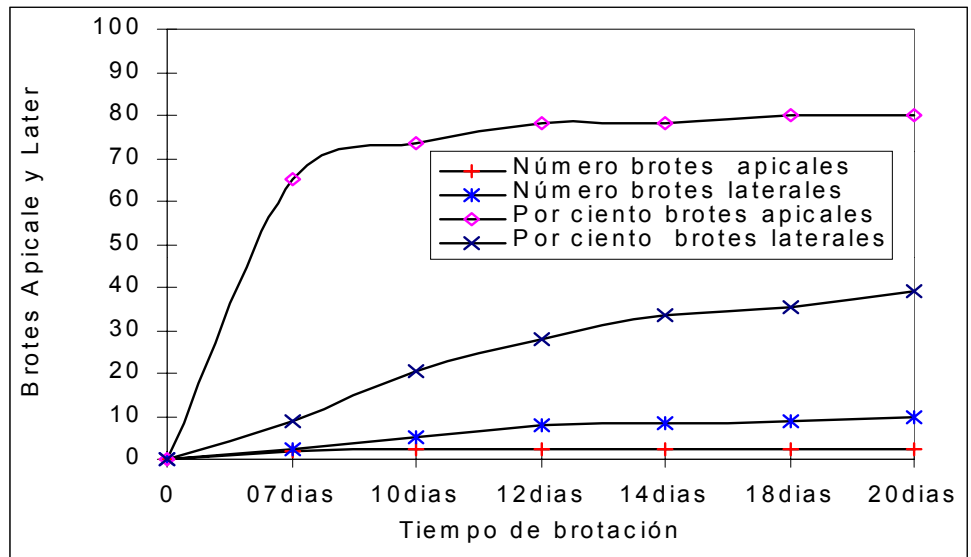


Figura 4.6 Comportamiento del número y por ciento de brotes apicales y laterales total en tubérculos de papa cv. Gigant bajo seis tiempos de brotación

4.7. Cuadrados medios y significancias de longitud del brote por ojo, por tubérculo y total en papa cv. Gigant durante la brotación.

		FUENTE DE VARIACION					
Variable	Tiempo de brotación (días)	TRATAMIENTOS		ERROR		Total	C.V
		G.L	C.M	G.L	C.M	G.L	(%)
Longitud de brote Por ojo	11	4	0,828**	15	0.001	19	5.67
	13	4	1,415**	15	0.009	19	8.65
	17	4	3,122**	15	0.013	19	6.52
	19	4	3,606**	15	0.025	19	7.45
	21	4	3,656**	15	0.026	19	6.53
	60	4	18,755**	15	0.79	19	6.64
<hr/>							
Longitud de brote por tubérculo	11	4	1,488**	15	0.006	19	8.63
	13	4	2,517**	15	0.014	19	8.27
	17	4	5,551**	15	0.023	19	6.38
	19	4	5,794**	15	0.119	19	3.78
	21	4	6,502**	15	0.022	19	4.57
	60	4	33,343**	15	1.83	19	7.58
<hr/>							
Longitud de brote del promedio total	11	4	0,090**	15	0.001	19	15.06
	13	4	0,157**	15	0.001	19	9.45
	17	4	0,359**	15	0.005	19	12.9
	19	4	0,403**	15	0.009	19	13.03
	21	4	0,409**	15	0.003	19	6.4
	60	4	2,374**	15	0.079	19	6.45

\*\* = Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ )

se mantuvieron a bajo del 10 por ciento de variación, lo que quiere decir que hubo un buen control de las condiciones ambientales que se manifestaron en el experimento.

En la longitud de brotes por tubérculos durante el tiempo de brotación (11,13,17,19,21 y 60, días) los tratamientos mostraron diferencias altamente significativa. Esto demuestra que los productos manifestaron efectos en la brotación. En relación a los coeficientes de variación para cada periodo de tiempo se mantienen a bajo del 10 por ciento

de variación lo que demuestra que los resultados obtenidos en el experimento son confiables en función de lo observado ( 8.63, 8.27,6.38,3.78,4.57,7.58 por ciento) respectivamente.

En cuanto al total de longitud de brote, los tratamientos fueron altamente significativos durante todo el tiempo de brotación (11, 13, 17, 19,21 y 60, días). Esto demuestra que los tratamientos aplicados produjeron una diferencia en el proceso de la brotación, en tanto que los coeficientes de variación, no estuvieron muy alejados del 10 por ciento de variación, para cada periodo de tiempo (15.06, 9.45, 12.9, 13.03, 6.4, 6.45 por ciento) respectivamente.

En cuanto a las medias de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total presentados en el cuadro (4.8) indican que para brotes por ojo el valor medio más alto de longitud fue obtenido al aplicar Progibb plus 5ppm, a diferencia del testigo que obtuvo el valor más bajo. Mientras que para brotes por tubérculo el valor medio de mayor longitud se obtuvo al aplicar Progibb plus 5ppm, mientras que el valor más bajo nuevamente fue para el testigo. El valor mayor del total de longitud nuevamente se obtuvo al aplicar Progibb plus 5ppm. Sin embargo Biogib 5ppm fue el segundo lugar siendo superior al resto de los demás tratamientos.

En la figura (4.7) se muestra el comportamiento de longitud del brote por ojo en la que se observa que todas las curvas tienden a crecer conforme al tiempo de brotación avanza. La aplicación de productos químicos comerciales como Progibb plus, al ser aplicado a 5ppm presentó una tendencia de crecimiento acelerado desde los 7 días de brotación hasta los 21 días e inclusive hasta los 60 días, en comparación con los demás tratamientos aplicados que presentan una curva inferior.

Cuadro 4.8 Medias de longitud del brote por ojo, por tubérculo, y total en tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación.

Variables	Tiempo de brotación. (días)	TRATA MIENTOS					Tukey ( $\alpha 0.05$ )
		Progibb plus	Testigo	Biogib	Biozyme 5	Biozyme 10	
Longitud de brote por ojo	11	1.325 A	0.850 B	0.494 C	0.125 D	0.469 C	0.808
	13	1.994 A	1.300 B	0.850 C	0.425 D	0.856 C	0.2051
	17	3.256 A	1.725 B	1.319 C	1.238 C	1.113 C	0.2465
	19	3.644 A	2.344 B	1.869 C	1.242 D	1.488 D	0.3447
	21	4.050 A	2.631 B	2.038 C	1.700 C	1.875 C	0.3506
	60	16.406 A	10.644D	14.275 B	13.325BC	12.238CD	1.942
Longitud de brote por tubérculo	11	1.775 A	1.134 B	0.658 C	0.167 D	0.625 C	0.1643
	13	2.658 A	1.733 B	1.133 C	0.567 D	1.142 C	0.2615
	17	4.342 A	2.300 B	1.758 C	1.650 C	1.484 C	0.3214
	19	4.859 A	3.125 B	2.492 C	1.950 D	1.983 D	0.2381
	21	5.400 A	3.508 B	2.717 C	2.267 D	2.500 CD	2.9555
	60	21.875 A	14.192 C	19.033AB	17.767 B	16.317 BC	2.9555
Longitud del total del brote	11	0.444 A	0.302 B	0.164 C	0.051 D	0.307 B	0.0835
	13	0.665 A	0.433 B	0.283 C	0.142 D	0.285 C	0.0746
	17	1.086 A	0.575 B	0.454 BC	0.371 C	0.371 C	0.1521
	19	1.215 A	0.781 B	0.698 BC	0.488 CD	0.496 D	0.2112
	21	1.350 A	0.877 B	0.679 C	0.567 C	0.625 C	0.1143
	60	5.469 A	3.548 C	4.758 B	3.852 C	4.096 C	0.096

Medias agrupadas con la misma letra dentro de la fila no, difieren estadísticamente. ( $\alpha=0.05$ )

El comportamiento de longitud del brote por tubérculo se muestra en la figura (4.8) en la que se observa que la curva correspondiente a Progibb plus 5ppm se mantiene arriba de las de más con un crecimiento que comienza desde los 11 días y se mantiene hasta los 21 días e inclusive hasta los 60 días, en el cual alcanzo su mayor crecimiento. Sin embargo las curvas de comportamiento de los demás tratamientos se mantienen en un nivel inferior, pero con la misma tendencia de crecimiento.

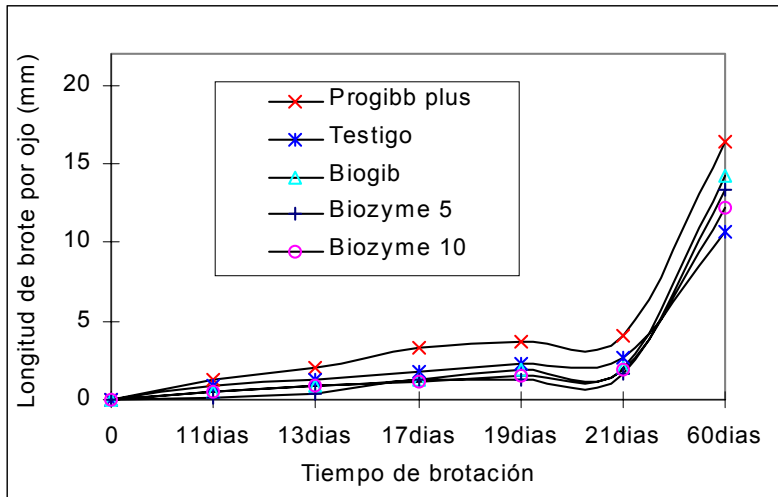


Figura 4.7 Comportamiento de longitud del brote por ojo del tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos a través del tiempo de brotación

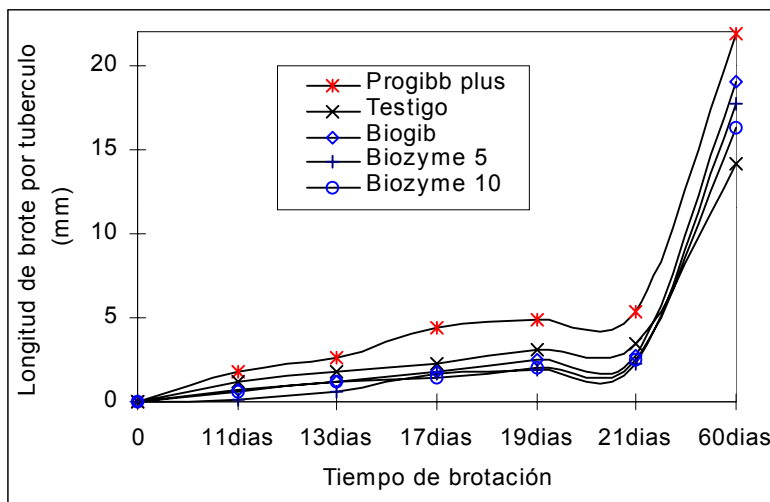


Figura 4.8 comportamiento de longitud del brote por tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante el tiempo de brotación

En la figura (4.9) se presenta el comportamiento de longitud de brote total, en el cual se observa que la curva correspondiente al tratamiento Progibb plus 5ppm, mantiene un nivel arriba de las demás curvas con un crecimiento que comienza acentuarse a los 13 días y se mantiene hasta los 19 días incluyendo los 60 días.



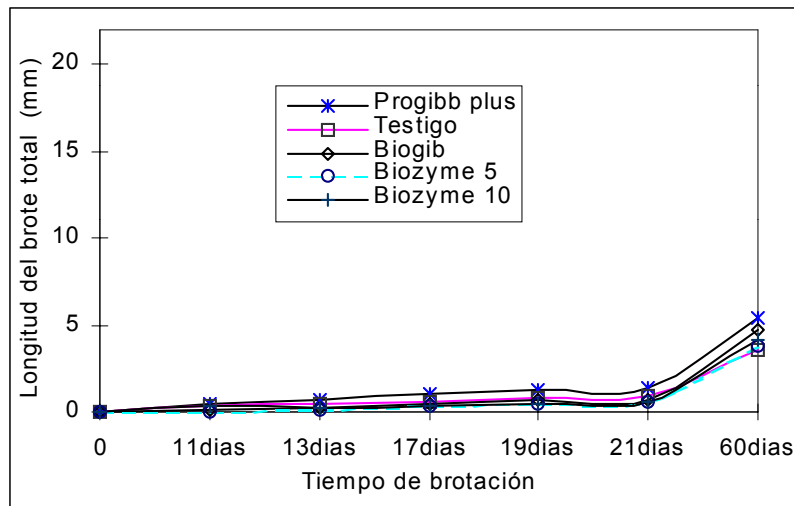


Figura 4.9 Comportamiento de longitud del brote total de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación.

En tanto las demás curvas de comportamiento del resto de los tratamientos mantienen en un nivel inferior.

Lo anterior con firma lo encontrado por Rojas (1987) al aplicar  $GA_3$  a 5ppm a tubérculos de papa el cual obteniendo brotes más largos en a corto tiempo de brotación e igual precosidad. Así como también lo reportado por Coyote 1998 y Sánchez (1998).

En el cuadro (4.9) se muestran los cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinado para la longitud de brotes, por ojo, por tubérculo y total. Estos indican qué para brotes total y para brotes por ojo y por tubérculo los tratamientos estudiados fueron altamente significativos, como también para las diferencias de tiempo de brotación, así como también para interacción de los dos factores. En relación a los coeficientes de variación mostrados (10.81, 15.20 y 10.63) no estuvieron muy alejados del

Cuadro 4.9 Cuadrados medios y significancias de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv.Gigant durante la brotación

FUENTE DE VARIACION	LONGITUD	DEL	BROTE	
	G.L	Promedio total	Brote por tubérculo	Brote por ojo
Tratamiento)	4	2.319**	31.881**	18.764**
Tiempo brotación(B)	5	48.941**	868.585**	470.393**
T. X T.B	20	0.294**	2.763**	2.526**
Error	90	0.016	0.538	0.144
Total	119			
C.V%		10.81	15.20	10.63

\*\*=Altamente significativo ( $\alpha=0.01$ )

10 por ciento de variación lo cual quiere decir que la variación existente fue aceptable.

Los valores medios para la longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total se muestran en el cuadro (4.10) en el cual se indica que el mejor tratamiento que promueve el crecimiento del brote para las tres variables evaluadas es obtenido al aplicar Progibb plus 5ppm.

En el cuadro (4.10) se presentan las medias de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total bajo diferentes tiempo de brotación. En él se observa que el crecimiento de brotes para las tres variables evaluadas, se encontró que fue a los 21 días de brotación. Sin embargo el mayor crecimiento de brotes se alcanzó a los 60 días, para las tres variables.

En la figura (4.10) se observa la respuesta de tratamientos en relación a brotes por ojo, por tubérculo y total. En la cual se observa que Progibb plus 5ppm presentó el mayor resultado para las tres variables evaluadas, en comparación con los demás tratamientos.

Cuadro 4.10. Medias de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación.

TRATAMIENTO	LONGITUD DEL BROTE		
	Total	Por tubérculo	Por ojo
Progibb plus	1.705 A	6.818 A	5.114A
Testigo	1.086BC	4.332B	3.249B
Biogib	1.173 B	4.632 B	3.474 B
Biozyme 5	0.912 C	4.061 B	3.009 B
Biozyme 10	1.030 BC	4.009B	3.007 B
Tukey( $\alpha=0.05$ )	0.2522	1.4480	0.7493
Tiempo de brotación días.			
11	0.245 D	0.782 D	0.654 D
13	0.362 CD	1.447 CD	1.085 CD
17	0.571 BC	2.307 BCD	1.730 BC
19	0.736 B	2.887 BC	2.117 B
21	0.820 B	3.278 B	2.459 B
60	4.345 AB	17.837 A	13.378 A
Tukey( $\alpha=0.05$ )	0.2637	1.514	0.7834

Medias agrupadas con la misma letra dentro de la fila no, difieren estadísticamente ( $P \leq 0.01$ )

El comportamiento de longitud de brotes por ojo, por tubérculo y total bajo diferentes tiempos de brotación se presenta en figura (4.11). Este indica que a los 11 días y 21 días se observó que las tres variables evaluadas fueron estadísticamente iguales y alcanzaron su crecimiento mayor.

Lo anterior confirma lo encontrado por Rojas (1987) al aplicar  $GA_3$  a 5ppm a tubérculos de papa obteniendo brotes más largos, a corto tiempo de brotación e igual precosidad. Así mismo Castro (1996) al estudiar los efectos de las giberélinas sobre la brotación y desarrollo de brotes de tubérculos-semilla en inmersiones por 10 minutos en

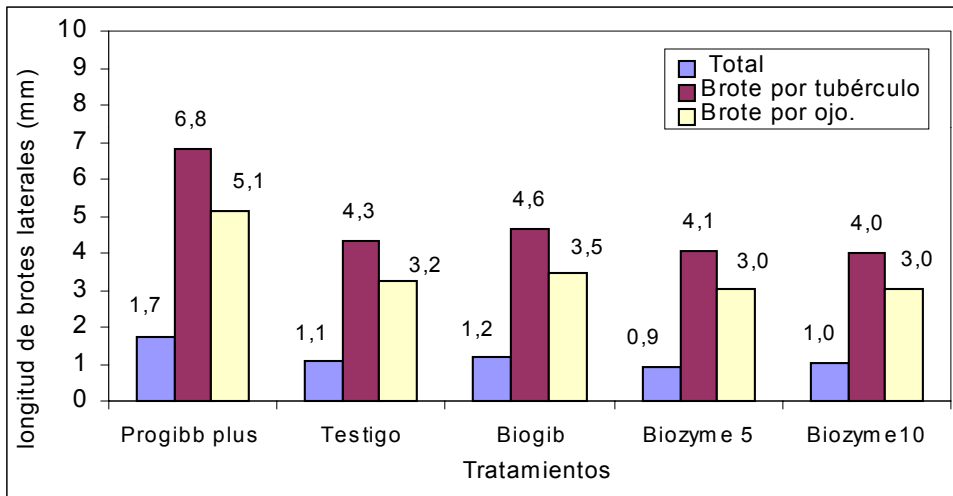


Figura 4.10 Respuesta de longitud de brotes por, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamiento durante la brotación

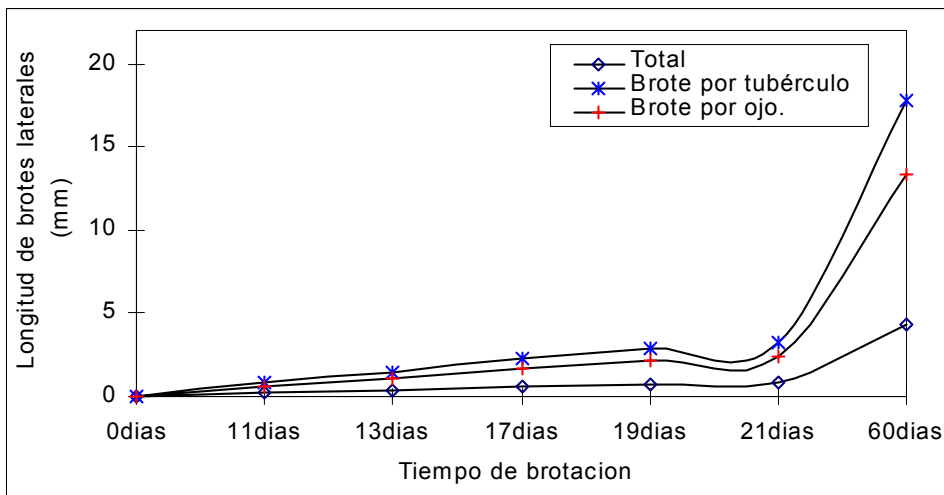


Figura 4.11 Comportamiento de longitud de brote por ojo, por tubérculo Y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo seis tiempos de brotación

diferentes soluciones de Activol, causó incrementos y precosidad en la brotación , 10 y 25 días después del tratamiento. También Coyote en 1998 al aplicar Progibb plus 5ppm en tubérculos de papa variedad Atlantic obtuvo brotes con un mayor vigor en términos de longitud el cual fue obtenido en un tiempo de 24 días y Sánchez en 1998 al aplicar Progibb plus 5ppm , lo obtuvo a los 23 días.

El análisis de varianza individual realizado para el grosor de brote por ojo, por tubérculo y total, representados en sus cuadrados medios y significancias que se muestran en el cuadro (4.11) indican que para el grosor de brotes por ojo, los tratamientos implicados fueron entre ellos altamente significativos durante todo el periodo de brotación (11, 13, 17, 19, 21 y 60, días ). En cuanto a los coeficientes de variación mostrados (14.62, 8.03, 5.28, 8.56, 5.89, 7.34 por ciento) respectivamente, para cada periodo de tiempo, se mantuvieron a bajo del 10 por ciento de variación, lo que quiere decir que los resultados se consideran aceptables en función de lo observado.

En cuanto a brotes por tubérculo los tratamientos durante los 11,13,17,19,21,60 días de brotación fueron altamente significativos. Esto demuestra que los productos utilizados causaron diferencias en la brotación. En relación a los coeficientes de variación mostrados (1.45, 1.31, 4.08, 1.16, 4.31 y 9.05 por ciento) respectivamente, para cada periodo de tiempo, se mantuvieron a bajo del 10 por ciento de variación, lo que quiere decir que los resultados se consideran aceptables para esta variable, en función de las condiciones que se manifestaron.

En cuanto al total de grosor de brote los tratamientos fueron altamente significativos durante el tiempo de brotación (11, 13, 17, 19, 21 y 60 días). Esto indica que los tratamientos estudiados causaron diferencias por efectos de composición durante la brotación, mientras que los coeficientes de variación(4.08, 5.52, 2.95, 1.44, 1.85, 4.34 por ciento) respectivamente,

observados para cada periodo de tiempo se mantuvieron a bajo del 10 por ciento de variación, lo que corrobora de las condiciones del experimento.

En el cuadro (4.12) se presentan las medias de tratamientos para grosor del brote por ojo, por tubérculo y total, indicando que el tratamiento Progibb plus 5 ppm fue superior estadísticamente a los demás, durante todo el periodo de brotación (11,13,17,19,21y 60 días), obteniendo los valores más altos de grosor de brote, pero también el resto de los demás tratamientos presentaron diferencias durante todo este periodo.

Cuadro 4.11 Cuadros medios y significancias de grosor del brote por ojo, por tubérculo, y total de tubérculos de papa cv. Gigant durante la brotación.

Variable	Tiempo de brotación. (días)	FUENTE DE VARIACION					
		Tratamientos		Error		Total	C.V(%)
		G.L	C,M	G.L	C.M	G.L	
Grosor de brote por ojo	11	4	2.394**	15	0.022	19	14.62
	13	4	3.197**	15	0.018	19	8.03
	17	4	5.954**	15	0.017	19	5.28
	19	4	5.762**	15	0.061	19	8.56
	21	4	7.137**	15	0.038	19	5.89
	60	4	3.479**	15	0.35	19	7.34
Grosor de brote por tubérculo	11	4	2.909**	15	0.0003	19	1.45
	13	4	5.683**	15	0.0008	19	1.31
	17	4	9.871**	15	0.201	19	4.08
	19	4	10.129**	15	0.002	19	1.16
	21	4	10.079**	15	0.04	19	4.31
	60	4	6.461**	15	0.957	19	9.05
Longitud de brote total	11	4	0.205**	15	0.001	19	4.08
	13	4	0.354**	15	0.001	19	5.52
	17	4	0.662**	15	0.001	19	2.95
	19	4	0.616**	15	0.001	19	1.44
	21	4	0.766**	15	0.004	19	1.85
	60	4	2.368**	15	0.013	19	4.34

\*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ )

En tanto, para la variable longitud de brote por tubérculo el tratamiento Progibb plus 5 ppm demostró ser superior a los demás tratamientos durante todo el tiempo de brotación (11,13,17,19,21 y 60 días) presentando los valores más altos de grosor del brote, en comparación con los demás, aún cuando los demás presentaron diferencias.

En cuanto al total de grosor del brote, los valores mayores fueron presentados durante todo el tiempo de brotación (11,13,17,19,21y 60 días), al aplicar el producto comercial Progibb plus 5 ppm, el cual superó estadísticamente

Cuadro 4.12 Medias de grosor del brote por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempos de brotación.

Variables	Tiempo de brotación (días)	T R A T A M I E N T O S					Tukey ( $\alpha=0.05$ )
		Progibb plus	Testigo	Biogib	Biozyme 5	Biozyme 10	
Grosor brote por ojo	11	2.194 A	1.350 B	0.619 C	0.188 D	0.788 C	0.3283
	13	3.100 A	1.919 B	1.181 c	0.769 D	1.469 C	0.2961
	17	4.569 A	2.449 B	1.913 C	1.500 C	1.925 C	0.2864
	19	4.875 A	3.100 B	2.294 C	1.913 C	2.206 C	0.538
	21	5.481 A	3.664 B	2.575 C	2.144 D	2.669 C	0.5253
	60	9.450 A	7.619 D	8.206 B	8.081 BC	6.906 C	1.2923
Grosor de brote por tubérculo	11	2.450 A	1.800 B	0.825 D	0.250 E	1.050 C	0.0405
	13	4.133 A	2.558 B	1.575 D	1.025 E	1.958 C	0.0643
	17	6.092 A	3.325 B	3.550 B	2.000 D	2.567 C	0.313
	19	4.500 A	3.884 B	3.059 C	2.550 E	2.941 D	0.0954
	21	7.309 A	4.858 B	3.434 D	4.058 C	3.583 D	0.4379
	60	12.600 A	10.158B	11.325AB	10.775 AB	9.208 B	2.1379
Grosor del brote total	11	0.613 A	0.512 B	0.206 D	0.063 E	0.263 C	0.0296
	13	1.032 A	0.640 B	0.394 D	0.256 E	0.490 C	0.0678
	17	1.523 A	0.831 B	0.638 C	0.500 D	0.642 C	0.0533
	19	1.606 A	1.034 B	0.765 C	0.637 D	0.736 C	0.03
	21	1.809 A	1.215 B	0.859 C	0.715 D	0.890 C	0.0442
	60	3.131 A	2.540BC	2.725 B	2.694 B	2.302 C	0.254

Medias agrupadas con la misma letra dentro de la fila no, diferentes estadísticamente ( $P \leq 0.01$ )

a los demás, considerando que los demás tratamientos difirieron entre ellos durante todo el tiempo de brotación.

En la figura (4.12) se muestra el comportamiento de los tratamientos en relación al grosor de brotes laterales por ojo, en el cual se observa que la curva correspondiente a Progibb plus 5 ppm se mantiene arriba de las demás curvas mostrando un crecimiento acelerado que inicia a los 11 días y se mantiene hasta los 60 días durante el cual se evaluó la brotación, mientras que las demás curvas mantienen el mismo crecimiento pero en un nivel inferior.

El comportamiento de tratamientos de grosor de brotes laterales por tubérculo se presenta en la figura (4.13). El cual indica que la curva correspondiente al tratamiento Progibb plus 5ppm, estimula un crecimiento rápido desde los 11 días, el cual se mantiene hasta los 21 días, alcanza el mayor grosor de brote, en comparación con los demás, ya que estos lo alcanzan a los 60 días.

En la figura (4.14) se representa el comportamiento en relación al promedio total de grosor del brote lateral, en el cual se observa que la curva correspondiente a Progibb plus 5ppm se mantiene arriba de las demás curvas con un crecimiento que inicia a los 13 días y manteniendo ese nivel hasta los 60 días de la brotación. Sin embargo las curvas de comportamiento de los demás tratamientos se mantienen en mínimo nivel de crecimiento inferior. Lo anterior con firma lo encontrado por Minato (1979). En trabajo de brotación de papa obtuvo brotes cortos, gruesos y más numerosos al usar etileno, que en tubérculos desarrollados sin etileno a 2 ppm.

En el cuadro (4.13) se muestran los cuadrados medios y significancia del grosor de brote por tubérculo y total, observándose que para las tres variables evaluadas los tratamientos estudiados fueron altamente significativos, como también para tiempo de brotación e interacción de los dos factores. Con respecto a los coeficientes de variación de 4.78, 9.43



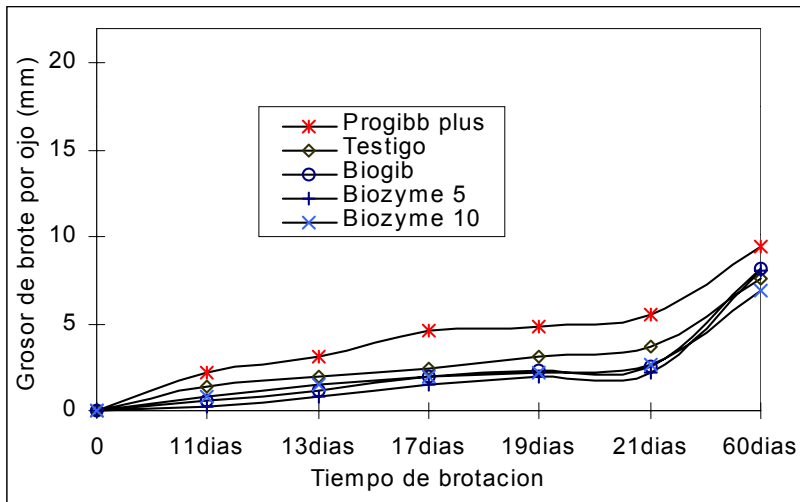


Figura 4.12 Comportamiento del grosor del por ojo del tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos a través del tiempo de brotación

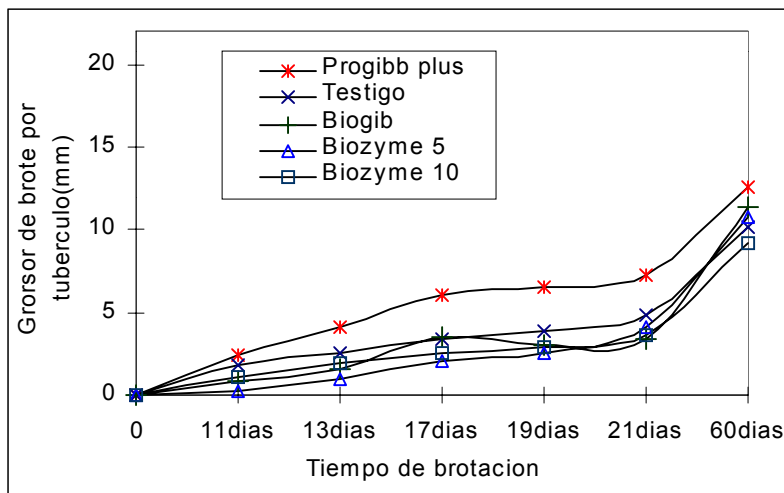


Figura 4.13 Comportamiento del grosor del brote por tubérculo de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos en diferentes tiempos de brotación.

y 8.94 por ciento, todos fueron inferiores del 10 por ciento que se consideran para las condiciones en que se desarrollo el experimento

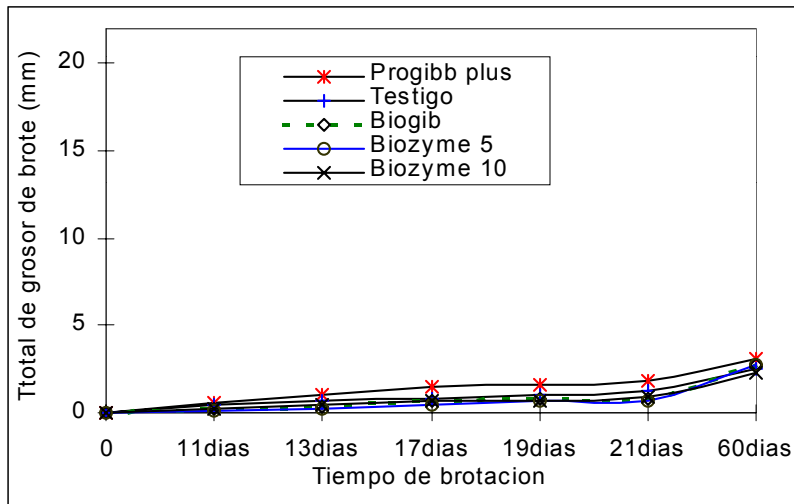


Figura 4.14 Comportamiento del grosor del brote total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación.

Cuadro 4.13 Cuadrados medios y significancias de grosor de brotes por ojo, por tubérculo y total de tubérculos de papa Cv. Gigant durante la brotación.

FUENTE DE VARIACION	G.L	Promedio total	Brote por tubérculo	Brote por ojo
Tratamiento(T)	4	2.549**	37.739**	24.486**
Tratamientos. Brotacion (T.B)	5	13.853**	226.984**	124.609**
T x T.B	20	0.084**	1.482**	0.666**
Error	90	0.002	0.170	0.085
Total	119			
C.V.(%)		4.78	9.43	8.94

\*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ )

Los valores medios para grosor de brotes, por ojo, por tubérculo y total se presenta en el cuadro (4.14) donde se observa que al aplicar Progibb plus 5ppm se obtuvieron los

Cuadro 4.14 Medias de grosor del brote por ojo, por tubérculo, y total de tubérculos de papa cv. Gigant bajo cinco tratamientos y seis tiempo de brotación.

TRATAMIENTO	Promedio total	Brote por tubérculo	Brote por ojo
Progibb plus	1.619A	6.514A	4.945A
Testigo	1.129B	4.431B	3.350 B
Biogib	0.931 C	3.961 BC	2.798 BC
Biozyme 5	0.811 CD	3.443 C	2.433 C
Biozyme 10	0.887C	3.550 C	2.661 C
tukey 0,05	0.1015	0.8148	0.5715
Tiempo de brotación (d)			
11	0.331 F	1.275 E	1.028 E
13	0.562 E	2.250 D	1.688 D
17	0.627 D	3.507 C	2.471 C
19	0.956 C	3.787 C	2.878 BC
21	1.088 B	4.648 B	3.303 B
60	2.678 A	10.813 A	8.052 A
tukey 0,05	0.1061	0.8519	0.5976

Medias agrupadas con la misma letra dentro de la fila no, difieren estadísticamente ( $\alpha=0.05$ )

mayores resultados de grosor de brote en las tres variables evaluadas.

En el mismo cuadro, las medias de grosor de brote por ojo, por tubérculo y total bajo diferentes tiempos de brotación, indican que el mayor crecimiento del brote, por tubérculo, por ojo y total se encontró a los 21 días de brotación, sin embargo su crecimiento máximo lo alcanzaron a los 60 días, de brotación.

En la figura (4.15) se observa la respuesta del grosor de brote por ojo, por tubérculo, y total, donde Progibb plus al ser aplicado a 5ppm presentó mayor grosor de brote para las tres variables evaluadas, en comparación con los demás tratamientos, los cuales mantuvieron un comportamiento uniforme entre ellos, pero inferior a Progibb plus 5ppm.

En cuanto al comportamiento de grosor de brotes por ojo, por tubérculo y total, bajo diferentes tiempos de brotación se observa en la figura (4.16) el cual indica que a los 21 días las tres variables evaluadas fueron estadísticamente iguales al cansando su crecimiento máximo a los 60 días de brotación. Pero con ciertas diferencias donde la variable brote por tubérculo a los 21 días alcanza un 50 por ciento de grosor de brote en comparación con las de

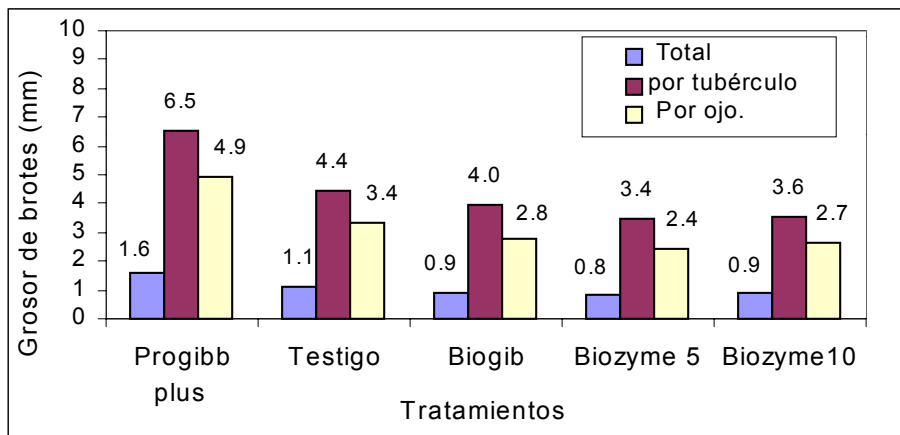


Figura 4.15 Respuesta del grosor de brote por ojo, por tubérculo de papa cv Gigant bajo cinco tratamientos durante la brotación

demás variables.

Los resultados anteriormente expuestos corroboran lo reportado por Coyote (1998) al aplicar Progibb plus 5 ppm en tubérculos de papa de la variedad Atlantic al obtener brotes con un mayor vigor en términos de grosor el cual fue obtenido en un tiempo de 24 días y lo encontrado por Sánchez (1998) al aplicar progibb plus 5 ppm, a los 23 días

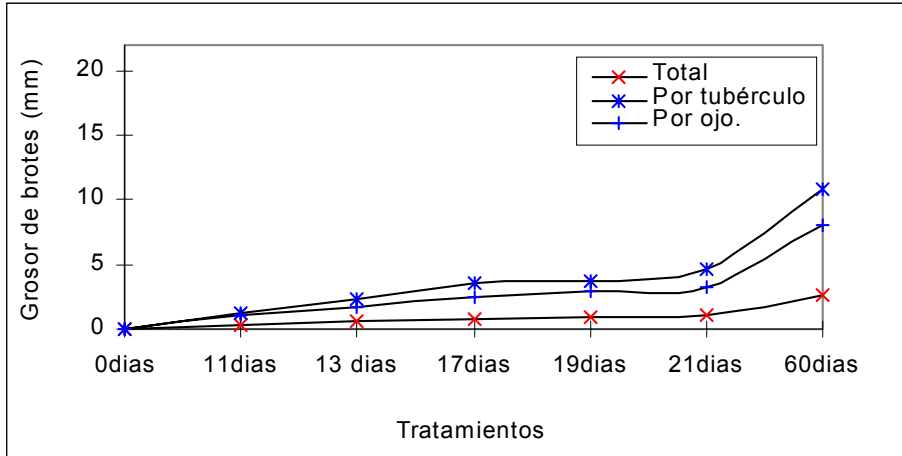


Figura 4.16 Comportamiento de grosor del brotes por, ojo por tubérculo y total de papa cv. Gigant bajo seis tiempos de brotación

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

- 1.- La mayor brotación apical y lateral se promovió con el producto Progibb plus 5 partes por millón.
- 2.- El 80 y 40 por ciento de brotes apicales y laterales se obtuvo con el producto Progibb plus 5 partes por millón.
- 3.- El mayor vigor en términos de longitud y grosor de brote fue observado en tubérculos tratados con progibb plus 5 partes por millón.
- 4.- La mayor precocidad de la brotación se encontró a los 20 días después de la aplicación de los productos.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, G. J. 1987. El cultivo de la papa con énfasis en producción de semilla ( programa de investigación y proyección social en papa). Lamolina.
- Alonso, F. 1996. Cultivo da la patata. Edición Ed. Mundi preura. P 272 Barcelona. España
- Bioenzynas. T.F. 1988. Biozyme T..F. Folleto de información técnica. Saltillo, Coahuila, México.
- Bonner, J. 1976. Principios de fisiología vegetal. 5ª Edición Ed. España.
- Bryan, E.J. 1989. Ruptura del reposo en los tubérculos de papa. Guía de investigación (C I P). Centro internacional de la papa. Lima Perú. 15p
- Burton, W.G. 1978. The physics and physiology of storage P.P. 545 – 568. En the potato crop. The scientific basic for improvement. Edit. P.M. Harris, Chapran and Hall, London.
- Coyote. S.D. 1998 Brotación inducida químicamente en tubérculos de papa ( *Solanún tuberosum* L. ) Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
- Cásseres, E. 1980. Producción de Hortalizas .3ª Edición Ed. IICA. San José Costa Rica. 281 – 283.
- Castro, P.R.C., Meloto, E. and Harada. E. 1996 Sprouting shoot growth of seed ( *solanum tuberosum* cv. Bintje ) as affe ted by gibberellin treatment. Ecosistema 21:5-10 piracicaba, SP. Brazil.

- Cutter E. 1978. Structure and development of the potato. P.P. 70-147. En the potato crop. The scientific basic for improvement. Edit P.M. Harris. Chapman. And Hall. London.
- Dyson P.W. Digby J. 1975. Effects of calcium, on sprouts of ten potato cultivares. Potato Research. 18: 363-377.
- Garcia, G.E. 1997. Evaluación de 19 clones de papa ( *Solanum tuberosum* L.) Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
- Hamann U. 1974. Intensive propagation of potatoes during the first years of a seed program. Ziemniak, 1974 : 107 – 126.
- Holmes, J.C. R.W. Lang y A.K. Singh. 1970. The effect of five growth regulators on apical dominance in potato seed tubers and on subsequent tuber production. Potato Research. 13:342-352
- Huaman, Z. 1986. Botánica sistemática y morfología de la papa. ( C I P )  
Centro Internacional de la Papa Lima Perú ( Boletín de información técnica.6 .)
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. 1970. Sexta Memoria Anual.  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias.Santiago de Chile. Pag,100 – 123.
- Instituto Nacional de estadística geografía e información (INEGI, 1990). Mty G14-7.  
Carta de efectos Climáticos Regional Nov.- Abril. Color varios; México 1hg.
- Jones, R. L. 1980. Plant Growth Substances. 1979. Proceeding of Growth Substances
- Jusca Ffresa, B. 1982 La patata su cultivo 1er Edición Ed. Aedos Barcelona
- Kasrawi, M. and Al-fayyad , M 1989. Yield and quality of potatoes as influenced



by breaking dormancy of tuber seeds. Research- Journal of Aleppo- University. Agricultural Sciences series. No. 13 p.51-68 Syria.

Little, T. M. and Hills, F. J. 1990. Métodos Estadísticos para la investigación en la agricultura. 2ª Edición. Ed. Trillas. 270p. México.

Lorente, H.J.B. 1997. Horticultura cultivo en invernadero Edición. IDEA Books, S.A

Madison, Wisconsin, July 1979. edit. F. Skoog. Springe-Verlar. Berlin Heidelberg New York. 1980. pp 188-198.

Minato, T., Kikuta, Y.; O Kazawa; Y. 1979. Effects of ethylene on sprout growth and endogenous growth substances of potato plants. Jurnal of the Faculty of Agriculture Hokkaido University 59: 239-248.

Moorby, J. Y Milthorpe. F. L. 1975. Potato. P.P.225-258. En crop physiology cambridge University prees.

NIVAA, 1989. Catalogo Holandés de variedades de patata. Sumario de características de las variedades. Pag. LA HAYA- RIVRO, WAGENINGEN

Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (F.A.O.), 1993. . Anuario de producción Vol.47 Roma Italia

Puzina T. 1976. Effect of gibberellin on some physiological and biochemical processes in sprouting buds of potato tubers. Biologicheskíe Nauki 3:81-85.

Ray, M.P. 1985. La plata viviente. 9ª Edición Ed. Continental. S.A de c.v

Rojas, G.M. Y Ramirez R. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas.

Ed. Limus, México.

Sánchez , T.J.E.1998 Estimulación hormonal de la brotación de tubérculos de papa ( *Solanum tuberosum* L.) Tesis de licenciatura .U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coahuila México.

Secreraria de Desarrollo Rural (S.D.R ),1991 Análisis del cultivo de la papa en estado de Coahuila, Saltillo, Coahuila Mimiografiado pag.

Shashirekha., M.N.; Ramesh, B.S.; Narasimhamp. 1991. Sprouting behaviour of NAA (Naphthalene aceticacid ) treated seed potato tubers of ter pro longed storage at low temperature. Asian potato Journal 2(1) 5-11 Philippines.

Steel,R.G.D and H.J. Torrie 1980 principales and procedures of statics .A biometrial apprach. 2ª Edic. E. Dit McGraw-hill. in New York. U.S.A.

Szalai M. Nagy M. Helfrich, 1975. What is the possible role of gibberellin in the breaking of potato dormancy I. Physiological efeect of GA<sub>3</sub> on carbohidrate Metobolism. Amylase Activity and respitation in sprouting potato. Acta Agronomica Academie Scientiarum Hungaricae 24: 335 – 342.

Urbano, H.J.A. 1984. Técnicas de multiplicación rápida de papa ( *Solanum tuberosum*.L ) por medio de brotes. Tesis de licenciatura, Chapingo México.