

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ciencias Agrícolas

Te
UVG
Agosto
1986

EFFECTO DEL ACIDO GIBERELICO Y DOSIS DE FERTILIZANTE DE PROPORCION
15% N, 15% P₂O₅ y 15% K₂O, SOBRE EL CRECIMIENTO DEL PINABETE
(*Abies guatemalensis*, Rehder) EN VIVERO.

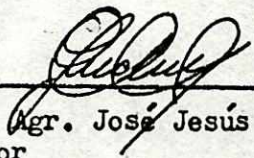
VICTOR RODOLFO GUZMAN URRUTIA

Trabajo de investigación presentado para optar el título de Ingeniero
Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Guatemala
1986


EFFECTO DEL ACIDO GIBERELICO Y DOSIS DE FERTILIZANTE DE PROPOR-
CION 15% N, 15% P₂O₅ y 15% K₂O, SOBRE EL CRECIMIENTO DEL PINABETE
(*Abies guatemalensis*, Rehder) EN VIVERO.

Vo. Bo.

(f) 

Ing. Agr. José Jesús Chonay (Ms. Sc.)
Asesor


Tribunal:

(f) 

Ing. Agr. Mario R. Vela D. (Ms. Sc.)

(f) 

Ing. Agr. José Manuel del Valle (Ms. Sc.)

(f) 

Ing. Agr. José Jesús Chonay (Ms. Sc.)

Fecha de aprobación: 21 marzo 1986.

✓
Mi sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que me prestaron su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo:

Programa INAFOR-CARE-CUERPO DE PAZ

Por haberme dado la oportunidad de estudiar y superarme

Ing. Agr. José Jesús Chonay

Por su acertada asesoría, revisión y corrección

Ing. Agr. José Rolando Zanotti

Ing. Agr. Mario R. Vela

Ing. Agr. José Manuel del Valle

Por sus importantes correcciones y sugerencias

P.A. Daniel A. López Reyes

P. A. Mario A. Domínguez

Promotores Forestales de INAFOR-Totonicapán

Por su constante ayuda en el trabajo de campo

Srita.: Mayda Nidia González Méndez

Por la dedicación puesta de manifiesto en la labor de mecanografiado.

DEDICATORIA

A mis padres:

Felix Aparicio Guzmán (Q.E.P.D.)

María Rosalina Urrutia

CONTENIDO

	Página
Lista de figuras	v
Lista de cuadros	vi
Resumen	vii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
A. Descripción botánica del pinabete	3
B. Los reguladores del crecimiento	4
C. Las giberelinas	5
1. Naturaleza química	8
2. Efectos biológicos	9
3. Mecanismo de acción	12
4. Aumento del tamaño de las plantas	14
D. Fertilización en viveros forestales	15
III. MATERIALES Y METODOS	16
A. Localización del área experimental	16
B. Materiales usados	16
1. Suelo	16
2. Semilla	17
3. Fertilizante	17
4. Acido giberélico	18
C. Metodología experimental	18
D. Manejo del experimento	20
1. Preparación del semillero	20
2. Transplante a bolsa	20
3. Aplicación de ácido giberélico	20
4. Aplicación de fertilizante	20
5. Toma de lecturas de alturas y diámetros	21
6. Otros cuidados culturales	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	22
V. CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFIA	42

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estructura química del ácido giberélico.	7
2. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre altura de plántulas en centímetros en el primer experimento.	24
3. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre diámetro de plántulas en milímetros en el primer experimento.	26
4. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre peso seco de plántulas en gramos en el primer experimento.	28
5. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre altura de plántulas en centímetros en el segundo experimento.	31
6. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre diámetro de plántulas en milímetros en el segundo experimento.	33
7. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre peso seco de plántulas en gramos en el segundo experimento.	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis de suelo utilizado en semillero y bolsas.	16
2. Gramos de triple 15 e ingrediente activo de N-P-K, aplicado por planta en el experimento número uno.	17
3. Gramos de triple 15 e ingrediente activo de N-P-K, aplicado por planta en el experimento número dos.	17
4. Partes por millón y número de aplicaciones de ácido giberélico por planta en los experimentos uno y dos.	18
5. Análisis de varianza de altura de plántulas en el primer experimento.	22
6. Análisis de varianza de diámetro de plántulas en el primer experimento.	25
7. Análisis de varianza respecto a peso seco de plántulas en el primer experimento.	27
8. Análisis de varianza respecto a altura de plántulas en el segundo experimento.	29
9. Análisis de varianza respecto a diámetro de plántulas en el segundo experimento.	30
10. Análisis de varianza respecto a peso seco de plántulas en el segundo experimento.	32
11. Efecto de niveles de hormona y fertilizante sobre altura, diámetro y peso seco de plántulas en el primer experimento.	37
12. Efecto de niveles de hormona y niveles y formas de aplicación de fertilizante sobre altura de plántulas en el segundo experimento.	38
13. Efecto de niveles de hormona y niveles y formas de aplicación de fertilizante sobre diámetro de plántulas en el segundo experimento.	39
14. Efecto de niveles de hormona y niveles y formas de aplicación de fertilizante sobre peso seco de plántulas en el segundo experimento.	40

RESUMEN

El presente trabajo consistió en evaluar diferentes niveles de ácido giberélico, simultáneamente se evaluaron diferentes niveles de fertilizante de proporción 15% N, 15% P_2O_5 y 15% K_2O , conocido comercialmente como triple 15, con el objeto de acelerar el crecimiento de pinabete en vivero.

Se realizaron dos ensayos escalonados en el tiempo: el primero consistió en evaluar tres dosis de ácido giberélico, las cuales fueron de 200 ppm, 400 ppm y 600 ppm, tres dosis de fertilizante triple 15 de 3.75 g, 7.50 g, y 12.50 g por planta, en 1500 centímetros cúbicos de suelo.

El ácido giberélico se aplicó diluído en forma de aspersion y se hicieron seis aplicaciones de cada dosis, mientras que el fertilizante se aplicó en forma granulada en una sola aplicación, evaluando a la vez la interacción entre el ácido giberélico y el fertilizante.

Los resultados obtenidos mostraron que ninguna dosis de ácido giberélico tiene efecto significativo en altura, diámetro y peso seco de plántulas de pinabete, mientras que la dosis de 12.5 g de fertilizante por planta causó la muerte total de las mismas, así mismo, la interacción entre el ácido giberélico y el fertilizante no tuvo efecto significativo. Las pruebas de Tukey indicaron que los niveles de ácido giberélico solo tienen efecto significativo sobre la altura de plántulas y el fertilizante tuvo efectos significativos sobre la altura, diámetro y peso seco, mientras que la interacción entre fertilizante y ácido giberélico no tuvo ningún efecto significativo.

El segundo ensayo consistió en aplicar las mismas dosis y aplicaciones de ácido giberélico del primer ensayo y se aplicaron dosis de fertilizante de 2 g, 4 g y 6 g por planta, en 1500 centímetros cúbicos de suelo, en dos formas de aplicación diluída y granulada, en vista de que en el primer ensayo las dosis

mayores ocasionaron efectos negativos a las plantas, igualmente se evaluó la interacción entre el ácido giberélico y el fertilizante. En los resultados se observó que la dosis de seis aplicaciones de 200 ppm (1200 ppm) de ácido giberélico, incrementó la altura de las plántulas en forma significativa, no así, en el diámetro y peso seco, mientras que la dosis de 2 g de fertilizante por planta dió el mejor resultado en el incremento de altura de plantas. En lo que se refiere a la forma aplicación de fertilizante, la forma granulada en dosis de 2 g por planta tiene efectos significativos en el incremento de altura y la forma diluída en el incremento de diámetros, mientras que en peso seco no se observó ninguna diferencia significativa entre las dos formas de aplicación.

Las pruebas de Tukey indicaron que: en lo que se refiere a la altura de plantas tuvo efecto significativo el fertilizante y la forma de aplicación granulada. En diámetros solo tuvo efecto significativo el fertilizante aplicado en forma diluída; mientras que en lo que se refiere a peso seco no hubo ninguna significancia.

Por lo tanto, la combinación de seis aplicaciones de 200 ppm de ácido giberélico con dos gramos de fertilizante granulado por planta tuvo los efectos más significativos.

I. INTRODUCCION

El altiplano occidental se caracteriza por tener zonas ecológicas apropiadas para el cultivo del Pinabete (Abies guatemalensis, Rehder). Esta especie se localiza creciendo en forma natural en las partes altas (2,700 a 3,500 msnm y 1,300 mm de lluvia anual) de los Departamentos de Quetzaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, Sololá, San Marcos, así como en el Oriente del país, respectivamente en el Departamento de Jalapa (5).

El Pinabete es una de las especies forestales de mayor importancia económica en Guatemala, por su utilización como árbol de navidad, el cual es obtenido de rodales naturales y bosques artificiales.

Cuando esta especie se produce en vivero su crecimiento en altura y diámetro es lento, permanece de un año y medio a dos años para poder transplantarla al campo.

Así también se conoce poco sobre las necesidades de fertilizantes y el uso de reguladores de crecimiento de las especies forestales producidas en vivero.

Tomando en consideración los aspectos anteriores, los objetivos del presente trabajo son:

General:

Acelerar el crecimiento en altura y diámetro del Pinabete en vivero.

Específicos:

- 1) Evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico (GA_3) en el Pinabete.
- 2) Evaluar el efecto de diferentes dosis del fertilizante triple 15 (15% N, 15%

P₂O₅ y 15% K₂O) en el Pinabete.

- 3) Evaluar la interacción del ácido giberélico y el fertilizante triple 15 en el Pinabete.

La hipótesis planteada fue la siguiente:

El ácido giberélico, el fertilizante y/o la interacción de ambos aceleran el crecimiento de las plántulas de pinabete en vivero.

Para dar respuesta a la hipótesis planteada se realizaron dos experimentos. En cada experimento se evaluó las dosis de fertilizante y forma de aplicación, así mismo las dosis de ácido giberélico.

El ensayo se llevó a cabo en el vivero forestal de la cabecera departamental de Tonicapán, el cual es administrado por el Programa INAFOR-CARE-CUERPO DE PAZ.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Descripción Botánica del pinabete (*Abies guatemalensis*, Rehder)

Según Laurence (12); el pinabete se clasifica de la manera siguiente:

División:	Antophyta
Subdivisión:	Gymnospermae
Orden:	Coníferas
Familia:	Pinaceas
Género:	Abies
Especie:	guatemalensis
Variedad:	Tacanensis

Las especies del género *Abies* son árboles muy desarrollados; viven en montañas de clima húmedo y fresco de las regiones meridionales. Los ejemplares jóvenes tienen forma piramidal y las ramificaciones verticiladas, las hojas están a ambos lados de la rama en forma de agujas. Las flores masculinas y femeninas aparecen en el mismo árbol (16).

En algunos países los árboles del género *Abies* son conocidos con el nombre de abeto; siendo árboles de forma piramidal simétrica, hojas planas y lineales. En sección transversal son relativamente anchas. Los conos son erectos y se abren en la madurez (18).

El *Abies* de la región subtropical de las Américas ha sido dividido en varias especies y variedades incluyendo el árbol local que ha sido designado como *Abies guatemalensis* Rehder. Desde el punto de vista ecológico, hay poca razón para subdividir un grupo de árboles del mismo porte y creciendo sobre

suelos similares y en climas idénticas. Desde el punto de vista del dasónomo o del tecnólogo de madera es también más lógico considerar solamente una especie de *Abies* en la región. La madera del *Abies* de las Américas es fácil de trabajar, los árboles jóvenes sirven de excelentes árboles de navidad y las ramitas sirven para decoraciones (5).

El *Abies guatemalensis*, Rehder, se considera una división del *Abies religiosa* (HBK) Schlecht y Cham, conocido localmente con el nombre de "Pachac" y son árboles que llegan a los 50 m de altura y más de 1 m de diámetro, con troncos generalmente bien rectos. Las hojas son lineales de 1 a 4 cm de largo y 1 a 2 mm de ancho, plateadas en el envés, los conos son cilíndricos o subcilíndricos, erectos hacia arriba en las ramas, como de 10 cm de largo y 5 cm de ancho. Su habitat está en elevaciones hasta 3000 m sobre el nivel del mar, en la zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo subtropical; desde México hasta unos picos altos en la parte occidental de Honduras. En Guatemala se encuentra en las partes altas de los Departamentos de Quetzaltenango, Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán y Jalapa (5) (8).

B. Los reguladores del crecimiento

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel importante en el crecimiento y desarrollo de las mismas. Went enunció "Sin sustancias de crecimiento, no hay crecimiento" y encontró que para desarrollarse longitudinalmente, los tejidos deben recibir sustancias de crecimiento. Aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas, algunas de las cuales pueden producir resultados provechosos para el hombre (20).

Los reguladores del crecimiento son preparaciones químicas que al ser aplicadas en cantidades pequeñas estimulan o retardan la germinación, la floración, fructificación, crecimiento, maduración del fruto y otros procesos de la planta (3).

Los estudios experimentales y los resultados de investigaciones básicas, han recomendado el empleo de sustancias sintéticas de crecimiento en la agricultura, donde adquieren una importancia similar a la de los pesticidas (20).

Actualmente se conocen cuatro tipos generales de sustancias reguladoras del crecimiento de la planta: auxinas, giberelinas, citocininas e inhibidores (20).

C. Las giberelinas

"Las giberelinas se han definido como compuestos que contienen un esqueleto gibane. No obstante, una nueva ponencia presentada ante el International Union of Pure and Applied Chemistry Committee on Organic Nomenclature, sugiere que todas las giberelinas contengan el esqueleto del enantiómero de giberelano (ento-giberelano). Dicho esqueleto tiene la ventaja de utilizar un sistema de numeración que corresponde al de otros diterpenos cíclicos, categoría a la que pertenecen todas las giberelinas" (20).

El precursor inmediato de la giberelina es el diterpeno de 20 carbonos, denominado kaureno (4).

"El descubrimiento de las giberelinas se atribuye a Kurosawa en 1926, un fitopatólogo que estudió las enfermedades del arroz (*Oriza sativa*) "bakanae" o "plantita loca". Esta enfermedad en las primeras etapas, las plantas afectadas tenían con frecuencia una altura que superaba en un 50% o más a las plantas sanas adyacentes, pero formaban menos semilla. Es provocada por un hongo ascomiceto; la forma sexual se denomina Gibberella fujikuroi y la etapa

asexual, Fusarium moniliforme" (20).

Los efectos del hongo Gibberella fujikuroi en arroz fueron notados primeramente por los japoneses y los productos metabólicos llamados giberelinas fueron aislados del mismo por Yabuta y Sumiki en 1938 (22).

"El asilamiento de la substancia productora de la enfermedad "bakanae", se vio obstaculizada por la presencia de un material inhibitorio del crecimiento, el ácido fusárico. No obstante, en 1935, Yabuta obtuvo una preparación activa a la que denominó giberelina, en base al nombre del hongo de que se había aislado" (20).

En 1938 Yabuta y Sumiki anunciaron haber aislado dos substancias cristalinas que eran biológicamente activas: Las giberelinas A y B. A un tercer compuesto activo se le llamó giberelina C (13).

La primera investigación en Estados Unidos y Borrow en Inglaterra, aislaron un nuevo compuesto de los cultivos de Gibberella fujikuroi, al que llamaron ácido giberélico, cuya fórmula estructural se presenta en la Figura 1. Como resultado de investigaciones en diversas partes del mundo, se han aislado e identificado nueve giberelinas. Cinco se han obtenido del hongo antes mencionado, tres de plantas superiores y una del hongo con las plantas superiores. Las giberelinas del hongo son: el ácido giberélico y las giberelinas A_1 , A_2 , A_4 , A_7 y A_9 (13).

Sin embargo, según Weaver (20), se han efectuado estudios sobre la biosíntesis e identificación de varias giberelinas y se han identificado por lo menos 37 giberelinas y Pilet (15), dice que hasta la fecha hay 51 giberelinas, de las cuales 43 se encuentran en plantas superiores.

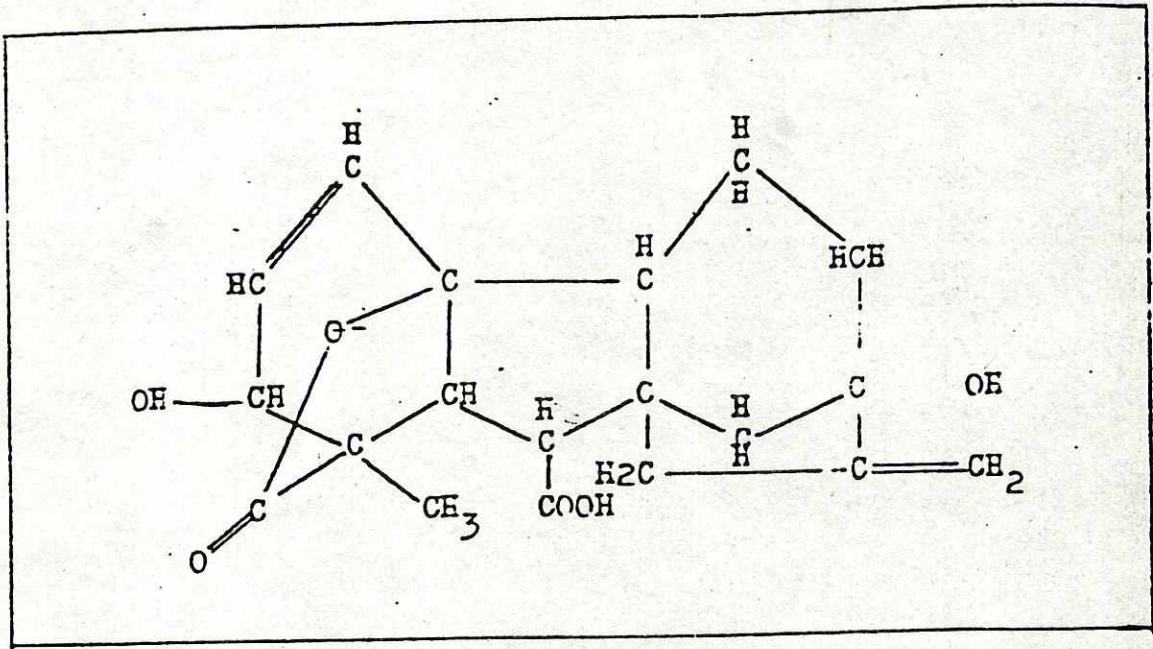


Figura 1 Fórmula estructural del ácido giberélico

Hasta el año 1957 se habían aislado únicamente 5 giberelinas por medio del cultivo del hongo en tanques sometidos a temperaturas de 20 a 33 grados centígrados, p.H. de 3.0-4.4 y con una duración de 30 a 40 días (17).

En el año 1976; se conocían 38 giberelinas, variando enormemente su eficacia relativa (4). La más conocida de las giberelinas es el GA_3 o ácido giberélico, además se encuentra disponible en el mercado mezclas de GA_4 y GA_7 (21).

El primer resultado que se obtuvo al tratar plantas con giberelina en condiciones experimentales fue el alargamiento de la planta. El efecto se limitaba a los tejidos jóvenes que se hallaban en crecimiento. El tratamiento con giberelina ha superado el enanismo genético, fisiológico o patológico, causado por virus. En general, el crecimiento de la planta joven es más rápido y extensivo, pero no descontrolado. El resultado es que las plantas tratadas con giberelinas se vuelven más delgadas y cloróticas (13).

Los estudios metabólicos están dados gradualmente proveyendo información que indica que más de la mitad de las giberelinas inactivas biológicamente probablemente no están en el camino biosintético a giberelinas biológicamente activas (15).

Las principales diferencias entre las giberelinas conocidas son:

- a. Algunas tienen diez y nueve átomos de carbono y otras veinte.
- b. Hay grupos hidroxilos que pueden encontrarse presentes o ausentes en las posiciones 3 y 13 del sistema de numeración de ent-giberelano (20).

1. Naturaleza química

Todas las giberelinas de 19 átomos de carbono son ácidos monocarboxílicos, tienen el grupo COOH en la posición 7 y un anillo de lactona (20).

Químicamente están relacionadas con el grupo de los terpenoides, los cuales están constituidos por unidades de isopreno de cinco átomos de carbono (4) (20).

Es muy improbable que en un futuro próximo se sinteticen comercialmente las giberelinas, ya que por ejemplo, el GA_3 tiene 8 átomos de carbono asimétricos, lo cual significa que hay 256 isómeros posibles. Quizá los botánicos tendrán que seguir dependiendo del hongo todavía durante largo tiempo, para obtener giberelina (20).

Dentro de las últimas décadas un número de compuestos han sido sintetizados en el laboratorio y éstos han tenido un efecto antigiberélico sobre el crecimiento, se les conoce como retrasadores del crecimiento. Numerosos estudios han mostrado que la influencia inhibitoria de los retrasadores del crecimiento de la planta puede ser contrarrestada con la aplicación de ácido giberélico. Algunos piensan que estos retardantes producen su efecto interfiriendo la acción del ácido giberélico antes que por alguna manera bloquee su biosíntesis. Sin embargo, en los tejidos de plantas donde la respuesta del ácido giberélico depende completamente de un suministro exterior de la hormona, igualmente las dosis masivas de los retardantes tienen poco efecto (4).

2. Efectos biológicos

"El efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas se vuelven generalmente más largos que lo normal. Se estimula el crecimiento en los internodios jóvenes y se incrementa la longitud de los internodios individuales, mientras que el número de ellos permanece sin cambios. Con frecuencia se asocia la palidez temporal de las hojas de muchas plantas tratadas, con el aumento de la super-

ficie de las mismas; sin embargo, el color verde normal vuelve al cabo de unos diez días (20).

El efecto principal de la giberelina es la estimulación de la mitosis en los meristemas subapicales y su característica más visible es el desarrollo del tallo y de las hojas, observándose un mayor crecimiento de los entrenudos, llegando en algunos casos a alturas diez veces mayores que la de las plantas no tratadas. Algunas experiencias indican que actúan a nivel genético excitando la actividad de genes responsables de la síntesis de estas enzimas (23).

Todas las giberelinas promueven la elongación del tallo o la división celular o ambos en la planta; pero su efectividad relativa varía grandemente (4) (20).

Las giberelinas pueden provocar la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías, como lo son la zanahoria, la escarola, la col y el nabo. La aplicación de giberelinas a los tallos produce un incremento de la división celular en el meristemo subapical. Uno de los efectos más notables es el que producen plantas enanas. Las giberelinas pueden terminar con la dormancia de las semillas de muchas especies e incrementar el tamaño de muchos frutos jóvenes, como las uvas y los higos. Algunas plantas pueden detener su crecimiento como resultado de enfermedades diversas provocadas por virus y en algunas de esas enfermedades como el amarillamiento de las cerezas, pueden superarse mediante la aplicación de giberelinas (20).

La función de la giberelina en muchas plantas es como un factor de control en el balance entre el crecimiento del entrenudo y el desarrollo de la hoja. En muchas plantas el desarrollo de la hoja puede ser grande mientras que el crecimiento del entrenudo es retardado (4).

Las giberelinas producen una variedad de respuestas en el crecimiento y floración de las plantas. Estas respuestas son: estimulación del crecimiento rápido, elongación de la raíz en maíz, inducción de la floración en plantas bienales y de días largos, estimulación del crecimiento en especies enanas de arveja y frijol y la superación del enanismo fisiológico en semillas de manzanas, estimulan la partenocarpia en tomate, promueve la germinación de semilla de lechuga que requieren luz e invierte la inhibición de luz en el crecimiento del tallo de arvejas (11).

Las giberelinas estimulan el crecimiento de tallos particularmente en plantas de rosas, involucra un aumento en el tamaño y número de células. La evidencia del rol de las giberelinas como un factor en la división celular ha recibido considerables críticas por la dificultad de separar los efectos de las giberelinas en la división celular y en la expansión celular. Así, se puede decir que mientras se conoce el efecto de las giberelinas en la elongación celular, este efecto en la división celular es secundario y un resultado directo de la elongación inducida por la giberelina. Los investigadores que apoyan el rol de las giberelinas en la estimulación de la división celular contra estos argumentos en sus experimentos muestran un aumento en el número de células pero no en el tamaño de la célula. Estos argumentos no son completamente convincentes, sin embargo, muestran ellos una relación directa entre el tamaño de la célula y la división celular. Mientras que en la elongación y división celular ocurre elongación rápidamente en los tejidos, es probable que las giberelinas regulen ambos procesos (1).

Cualquier comparación del crecimiento del tallo de una planta cultivada en la oscuridad con una planta cultivada en la luz, inmediatamente se concluirá

que la luz tiene un efecto inhibitorio en la elongación del tallo. La aplicación de giberelina en la planta de crecimiento en la luz puede aumentar el crecimiento del tallo, lo que indica que el efecto inhibitorio de la luz se debe a un nivel bajo de giberelina (4).

En Inglaterra aplicaron GA_3 a razón de 100 mg por litro en semillas dormantes de avellano y de baya colocadas sobre papel, las sometieron a oscuridad y a temperatura ambiental logrando estimular la germinación. También en Canadá demostraron que el GA_3 apresura la germinación de muchas semillas de árboles (6) (14).

El control de la expresión sexual en plantas mayores proporcionan un ejemplo que ilustra bien el control que las giberelinas pueden ejercer sobre la forma de la planta por variaciones en la división celular. El desarrollo del pistilo o flores estaminadas puede ser controlado por reguladores del crecimiento (1).

En México (1975) lograron 100% de germinación en granos de maíz al aplicarles ácido giberélico a razón de 325 ppm (20).

En Japón (1979) sumergieron semillas de palma por 72 horas en GA_3 a razón de 1000 ppm, acelerando la germinación y obteniendo los mejores resultados con un pretratamiento de escarificación (20).

En 1979 en la India sumergieron semillas de durazno por 24 horas en GA_3 a razón de 100, 150 y 200 ppm, aumentaron significativamente el porcentaje de germinación y redujeron el número de días necesarios para la germinación (20).

3. Mecanismo de acción de las giberelinas

"Los embriones de cebada producen una giberelina natural que se traslada

al interior de las capas de aleuronas de los endospermos, donde se produce la síntesis de enzimas. Estas enzimas, incluyendo amilasas, proteasas y lipasas, descomponen rápidamente las paredes celulares de los endospermas, e hidrolizan después los almidones y proteínas liberando así los nutrientes y la energía necesaria para el desarrollo de los embriones. Quizá las giberelinas provocan cambios a nivel genético que estimulan a su vez la síntesis enzimática de las células. Las giberelinas provocan la estimulación de la síntesis de RNA en las capas de aleuronas que puede requerir la expresión de los efectos giberelínicos. Una de las teorías sostiene que las giberelinas tienen relación con la síntesis del mensajero RNA, dirigida por el DNA, en el Núcleo. En la actualidad se cree que las giberelinas modifican el RNA producido en los núcleos, y así puede este ejercer su control sobre la expresión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal" (20).

El enanismo genético es causado por la mutación de un gene único. Esta mutación puede causar un bloqueo en la principal vía metabólica de la síntesis de giberelinas o en algún sitio de crecimiento involucrado en la acción biológica de la giberelina. Esta acción puede ser inhibida por la aplicación de giberelina. La giberelina participa en la producción de frutos partenocárpicos, en muchos casos, muestra más alta actividad que la auxina natural. Sin embargo, no ha sido encontrada si ésta es una acción directa de la giberelina o una interacción entre la giberelina y la auxina natural (4).

Se dice que las giberelinas provocan la expansión celular mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares. el tratamiento con giberelinas provoca la formación de enzimas proteolíticas de las que puede esperarse una liberación de triptofano, precursor del IAA. Transportan a las

auxinas a su lugar de acción. Pueden producir Alfa-Amilasa y con ello participan en la hidrólisis del almidón e intervienen en la expansión celular pudiendo incrementar la concentración de azúcares y elevando la presión osmótica en la savia celular, de modo que el agua entra a la célula y tiende a expandirla (20).

4. Aumenta del tamaño de las plantas por giberelinas

"El resultado más frecuente de la aplicación de giberelinas en las plantas es la estimulación del crecimiento de los brotes. Aún cuando ese resultado no se ha cumplido plenamente, se han desarrollado incontables aplicaciones valiosas e interesantes de las giberelinas, por ejemplo, las giberelinas estimulan el crecimiento de pastos que se cultivan a temperaturas inferiores, el GA_3 (ácido giberélico) incrementa la longitud de los tallos de caña de azúcar y el tonelaje de la misma en la cosecha, las giberelinas incrementan el índice de crecimiento vegetativo de las flores, así como el tamaño de los pedúnculos, pedicelos y pétalos, aceleran el crecimiento de árboles jóvenes de cerezo, incrementa la longitud de los pecíolos de apio" (20).

En las especies forestales los usos más frecuentes de las giberelinas son: el GA_3 es un buen sustituto del método de estratificación de semillas de especies coníferas, entre las pertenecientes a los géneros *Abies* y *Pinus*.

El GA_4 y en algunos casos el GA_3 inducen floración en ciertas especies de los géneros *Cupressaceae* y *Taxodiaceae*. Estimula ligeramente el crecimiento vegetativo en *Abies grandis*, *Abies balsamea*, *Pinus sibirica*, *Pinus strobus* y *Tsuga heterophylla*. Para inducir el crecimiento vegetativo, principalmente elongación de tallos son requeridas dosis altas en especies forestales. Estas dosis van de 200 ppm a 600 ppm a intervalos de 7 a 10 días por un período de

ocho a doce semanas (24).

D. Fertilización en viveros forestales

"En realidad y hasta época reciente, prevalecía la opinión de que los árboles crecen solos, creencia que también se había mantenido durante mucho tiempo respecto a las praderas. Cómo es posible que haya sido necesario preguntarse si los árboles deben comportarse de forma distinta a todos los vegetales?. Ha sido preciso llegar a la época actual en la que adquiere tanta importancia el factor rapidez para que se trate de acelerar el crecimiento de los árboles mediante la aportación de fertilizantes" (7).

En los viveros forestales es muy frecuente encontrar ciertos síntomas de deficiencia de algún elemento nutritivo, tal es el caso de un color verde amarillento que es llamado clorosis acicular, que provoca un aletargamiento en el crecimiento de la plántula y se controla con la aplicación de algún abono químico, ya sea foliar o terrestre. Se puede aplicar el abono en solución cuando la plántula tiene de 1 a 2 meses, o bien, se pueden aplicar abonos completos como el 16-20-0, el 15-15-15, antes de la siembra o trasplante, para luego mezclarlo en toda la superficie del bancal o bien cuando las plantas tienen de 10 a 30 días después del trasplante, entre líneas y luego mezclarlo con la tierra. Las dosis normales son de 100 a 200 gramos por metro cuadrado en 5 a 6 aplicaciones, con intervalos de 10 a 15 días, hasta que todas las plantitas adquieren su color natural. Seguidamente es conveniente hacer un riego ligero para evitar quemaduras de las acículas (9).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización del área experimental

El experimento se desarrolló en el Vivero Forestal del Programa INAFOR-CARE-CUERPO DE PAZ, el cual se encuentra a un kilómetro de la ciudad de Totonicapán que está a 2,495 msnm, latitud norte 14°54', 91°21' longitud oeste, con una precipitación media anual de 1,000 mm distribuída en 97 días de mayo a octubre (2). El lugar pertenece a la zona ecológica bosque húmedo montano bajo sub-tropical, con biotemperatura de 15° a 23° centígrados y la evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75 (10).

B. Materiales usados

1. Suelo

El suelo utilizado para el semillero y para las bolsas fue de una mezcla de dos partes de tierra, una de arena y una parte de broza de pino, cuyo análisis químico se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis del sustrato para semillero y bolsa.

pH	Textura	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm	Materia orgánica %	Nitrógeno total	NH ₃
5.6	Franco	3.38	108.0	11.57	0.466%	0.56

Laboratorio de suelos de Estación Experimental ICADA, San Cristóbal Totonicapán.

Las unidades experimentales consistieron en bolsas de polietileno de 10 centímetros de diámetro por 20 centímetros de altura, las cuales se llenaron

con suelo cuyo análisis se muestra en el Cuadro 1.

2. Semilla

La semilla de pinabete utilizada se recolectó del bosque municipal de Tonicapán.

3. Fertilizante

El fertilizante utilizado es conocido en el comercio como triple 15 y su composición es de 15% N, 15% P_2O_5 , 15% K_2O y 55% de materia inerte, las cantidades empleadas se muestran en los Cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Gramos de fertilizante triple 15 aplicado por planta, en el experimento uno.

Tratamiento	Gramos de triple 15 por planta	Gramos de ingrediente activo por planta		
		N	P	K
1	0	0	0	0
2	3.75	0.56	0.56	0.56
3	7.50	1.12	1.12	1.12
4	12.50	1.87	1.87	1.87

Cuadro 3. Gramos de fertilizante triple 15 aplicado por planta, en el experimento dos.

Tratamiento	Gramos de triple 15 por planta	Gramos de ingrediente activo por planta		
		N	P	K
1	0	0	0	0
2	2	0.3	0.3	0.3
3	4	0.6	0.6	0.6
4	6	0.9	0.9	0.9

4. Acido giberélico

La fuente de ácido giberélico fue el producto comercial "PROGIBB" y las cantidades utilizadas se muestran en el Cuadro 4, y su composición química es Giberelina 90% y material inerte 10%.

Cuadro 4. Partes por millón por aplicación y número de aplicaciones de ácido giberélico, por planta en los experimentos uno y dos.

Tratamiento	ppm de ácido giberélico por aplicación	Número de aplicaciones
1	0	0
2	200	6
3	400	6
4	600	6

C. Metodología experimental

En el experimento uno el diseño experimental utilizado fue de bloques al azar y el arreglo de tratamientos un factorial 4 X 4, en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones de cada unidad experimental.

Modelo matemático: El modelo matemático para parcelas subdivididas es:

$$Y_{ijkl} = M + B_i + T_j + E(\hat{s}) + K_l + E(1) + TK(jk) + E(kj)$$

M = Media General

i = 1 Bloques B

j = 1 Parcela Grande (T) (Acido Giberélico)

E(j) = Error debido a la acción del Acido Giberélico.

l = 1 Parcela Pequeña (K) (Fertilizante)

E(1) = Error debido al Fertilizante

TK(jk) = Interacción entre el ácido giberélico y el fertilizante

E(kj) = Error de las diferencias entre el ácido giberélico y el fertilizante.

La parcela grande consistió de 40 plantas para la aplicación de los niveles de hormona y la parcela pequeña consistió en 10 plantas para la aplicación de los niveles de fertilizante.

Para el segundo experimento se usó un diseño experimental de bloques al azar y el diseño de tratamientos un factorial de cuatro niveles de hormona, cuatro niveles de fertilizante y dos formas de aplicación de fertilizante, en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones de cada unidad experimental.

El modelo matemático de las parcelas sub-subdivididas es:

$$Y_{ijklkn} = M + B_i + T_j + E(j) + K_l + TK_{jk} + E(kj) + R_n + TR(jn) + KR(ln) + TKR(jln) + E(jlkn)$$

M = Media General

i = 1 Bloques (B)

j = 1 Parcela Grande (T) (Acido Giberélico)

$E(j)$ = Error debido a la prueba grande (Acido Giberélico)

l = 1 Parcela Mediana (K) (Fertilizante)

TK_{jk} = Interacción entre Acido Giberélico y Fertilizante

$E(kj)$ = Error debido a las diferencias entre parcela grande y parcela pequeña

n = 1 Parcela Pequeña (R) (Formas de aplicación de fertilizante)

$TR(jn)$ = Interacción entre Acido Giberélico y formas de aplicación de fertilizante.

$KR(ln)$ = Interacción entre fertilizante y formas de aplicación de fertilizante

$TKR(jln)$ = Interacción Acido Giberélico fertilizante y forma de aplicación de fertilizante.

$E(jlkn)$ = Error debido a las diferentes entre Acido Giberélico fertilizante y formas de aplicación del fertilizante.

La parcela grande consistió de 40 plantas donde se aplicaron los niveles de hormona, mientras que en la parcela mediana contenía 20 plantas en ella se evaluó la forma de aplicación del fertilizante y la parcela pequeña constó de 5

plantas y sirvió para evaluar los tratamientos de fertilizante.

D. Manejo del experimento

1. Preparación del semillero

Se formó de un tablón de ocho metros de largo por un metro de ancho y una profundidad de 20 centímetros formada por un substrato de una mezcla de dos partes de tierra, una parte de arena y una parte de broza de pino. Antes de la siembra de la semilla se desinfectó el suelo con volatón (Diethoxy-Thio-Phosphoryloxymino-phenyl acetonitrile), a razón de 2.5 gramos por metro cuadrado. La semilla se sembró diez días después de aplicado el desinfectante, cubriendo el tablón con una capa de pajón (*Muhlenbergia macroura*).

2. Transplante a bolsa

El transplante se hizo treinta días después de la siembra de la semilla, éstas fueron cubiertas con cobertores de pajón.

3. Aplicación de ácido giberélico

Se aplicó a las plántulas en forma diluída en una aspersion uniforme con una bomba de 2.5 galones de capacidad. Las concentraciones utilizadas se muestran en el Cuadro 4.

La frecuencia de aplicación para ambos experimentos fue a intervalos de diez días, haciendo seis aplicaciones de cada dosis.

4. Aplicación de fertilizantes

Para el primer experimento solo se utilizó fertilizante triple 15, en forma granulada en las cantidades y aplicaciones que aparecen en el Cuadro 2, con una frecuencia de aplicación a intervalos de diez días colocando el fertilizante a una profundidad de cinco centímetros dentro de la bolsa. Las aplicaciones de fertilizante se iniciaron cuando las plantas tenían dos meses de edad.

En el segundo experimento el fertilizante en forma granulada se aplicó en las cantidades y número de aplicaciones que aparecen en el Cuadro 3, y para la aplicación del fertilizante en forma diluída, se disolvieron 160 gramos de fertilizante en un galón de agua, lo que cubría 80 plantas y se aplicó con una bomba de aspersión de 2.5 galones de capacidad. La frecuencia de aplicación fue a intervalos de ocho días iniciando las aplicaciones cuando las plantas tenían seis meses de edad.

5. Toma de lecturas de alturas y diámetros

Para cada experimento se tomaron medidas de alturas y diámetros cada 30 días. La última se hizo un mes después de la última aplicación de ácido giberélico.

Para medir diámetros se utilizó una forcípola milimétrica y la lectura se tomó en la superficie del suelo de la bolsa.

6. Otros cuidados culturales

Se aplicó riego cada dos días desde la siembra hasta que llegaron las lluvias. Una vez por semana se hizo un deshierbe manual eliminando todas aquellas plantas ajenas al sujeto de experimentación.

Después de dos meses de la última aplicación del producto ácido giberélico, se tomaron los datos de peso seco de las plantas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Primer experimento

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la toma de datos de alturas, diámetros y peso seco.

1. Altura de plántulas en centímetros

El análisis de varianza de altura de las plántulas expresada en centímetros se aprecia en el Cuadro 5, y se observa que la aplicación de hormona (ácido giberélico) y la interacción de fertilizante por hormona no es significativa, mientras la aplicación de fertilizante es significativa para la característica evaluada.

Cuadro 5. Análisis de varianza de alturas de plántulas en centímetros en el primer experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada al 1%
Bloques	3	0.61		
Nivel de hormona	3	2.52	1.56 NS	6.99
Error a	9	1.61		
Nivel de fertilizante	3	22.41	18.52 **	4.38
Hormona por fertilizante	9	0.79	0.65 NS	2.94
Error b	36	1.21		
Total	63			

CV (a) = 53%

CV (b) = 46%

NS = no significativa

** = significativa al 1% de probabilidad

La figura 2, muestra que el mayor rendimiento en altura se obtuvo con la combinación de seis aplicaciones de 200 ppm (1200ppm) de hormona y 7.5 gramos de fertilizante triple 15; además no hay diferencia entre los otros tratamientos de hormona y la menor altura se obtuvo con la aplicación de 12.50 gramos de fertilizante triple quince.

De acuerdo a los resultados obtenidos en alturas de plántulas se puede observar que no hay diferencia significativa entre los niveles de hormona aplicados y la interacción hormona y fertilizante, tampoco es significativa; puesto que no incrementaron considerablemente la altura de plántulas.

Sin embargo, si existe diferencia significativa entre los niveles de fertilizante, especialmente, entre las dosis de 7.5 gramos por planta y 12.5 gramos por planta, puesto que esta última causó la muerte de las plantas.

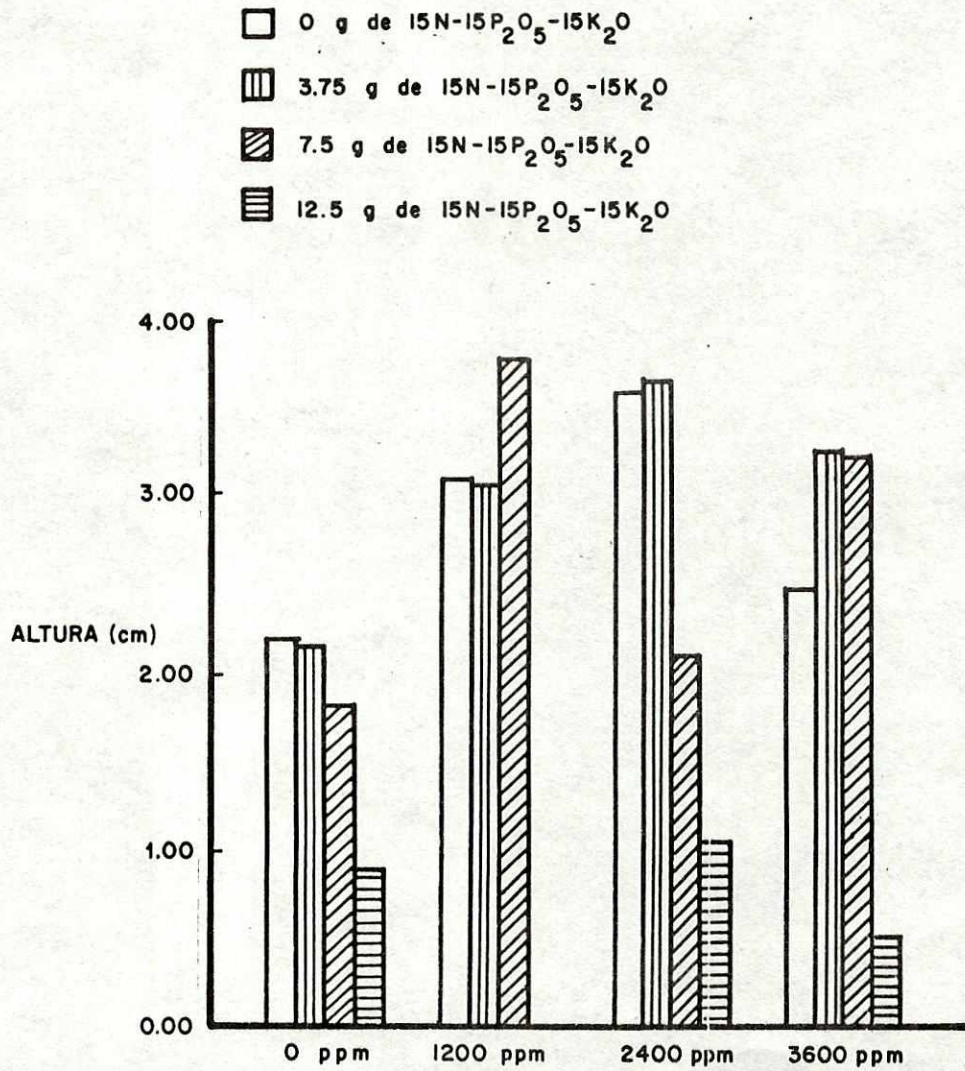


Fig. 2. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre altura de plántulas en centímetros, en el primer experimento.

2. Diámetros

Se concluye que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad por la aplicación del fertilizante, en base al Cuadro 6, de análisis de varianza de diámetro de plántulas.

Cuadro 6. Análisis de varianza de diámetros en milímetros del primer experimento.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada al 1%
Bloques	3	0.006		
Nivel de hormona	3	0.003	0.15 NS	6.99
Error a	9	0.020		
Nivel de fertilizante	3	0.350	12.96 **	4.38
Hormona por fertilizante	9	0.029	1.07 NS	2.94
Error b	36	0.027		
Total	63			

CV (a) = 50%

CV (b) = 50%

NS = no significativa

** = significativa al 1%

En la figura 3, se muestra que los tratamientos de hormona no tienen mayor diferencia en lo que se refiere al incremento de diámetro y que la dosis de fertilizante que dió el mejor resultado es la de 3.75 gramos por planta.

3. Peso seco

En el Cuadro 7, se observa el análisis de varianza de peso seco de planta, e indica que no hay significancia por el efecto de hormona y la interacción de hormona por fertilizante, pero es significativo el efecto del fertilizante sobre la variable evaluada.

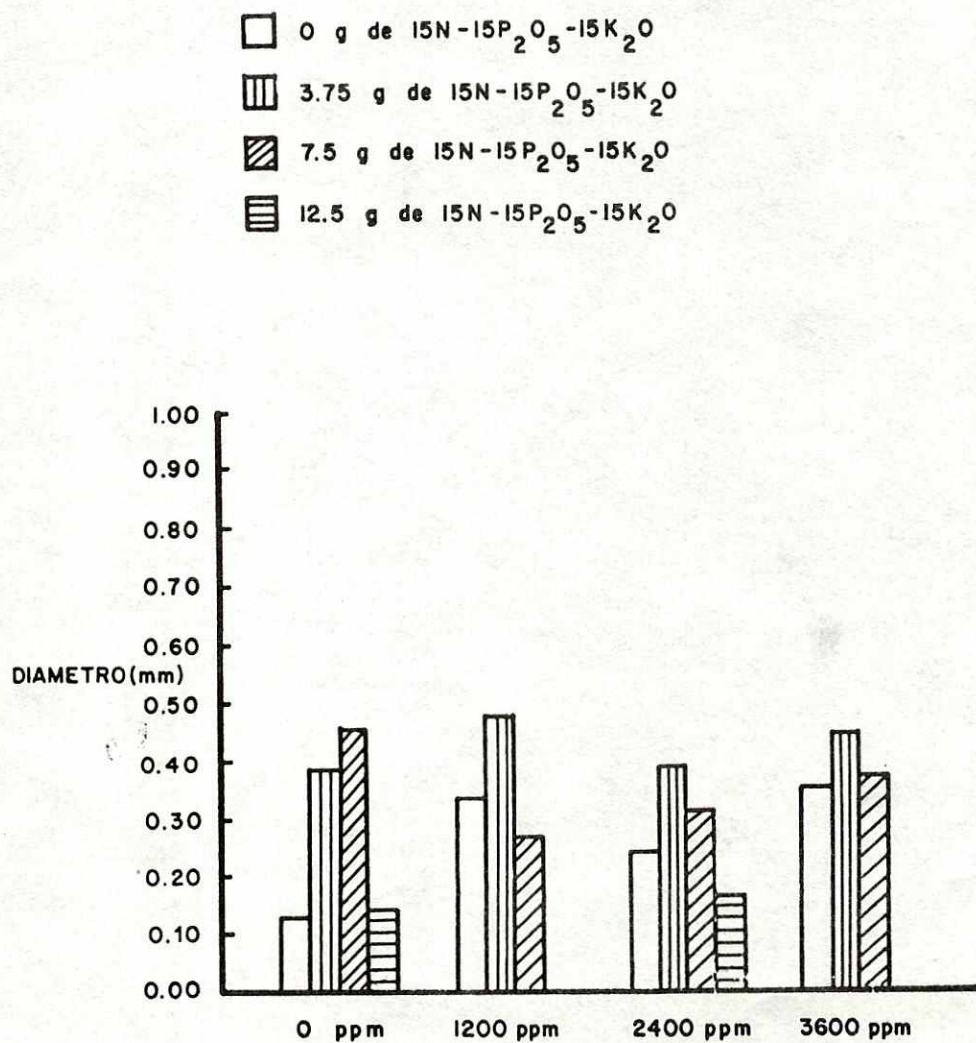


Fig. 3. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre diámetro de plántulas en milímetros, en el primer experimento.

Cuadro 7. Análisis de varianza del peso seco gramos por planta en el primer experimento.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada al 5%
Bloques	3	0.0126		
Nivel de hormona	3	0.0174	3.16 NS	3.86
Error a	9	0.0055		
Nivel de fertilizante	3	0.0785	11.71 **	2.84
Hormona por fertilizante	9	0.0077	1.14 NS	2.12
Error b	36	0.0067		
Total	63			

CV (a) = 57%

CV (b) = 61%

NS = no significativa

** = significancia al 5%

La figura 4, indica que no hay diferencia en el incremento de peso seco por efecto de la hormona y fertilizante respecto al testigo.

B. Segundo experimento

1. Mediciones de alturas

El análisis de varianza por altura de planta muestra que hay significancia en el efecto de hormona (ácido giberélico), de fertilizante y su forma de aplicación sobre el incremento de alturas, de acuerdo al Cuadro 8.

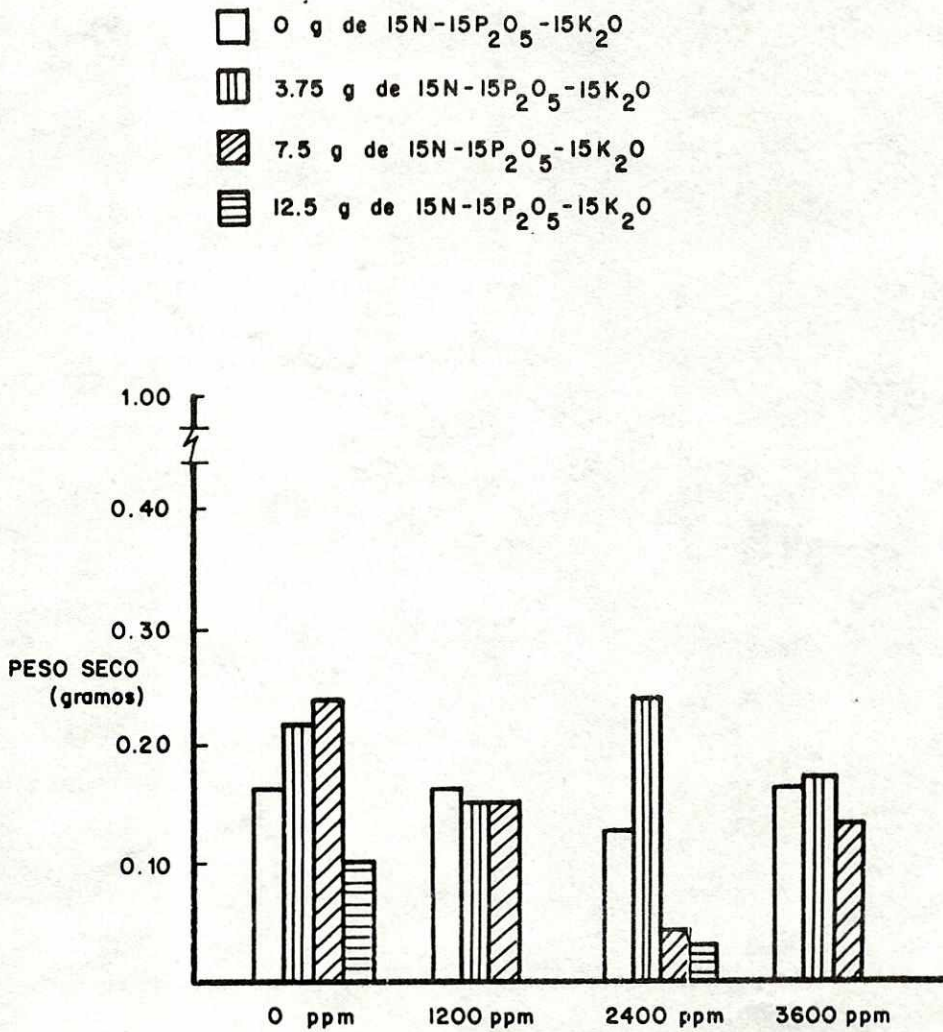


Fig. 4. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre peso seco de plántulas en gramos, en el primer experimento.

Cuadro 8. Análisis de varianza respecto a alturas en el segundo experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada al 5%
Bloques	3	0.4481		
Nivel de hormona a	3	2.3874	4.022*	3.86
Error a	9	0.5935		
Nivel de fertilizante b	3	2.8953	5.5893*	2.84
Hormona por fertilizante	9	0.5484	1.0586 NS	2.12
Erro b	36	0.518		
Forma de aplicación	1	2.4531	5.4989*	4.08
Hormona por forma de aplicación	3	1.3990	3.360*	2.84
Fertilizante por forma de aplicación	3	0.2623	0.5879	2.84
Hormona por fertilizante por forma de aplicación	9	0.3619	0.8112 NS	2.12
Error c	48	0.4461		
Total	127			

CV (a) = 44.27%

CV (b) = 41.36%

CV (c) = 38.38%

NS = no significativo

* = significativo al 5%

Figura 5. En esta figura se muestra que hay diferencia entre los tratamientos con hormona y fertilizante respecto al testigo, pues en la mayoría de los casos, éste los superó y las dosis de 1200 ppm alcanzó las mayores alturas, mientras que el efecto de fertilizante no supera al testigo.

2. Mediciones de diámetros de plántulas

De acuerdo al Cuadro 9, de análisis de varianza respecto a diámetros el efecto de la hormona, de fertilizante y de la interacción hormona por fertilizante no es significativo. La forma de aplicación de fertilizante diluido es significativa respecto a la forma granulada.

Cuadro 9. Análisis de varianza respecto a diámetros de plántulas en el segundo experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada al 5%
Bloques	3	0.0681		
Nivel de hormona	3	0.0635	1.788 NS	3.86
Error a	9	0.0355		
Nivel de fertilizante	3	0.0157	0.821 NS	2.84
Hormona por fertilizante	9	0.0150	0.785 NS	2.12
Error b	36	0.0191		
Forma de aplicación	1	0.0063	0.357 *	4.08
Hormona por forma de aplicación	3	0.0080	0.454 NS	2.84
Fertilizante por forma de aplicación	3	0.045	0.255 NS	2.84
Hormona por fertilizante por forma de aplicación	9	0.0176		
Total	79			

CV (a) = 100.7%

CV (b) = 73.9%

CV (c) = 70.9%

NS = no significativa

* = significativa al 5%

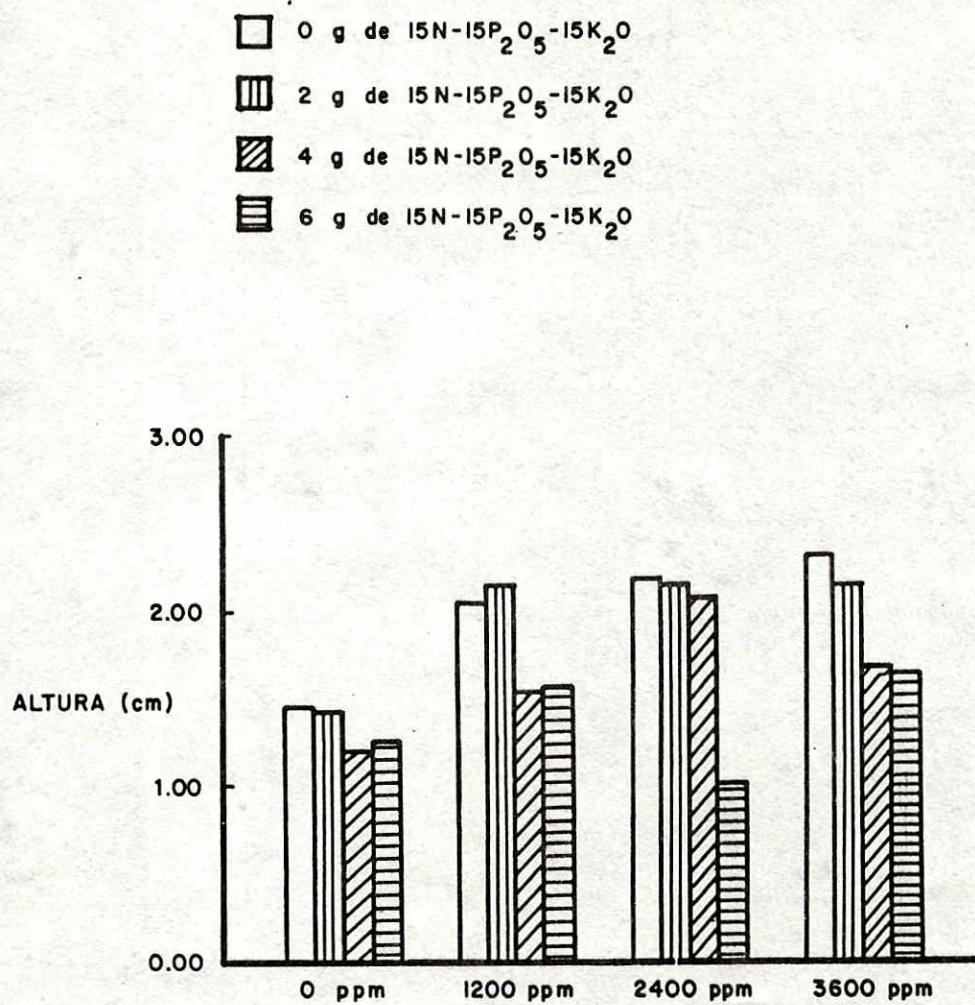


Fig. 5. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre altura de plántulas en centímetros, en el segundo experimento.

En la figura 6. Se muestra que no hay mayor diferencia entre tratamiento de hormona, pero la dosis más alta de éstas; alcanzó el mayor incremento de diámetro combinado con dosis baja de fertilizante respecto al testigo. El efecto de los tratamientos de fertilizante no son significativos respecto al testigo.

3. Mediciones de peso seco de plántulas

Según el Cuadro 10 de análisis de varianza no hay diferencia significativa en el efecto de ninguna de las variables.

Cuadro 10. Análisis de varianza respecto a peso seco en el segundo experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada al 5%
Bloques	3	0.0216		
Nivel de hormona	3	0.0193	0.72 NS	3.86
Error a	9	0.0268		
Nivel de fertilizante	3	0.0664	1.94 NS	2.84
Hormona por fertilizante	9	0.0493	1.44 NS	2.12
Error b	36	0.0341		
Forma de aplicación c	1	0.0438	1.32 NS	4.08
Hormona por forma de aplicación	3	0.0558	1.69 NS	2.84
Fertilizante por forma de aplicación	3	0.0338	1.02 NS	2.84
Hormona por fertilizante por forma de aplicación	9	0.0278	0.84 NS	2.12
Error c	48	1.5852	0.0330	
Total	127			

CV (a) = 59.57%

CV (b) = 67.19%

CV (c) = 66.10%

NS = no significativa

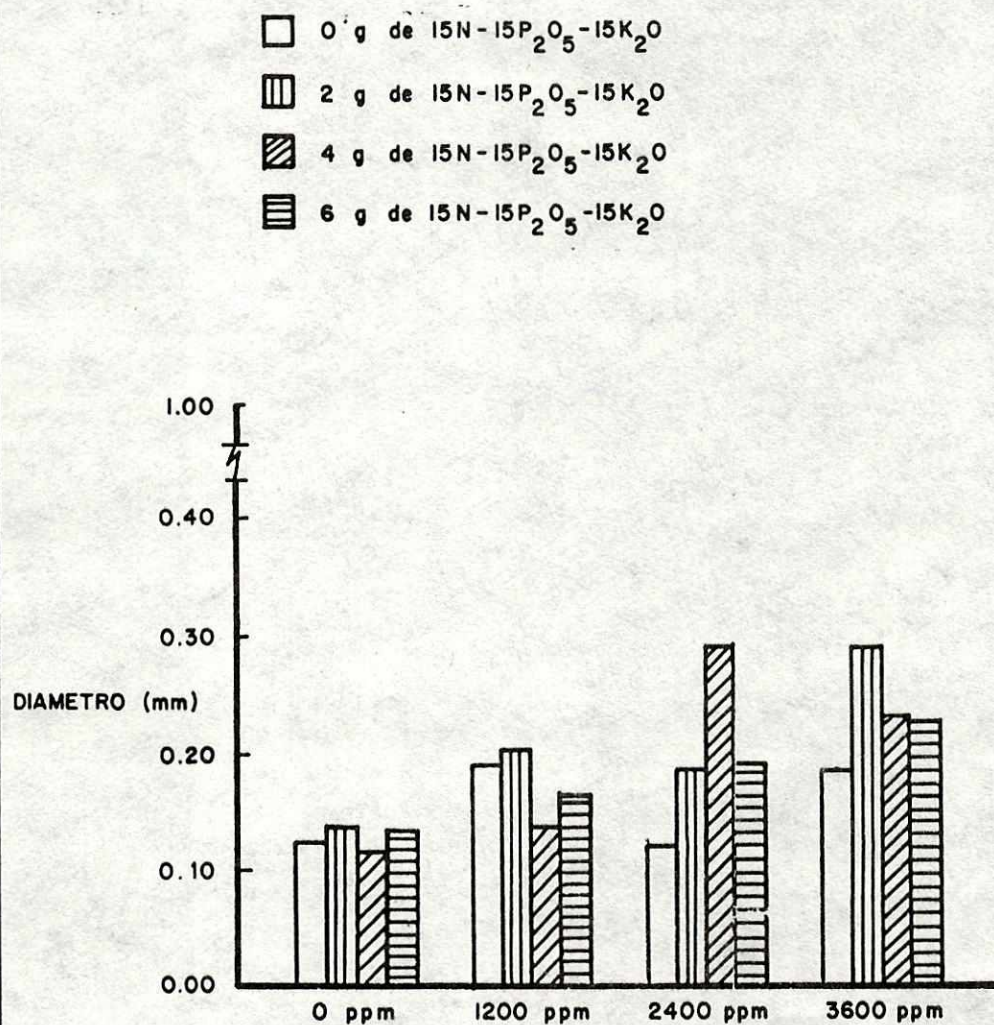


Fig. 6. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre diámetro de plántulas en milímetros, en el segundo experimento.

En la figura 7, se observa que seis dosis de 600 ppm (3600 ppm) de ácido giberélico combinada con 4 gramos de fertilizante fue la que dió el valor más alto de peso seco en el segundo experimento.

En los Cuadros 11, 12, 13 y 14, se muestran los resultados de la prueba de Tukey aplicada a las variables del primer y segundo experimento.

En el primer experimento no se observó un incremento significativo en la altura de plantas por efecto de la hormona. Los tratamientos de fertilizante mostraron que las dosis altas (12.5 gramos por planta y 7.5 gramos por planta) provocaron toxicidad y mortandad de las plantas.

En cuanto a diámetros; todos los tratamientos de fertilizante mostraron diferencia significativa, pero las dosis altas por provocar mortandad fueron las que mostraron los resultados más bajos y la dosis de 3.75 gramos mostró el mayor efecto, mientras la hormona no mostró efecto significativo.

Los resultados de peso seco no son significativos, por lo que ni el efecto de la hormona y fertilizante provocaron un incremento en este aspecto.

En el segundo experimento la hormona mostró resultado positivo en el incremento de altura con la dosis de 1200 ppm, mientras que la dosis alta de fertilizante provocó muerte de plantas.

Por los resultados obtenidos, se considera que la combinación que dió los más altos valores en el incremento de altura de plantas; es la de 6 aplicaciones de 200 ppm (1200 ppm) de ácido giberélico y dos gramos de fertilizante triple 15 por planta, siendo esta dosis de fertilizante la que provocó menos toxicidad.

La forma de aplicación granulada dió los mejores resultados en incremento de altura de plántulas respecto a la forma diluída.

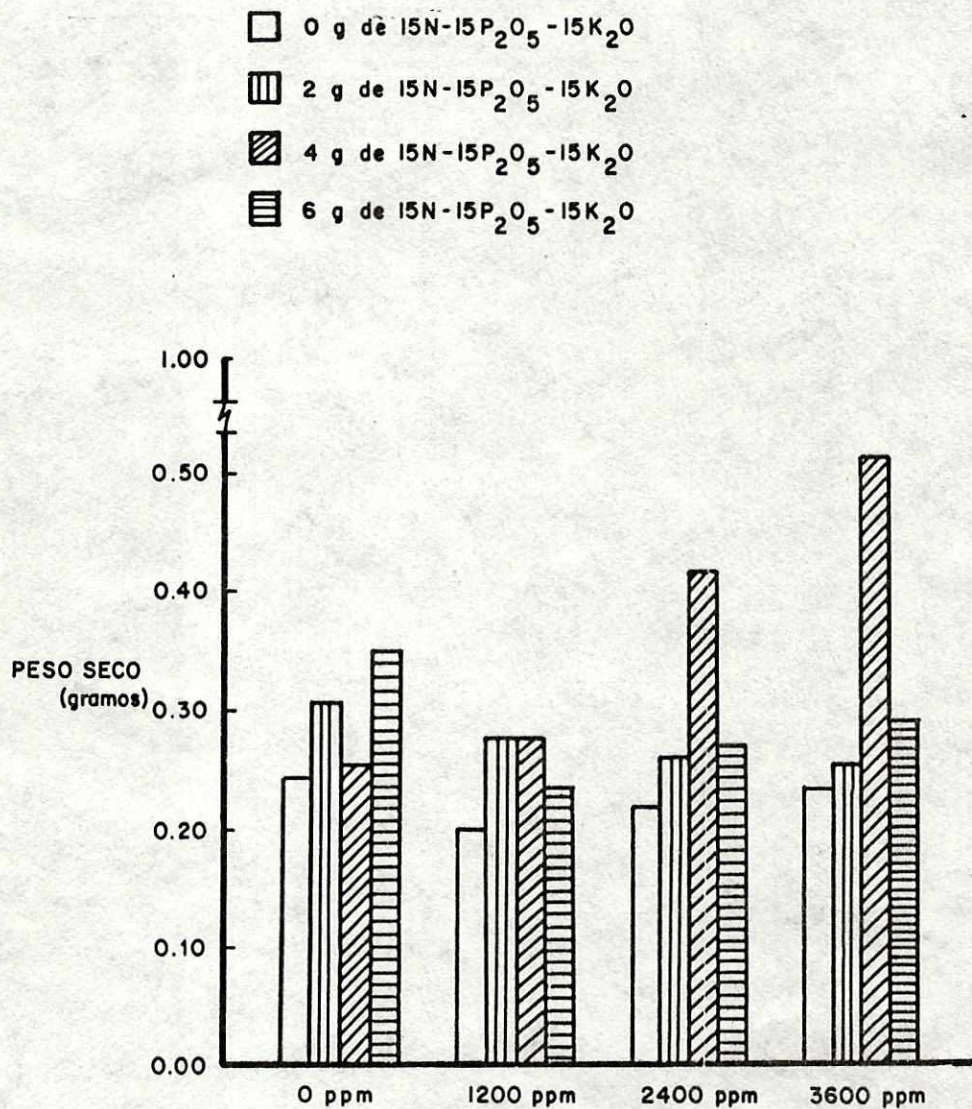


Fig. 7. Efecto de los niveles de ácido giberélico y fertilizante triple 15, sobre peso seco de plántulas en gramos, en el segundo experimento.

El efecto de la hormona y el fertilizante no es significativo sobre el diámetro de plántulas. La aplicación de fertilizante dió los mejores resultados en incremento de diámetros aplicándolo en forma diluída.

En cuanto a peso seco no se observó un resultado significativo por el efecto de la hormona y el fertilizante en sus dos formas de aplicación.

No se conocen las dosis de fertilizante para plántulas de pinabete en bolsa, las recomendaciones que fueron consultadas para el presente trabajo son para especies coníferas en general, por lo tanto el presente trabajo consistió en buscar una dosis óptima de fertilizante para plántulas de pinabete en bolsa.

En lo que se refiere el efecto de la hormona (ácido giberélico) sobre el crecimiento del pinabete; puede considerarse aceptable, pues sí se produjo un incremento de altura, aunque mínimo, pero concuerda con lo que recomienda Abbot Laboratories, productores de Progibb (Giberelina A_3) que recomienda que en especies coníferas este producto no proporciona resultados significativos en el aumento de tamaño, a menos que se utilicen dosis elevadas del producto.

Por otra parte, pudo notarse en el experimento el amarillamiento de las acículas del pinabete por el efecto de la hormona, pero este desapareció al suspender las aplicaciones de la misma.

Cuadro 11. Efecto de niveles de hormona y fertilizante sobre alturas, diámetros y peso seco de plantas en el primer experimento.

Nivel de hormona	Nivel de fertilizante*	Alturas en cms.	Diámetros en mm.	Peso seco gramos por planta
0	1	2.20	0.13	0.165
	2	2.17	0.39	0.22
	3	1.83	0.46	0.24
	4	0.90	0.14	0.10
	Medias	1.77 b	0.28 a	0.181 a
1200	1	3.09	0.34	0.16
	2	3.08	0.48	0.15
	3	3.79	0.27	0.15
	4	--	--	--
	Medias	2.49 a	0.272 a	0.115 a
2400	1	3.58	0.29	0.13
	2	3.65	0.39	0.24
	3	2.09	0.31	0.04
	4	1.04	0.16	0.03
	Medias	2.59 a	0.287 a	0.11 a
3600	1	3.48	0.35	0.16
	2	3.24	0.45	0.17
	3	3.22	0.35	0.13
	4	0.49	--	--
	Medias	2.60 a	0.287 a	0.115 a
	1	3.09 a	0.28 a	0.15 a
	2	3.04 a	0.42 a	0.19 a
	3	2.73 a	0.34 a	0.14 a
	4	0.69 b	0.07 b	0.03 b

D.S.H. al 5% de probabilidad para:	Alturas	Diámetros	Peso seco gramos
Nivel de hormona	1.40	NS	NS
Nivel de fertilizante	1.04	0.15	0.08
Fertilizante por hormona	NS	NS	NS

- * 1 = 0 gramos por planta de fertilizante 15N-15P-15K
 2 = 3.75 gramos por planta de fertilizante 15N-15P-15K
 3 = 7.50 gramos por planta de fertilizante 15N-15P-15K
 4 = 12.50 gramos por planta de fertilizante 15N-15P-15K

Los valores de las medias con la misma letra no presentan diferencia significativa al 5%.

Cuadro 12. Efecto de niveles de hormona y niveles y formas de aplicación de fertilizante sobre altura de plantas en el segundo experimento.

Nivel de hormona	Nivel de fertilizante en gramos por planta	Forma de aplicación de fertilizante		Medias de fertilizante	Medias de hormona
		(1)*	(2)**		
0	0	1.46	1.41	1.43	1.33 a
	2	1.54	1.31	1.42	
	4	1.35	1.05	1.20	
	6	1.15	1.39	1.27	
	Medias	1.37	1.29		
1200	0	2.11	2.04	2.07	1.82 a
	2	2.00	2.29	2.14	
	4	1.66	1.40	1.53	
	6	1.31	1.80	1.55	
	Medias	1.77	1.88		
2400	0	1.98	2.38	2.18	1.85 a
	2	1.88	2.45	2.16	
	4	1.40	2.77	2.08	
	6	0.40	1.62	1.01	
	Medias	1.41	2.30		
3600	0	2.42	2.18	2.30	1.93 a
	2	1.81	2.45	2.13	
	4	1.33	2.01	1.67	
	6	1.79	1.50	1.64	
	Medias	1.83	2.03		
Medias	0	1.99	2.00	1.995 a	
	2	1.80	2.12	1.96 a	
	4	1.43	1.80	1.61 a	
	6	1.16	1.57	1.36 b	
	Medias	1.59 a	1.87 b		

D.S.H. al 5% de probabilidad para:

Hormona	NS
Fertilizante	0.48
Forma de aplicación de fertilizante	0.22
Hormona por fertilizante	1.55
Hormona por forma de aplicación de fertilizante	NS
Fertilizante por forma de aplicación	NS
Hormona por fertilizante por forma de aplicación	NS

NS = No significativo

* = Fertilizante aplicado diluído

** = Fertilizante aplicado granulado

Los valores de las medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa al 5%.

Cuadro 13. Efecto de niveles de hormona y niveles y formas de aplicación de fertilizante sobre diámetros de planta.

Nivel de hormona	Nivel de fertilizante en gramos por planta	Forma de aplicación de fertilizante		Medias de fertilizante	Medias de hormona
		(1)	(2)		
0	0	0.15	0.10	0.125	0.128 a
	2	0.09	0.19	0.140	
	4	0.11	0.12	0.115	
	6	0.13	0.14	0.135	
	Medias	0.12	0.137		
1200	0	0.17	0.21	0.19	0.175 a
	2	0.20	0.21	0.205	
	4	0.11	0.16	0.135	
	6	0.20	0.13	0.165	
	Medias	0.17	0.177		
2400	0	0.15	0.09	0.120	0.196 a
	2	0.22	0.15	0.185	
	4	0.31	0.27	0.29	
	6	0.19	0.19	0.19	
	Medias	0.21	0.175		
3600	0	0.19	0.18	0.185	0.2325 a
	2	0.31	0.27	0.29	
	4	0.23	0.23	0.23	
	6	0.28	0.17	0.225	
	Medias	0.252	0.212		
Medias	0	0.16	0.14	0.15 a	
	2	0.20	0.20	0.20 a	
	4	0.19	0.19	0.19 a	
	6	0.20	0.15	0.175 a	
	Medias	0.18 a	0.17 b		

D.S.H. al 5% de probabilidad para:

Hormona	NS
Fertilizante	NS
Forma de aplicación	0.0007
Hormona por fertilizante	NS
Hormona por forma de aplicación	NS
Fertilizante por forma de aplicación	NS
Hormona por fertilizante por forma de aplicación	NS

NS = No significativo

1 = Fertilizante aplicado en forma diluída

2 = Fertilizante aplicado en forma granulada

Los valores de las medias con la misma letra no presentan diferencia significativa al 5%.

Cuadro 14. Efecto de niveles de hormona y niveles y formas de aplicación de fertilizante sobre peso seco de plantas en el segundo experimento.

Nivel de hormona	Nivel de fertilizante en gramos por planta	Forma de aplicación de fertilizante		Medias de fertilizante	Medias de hormona
		(1)	(2)		
0	0	0.25	0.24	0.245	0.291 a
	2	0.38	0.24	0.310	
	4	0.25	0.26	0.255	
	6	0.25	0.46	0.355	
	Medias	0.282	0.30		
1200	0	0.19	0.22	0.205	0.250 a
	2	0.25	0.31	0.280	
	4	0.27	0.29	0.280	
	6	0.23	0.24	0.235	
	Medias	0.235	0.265		
2400	0	0.24	0.20	0.220	0.292 a
	2	0.29	0.23	0.26	
	4	0.58	0.26	0.42	
	6	0.33	0.21	0.27	
	Medias	0.36	0.225		
3600	0	0.25	0.22	0.235	0.323 a
	2	0.27	0.24	0.255	
	4	0.71	0.32	0.515	
	6	0.36	0.22	0.290	
	Medias	0.397	0.25		
Medias	0	0.23	0.22	0.225 a	
	2	0.29	0.25	0.270 a	
	4	0.45	0.28	0.365 a	
	6	0.29	0.28	0.285 a	
	Medias	0.31 a	0.25 a		

D.H.S. al 5% de probabilidad para:

Hormona	NS
Fertilizante	NS
Forma de aplicación de fertilizante	NS
Hormona por fertilizante	NS
Hormona por forma de aplicación de fertilizante	NS
Hormona por fertilizante por forma de aplicación	NS

NS = Diferencia no significativa

(1) = Fertilizante aplicado en forma diluída

(2) = Fertilizante aplicado en forma granulada

Los valores con las medias seguidas con una misma letra no presentan diferencia significativa al 5%.

V. CONCLUSIONES

- El mayor incremento en altura de las plántulas de pinabete en vivero, fue provocado por la combinación de la dosis de 1200 ppm de ácido giberélico (acumulado en 6 aplicaciones) y 2 gramos de fertilizante triple 15 en forma granulada por plántula.
- Las diferentes dosis de ácido giberélico y fertilizante triple 15 aplicado por planta, no presentaron efectos significativos sobre el diámetro y peso seco.
- Las dosis altas de fertilizante triple 15 (más de dos gramos por planta) aplicados a las plántulas, provocaron fitotoxicidad y en el peor de los casos la muerte de las mismas.
- El fertilizante triple 15 aplicado en forma granulada presentó incremento sobre altura en las plántulas, aplicado en forma diluída incrementó los diámetros.
- La interacción entre el ácido giberélico y aplicación de dosis altas de fertilizante triple 15 (más de dos gramos por planta) provocaron efectos negativos en las plántulas.
- En peso seco no hubo efectos significativos por ningún tratamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. BRIGGS, W. GREEN P, JONES R. Annual Review of Plant Physiology. Vol 24. California, 1973. 650 p.
2. CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA. Plan Regional de Desarrollo del Departamento de Totonicapán. Guatemala, 1983. s.n.t. 35 p.
3. DEASE, T. Reguladores del crecimiento más rendimiento y mejor calidad?. Agricultura de las Américas 27(12) 18-23. 1978.
4. DEVLIN, R. Plant Physiology. 3a. Ed. D. Van Nostrand Company. New York, 1975. 600 p.
5. F.A.O. Las Coníferas de Guatemala. s.n.t. Roma, 1975. 45 p.
6. FRANKLAND, B. Effect of gibberellic acid, kinetin and other substances on seed dormancy. Nature no. 192:678-679. 1961.
7. GROOS, A. Abonos, guía práctica para la fertilización. Trad. por Alonzo Domínguez Vivancos. 5a. Ed. Madrid, Mundi Prensa, 1971. 526 p.
8. GUATEMALA. Instituto Nacional Forestal. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. s.n.t. 162 p.
9. GUATEMALA. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. Manual de viveros forestales. INTECAP, 1979. 244 p.
10. GUATEMALA. Instituto Nacional Forestal. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. s.n.t. 1982. 42 p.
11. LAETSCH, WATSON M y CLELAND, R. E. Papers on plant growth and development. Boston, Little Brown and Company, 1967. s.p.
12. LAURENCE, G. Taxonomía de plantas vasculares. Macmillan Publishing. New York, 1951. s.p.
13. MILLER, E.V. Fisiología Vegetal. Trad. del inglés por Francisco Latorre. Edit. Hispano Americana, México, 1967. 344 p.
14. PHARIS, R.P. and ROSS, S.D. Gibberelins; their potential uses in forestry. Outlook on Agriculture 9(2):82-87. 1976.
15. PILET, P.E. Plant Growth Regulation. Proceedings. of the 9th International Conference on Plant Growth Substances, Lausanne, August 30-Sept 4, 1976. Berlin. Springer Verlag, 1977. 305 p.

16. ROBBINS, W., WEIER, E. STOCKING, R. Botánica. México, Limusa-Wiley. 1970. 608 pp.
17. ROMPP, H. Wuchstoffe. Stuttgart, Deutschland, Franck'sche Verlagshandlung, 1958. pp 60-61.
18. SALVAT. Enciclopedia de las Ciencias. Tomo I. Vegetales Salvat, S.A. Pamplona 1968. 358 p.
19. TRAUB, D. Reguladores del crecimiento vegetal. Agricultura de las Américas 30(12):40-57. 1981.
20. WEAVER, R.J. Reguladores del crecimiento de las plantas en agricultura. Trad. de la 1ª ed. en inglés por Contín, a. México, D.f., Trillas, 1976. 622 p.
21. WINDHOLZ, M. et al. The Merck index; an encyclopedia of chemicals and drugs. Rahway, U.S.A. Merck, 1976. p 1210.
22. WITWER, S.H. Growth regulants in agriculture. Outlook on Agriculture 6(5): 206-217. 1971.
23. YUFERA, E. y DORRIEN, J.M. Química agrícola; plaguicidas y fitoreguladores. Madrid, Alhambra, 1977. pp 592-597.
24. U.S.A. Abbott Laboratories. Chemical and Agricultural Products Division, Progiibb, Planned Growth for Planned Profits, Chicago 1981. s.n.t. 14 p.