

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento aplicando dos tipos de podas en *Pinus greggii* Engelm. en Saltillo Coahuila

Por:

KAREN JAEL DORANTES RAMÍREZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial para

obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Junio del 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO FORESTAL

**Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento aplicando
dos tipos de podas en *Pinus greggii* Engelm. en Saltillo Coahuila**

Tesis profesional

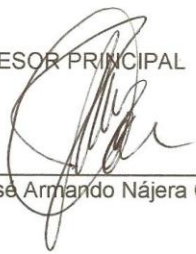
Presentada por:

Karen Jael Dorantes Ramírez

Como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

ASESOR PRINCIPAL


M.C. José Armando Nájera Castro

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE AGRONOMÍA



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Junio del 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento aplicando
dos tipos de podas en *Pinus greggii* Engelm. en Saltillo Coahuila

Tesis profesional


Presentada por:

Karen Jael Dorantes Ramírez

Como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

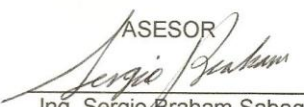
APROBADA POR:
ASESOR PRINCIPAL


M.C. José Armando Nájera Castro

ASESOR


Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga

ASESOR


Ing. Sergio Braham Sabag

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Junio del 2011.

DEDICATORIA

A **DIOS**: Por darme la oportunidad de vivir, y de realizar esta meta que es muy importante en mi vida que es mi profesión, y por estar conmigo en los momentos más difíciles.

A MIS PADRES: José Antonio Dorantes Ramírez y Luz América Ramírez Ávila, con mucho cariño, respeto y amor para las dos personas más importantes de mi vida a quienes les debo la vida y lo que soy. Gracias por sus buenos consejos, que siempre los tomaré en cuenta, por el gran sacrificio que han hecho por mi para lograr mi formación profesional. Muchas gracias por confiar en mí. Los quiero mucho. Que Dios los bendiga siempre.

A mi Hermano: Carlos Uriel Dorantes Ramírez⁽⁺⁾, por todo el cariño que recibí de él cuando estuvo en vida, ya que es mi motivo de inspiración para seguir adelante, gracias por todos los momentos maravillosos que pase a tu lado, porque se que desde el cielo tengo mi angelito que me cuida y me protege, que tus bendiciones nunca me falten.

A mis hermanos: José Antonio y Elder Jared, gracias por ser fuente de mi inspiración a ser un buen ejemplo para ustedes y sobre todo una buena persona, gracias por todos los momentos buenos y malos que hemos vivido, por su confianza, pero sobre todo por el cariño que me han brindado, que Dios me los bendiga siempre.

A mis abuelos: Eustorgio Ramírez Tabares, Ma. de Jesús Ávila Tule, Artemio Dorantes Ramírez y Adelina Ramírez Ventura, por su cariño y sus oraciones para estar siempre con salud y felicidad; muchas gracias.

A José Manuel Ortiz Pineda, por los momentos hermosos que he pasado a tu lado, por brindarme tu apoyo, confianza y amor.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater* la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de concluir esta etapa de mi desarrollo profesional en sus instalaciones, especialmente al personal docente del Departamento Forestal.

Al MC, José Armando Nájera Castro, asesor principal, por que me brindo el espacio y la paciencia suficiente para llevar a cabo esta investigación. Gracias porque además de ser mi asesor principal siempre me brindo su confianza y amistad.

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga y al Ing. Sergio Braham Sagab, muchas gracias por las sugerencias y observaciones en la asesoría en este trabajo de investigación.

Al MC. Salvador Valencia Manzo y al Dr. Alejandro Zarate Lupercio, por la valiosa amistad que me brindaron, por sus consejos, sus regaños, por escucharme siempre, mil gracias por todo.

A todos los profesores del Departamento Forestal, gracias por su comprensión, su paciencia y su interés en transmitir sus conocimientos.

A mis compañeros y amigos: Alejandra, María de los Ángeles, Marisol, Vera Lucia, Laura, Yesenia, María de Jesús, Eri Rosemberg, Freddy, Zenón, Juan Carlos, Gerardo, Fidel, Jesús, Edwin, Jairo, Manuel, Eriber, Alfredo, Eduardo, Marco Antonio, Osvaldo, Cesar, Lehovy, Moisés, Artemio, Raúl, Carlos Roberto, Jorge, Brenda, Karen, gracias por todos los momentos buenos y malos que vivimos juntos.

| ÍNDICE | Pág |
|--|------------|
| RESUMEN..... | xii |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Objetivos | 2 |
| 1.2 Hipótesis | 2 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Características de <i>Pinus greggii</i> | 3 |
| 2.1.1 Taxonomía de la especie | 3 |
| 2.1.2 Características morfológicas de <i>Pinus greggii</i> | 3 |
| 2.1.3 Distribución y hábitat..... | 4 |
| 2.1.4 Importancia | 5 |
| 2.2 Generalidades sobre los árboles de navidad | 6 |
| 2.2.1 Definiciones..... | 6 |
| 2.2.2 Importancia del cultivo de árboles de navidad | 6 |
| 2.2.3 Características de los árboles de navidad..... | 7 |
| 2.3 Cultivo de árboles de navidad | 7 |
| 2.3.1 Fertilización | 7 |
| 2.3.2 Control de plagas y enfermedades | 10 |
| 2.3.3 Riego..... | 13 |
| 2.3.4 Podas..... | 14 |
| 2.4 Fitohormonas reguladoras de crecimiento | 21 |
| 2.4.1 Auxinas | 22 |
| 2.4.2 Giberelinas | 23 |
| 2.4.3 Citoquininas | 24 |
| 2.4.4 Acido Abscísico..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.5 Etileno | 25 |
| 2.4 Trabajos afines..... | 27 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 29 |
| 3.1 Localización y descripción del área de estudio | 29 |
| 3.2 Establecimiento del estudio..... | 33 |
| 3.2.1 Descripción de los productos hormonales utilizados..... | 33 |
| 3.2.2 Descripción de las podas utilizadas | 38 |
| 3.2.3 Tratamiento y dosis..... | 39 |
| 3.2.4 Distribución de tratamientos..... | 41 |
| 3.2.5 Aplicación de los tratamientos y poda | 41 |
| 3.2.6 Labores culturales | 42 |
| 3.2.7 Diseño experimental..... | 43 |
| 3.2.8 Parámetros de evaluación..... | 44 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 46 |
| 4.1 Resultados por tratamiento (Primer experimento)..... | 46 |
| 4.1.1 Número de brotes | 47 |
| 4.1.2 Longitud de brotes | 47 |
| 4.1.3 Crecimiento en altura | 48 |
| 4.1.4 Crecimiento en diámetro de copa | 41 |
| 4.2 Resultados por tipo de poda (Factor A) | 50 |
| 4.2.1 Número de brotes | 50 |
| 4.2.2 Longitud de brotes | 51 |
| 4.2.3 Crecimiento en altura | 52 |
| 4.2.4 Crecimiento en diámetro de copa | 52 |
| 4.3 Resultados por tipo de producto (Factor B)..... | 53 |

| | |
|--|----|
| 4.3.1 Número de brotes | 53 |
| 4.3.2 Longitud de brotes | 54 |
| 4.3.3 Crecimiento en altura | 55 |
| 4.3.4 Crecimiento en diámetro de copa | 56 |
| 4.4 Resultados por tratamiento (Segundo experimento)..... | 57 |
| 4.4.1 Número de brotes | 58 |
| 4.4.2 Longitud de brotes | 59 |
| 4.4.3 Crecimiento en altura | 60 |
| 4.4.4 Crecimiento en diámetro de copa | 61 |
| 4.5 Resultados por tipo de poda (Factor A) | 62 |
| 4.5.1 Número de brotes | 62 |
| 4.5.2 Longitud de brotes | 63 |
| 4.5.3 Crecimiento en altura | 63 |
| 4.5.4 Crecimiento en diámetro de copa | 64 |
| 4.6 Resultados por tipo de producto (Factor B)..... | 64 |
| 4.6.1 Número de brotes | 64 |
| 4.6.2 Longitud de brotes | 65 |
| 4.6.3 Crecimiento en altura | 66 |
| 4.6.4 Crecimiento en diámetro de copa | 67 |
| V. CONCLUSION..... | 58 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 69 |
| VII. LITERATURA CITADA | 70 |
| APENDICE | 75 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Principales plagas en el género <i>Pinus</i> en plantaciones de árboles de navidad en estados unidos | 11 |
| Cuadro 2. Principales agentes causantes de enfermedades en plantaciones de árboles de árboles de navidad en Estados Unidos | 12 |
| Cuadro 3. Calendario de actividades anuales de poda (<i>Pinus sp</i>)..... | 21 |
| Cuadro 4. Algunos de los efectos fisiológicos más importantes causados por hormonas vegetales en las plantas..... | 26 |
| Cuadro 5. Ingredientes activos del BIOGIB* 10 PS | 33 |
| Cuadro 6. Ingredientes activos del BIOZYME* TF..... | 35 |
| Cuadro 7. Ingredientes activos del BIOZYME PP..... | 36 |
| Cuadro 8. Ingredientes activos del BIOZYME* TS..... | 37 |
| Cuadro 9. Tratamiento y dosis | 39 |
| Cuadro 10. Descripción de tratamientos por interacción de podas y productos en el primero y segundo experimento..... | 40 |
| Cuadro 11. Distribución de tratamientos en campo | 41 |
| Cuadro 12. Fecha de aplicación de fitohormonas..... | 42 |
| Cuadro 13. Fecha de aplicación de podas..... | 42 |
| Cuadro 14. Evaluaciones realizadas durante el experimento | 44 |
| Cuadro 15. Medias de crecimiento total (Primer experimento) | 46 |
| Cuadro 16. Medias de crecimiento total (Segundo experimento) | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Aspecto de <i>Pinus greggii</i> | 3 |
| Figura 2. Poda de formación..... | 16 |
| Figura 3. Forma ideal de la parte superior del árbol | 17 |
| Figura 4. Parte superior del árbol con 2 o más líderes..... | 18 |
| Figura 5. Parte superior del árbol sin rama líder | 18 |
| Figura 6. Parte superior del árbol con muchos verticilos | 19 |
| Figura 7. Brote terminal con crecimiento secundario | 19 |
| Figura 8. Productos comerciales biogib* 10 ps | 34 |
| Figura 9. Productos comerciales biozyme tf | 35 |
| Figura 10. Productos comerciales biozyme pp | 36 |
| Figura 11. Productos comerciales biozyme ts..... | 37 |
| Figura 12. Medias de números de brotes por tratamiento | 47 |
| Figura 13. Medias de longitud de brotes por tratamiento | 48 |
| Figura 14. Medias de crecimiento en altura | 49 |
| Figura 15. Medias de crecimiento en diámetro de copa | 50 |
| Figura 16. Medias de crecimiento de número de brotes por factor poda | 51 |
| Figura 17. Medias de longitud de brotes por factor poda..... | 51 |
| Figura 18. Medias de crecimiento en altura por tipo de poda | 52 |
| Figura 19. Medias de crecimiento en diámetro de copa por poda | 53 |
| Figura 20. Medias de número de brotes por producto | 54 |
| Figura 21. Medias de longitud de brotes por producto | 55 |
| Figura 22. Medias de crecimiento en altura por producto | 56 |
| Figura 23. Medias de crecimiento en diámetro de copa por producto | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 24. Medias de números de brotes por tratamiento | 59 |
| Figura 25. Medias de longitud de brotes por tratamiento | 60 |
| Figura 26. Medias de crecimiento en altura por tratamiento | 61 |
| Figura 27. Medias de crecimiento en diámetro de copa por tratamiento | 62 |
| Figura 28. Medias de números de brotes por tipo de poda | 62 |
| Figura 29. Medias de longitud de brotes por tipo de poda | 63 |
| Figura 30. Medias de crecimiento en altura por tratamiento | 63 |
| Figura 31. Medias de crecimiento en diámetro de copa por tipo de poda | 64 |
| Figura 32. Medias de número de brotes por productos | 65 |
| Figura 23. Medias de longitud de brotes por productos | 66 |
| Figura 34. Medias de crecimiento en altura por producto | 67 |
| Figura 35. Medias de crecimiento en diámetro de copa por producto | |

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en una plantación de *Pinus greggii* Engelm. ubicada en el Ejido San Juan de la Vaquería, municipio de Saltillo, Coahuila, en el cual se probaron cuatro productos hormonales y dos tipos de podas, y se evaluó el número y longitud de brotes, crecimiento en altura y crecimiento de diámetro de copa; se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial donde el tipo de poda correspondió al factor A, y los productos hormonales al factor B, la combinación de éstos conforman un tratamiento, obteniendo 10 tratamientos con tres repeticiones cada uno, dando lugar a 30 unidades experimentales, y cada unidad experimental comprendió 3 plantas, siendo un total de 90 plantas evaluadas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el primer experimento por tratamiento, en las variables número de brotes y longitud de brotes, crecimiento en altura y crecimiento en diámetro de copa, sin embargo el Tratamiento 6 (despunte de ramas y Biozyme TF) arrojó el mayor número de brotes con 3.41; el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF) fue mejor en longitud de brotes con 9.45 cm, crecimiento en diámetro de copa (primera evaluación) con 8.47 cm y crecimiento en diámetro de copa final con 35.88 cm.

En el segundo experimento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por tratamiento; en la variable número de brotes sobresalió el Tratamiento 9 (poda de líder de ramas sin producto) con 5.37, en longitud de brotes el tratamiento que sobresalió fue el mismo que en el primer experimento (poda de líder de ramas y Biozyme TF) con 10.95 cm, el Tratamiento 3 (poda de líder de ramas y Biozyme PP) fue el mejor en las variable crecimiento en altura con 31.44 cm y en crecimiento en diámetro en copa con 14.33 cm.

En general se podría decir que la mejor poda que favoreció a las variables que se evaluaron en esta investigación fue la poda de líder de rama y los productos hormonales Biozyme TF y Biozyme PP.

Palabras claves: *Pinus greggii*, poda lateral, poda de líder, BIOGIB* 10 PS, BIOZYME T.F, BIOZYME PP, BIOZYME T.S

I. INTRODUCCIÓN

En México existen 250 proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales que son dedicadas para el cultivo de árboles de Navidad, de los cuales el 25% está en producción. Estos proyectos cubren una superficie aproximada de mil 200 hectáreas en 12 estados de la República Mexicana (CONAFOR, 2009).

El uso de los árboles naturales para adornos de los hogares durante la temporada de decembrina, tuvo su origen en el oeste de Alemania cerca del año 1500. Pronto esta tradición se generalizó en Europa, siendo introducida más tarde en Norteamérica, en el año de 1804 (Chapa, 1976).

En México los árboles de Navidad que antes procedían de los bosques naturales, en la actualidad son de plantaciones y viveros especializados que abastecen la demanda de este producto en las tiendas comerciales; sin embargo, México importa cada año de los Estados Unidos y Canadá alrededor de un millón de los un millón seiscientos mil árboles de Navidad naturales que se comercializan en la época decembrina (SEMARNAP, 1999).

El establecimiento de plantaciones y viveros especializados de árboles de Navidad ayudan a reducir la extracción de árboles en bosques naturales; además, dada las características conducidas con la podas anuales la sociedad puede diferenciar los árboles de Navidad de cultivo y los árboles de Navidad de bosque naturales (SEMARNAP, 1999).

El cultivo de árboles de Navidad tiene beneficios económicos ya que evita la importación, además, por medio de las plantaciones se puede mejorar las condiciones de bosque naturales para evitar la erosión y degradación de los suelos forestales; y al mismo tiempo se crean fuentes de empleos importantes en el sector rural (CONAFOR, 2009).

El cultivo de árbol de navidad es una alternativa para el desarrollo sustentable en áreas rurales del país, si se conduce con la asesoría técnica adecuada (Cortes, 2005).

El árbol de navidad es un artículo de jardinería, ya que su cultivo requiere de podas anuales de conformación, y además es muy indispensable para su crecimiento, de tal manera que también se le puede aplicar hormonas para obtener un mejor producto final que pueda reunir todas las características deseadas por el consumidor (SEMARNAP, 1999).

Con fundamento en lo anterior se propuso el presente trabajo con el objetivo general de:

1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de hormonas reguladoras de crecimiento, así como el tipo de poda de conformación, en el número y longitud de brotes, y en el crecimiento en altura y diámetro de copa en *Pinus greggii*.

1.2. Hipótesis

Ho: No existen diferencias significativas en el efecto simple y combinado de las hormonas reguladoras de crecimiento y el tipo de poda, en la emisión y longitud de brotes, ni en el crecimiento en altura y diámetro de copa en *Pinus greggii*.

Ha: Si existen diferencias significativas en el efecto ya sea simple o combinado en al menos una hormona reguladora de crecimiento o en un tipo de poda, en la emisión y longitud de brotes, o en el crecimiento en altura y diámetro de copa en *Pinus greggii*.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Caracterización de *Pinus greggii*

2.1.1 Taxonomía de la especie

Reino: Metaphyta
División: Pinophyta
Clase: Pinopsida
Orden: Pinales
Familia: Pinaceae
Genero: *Pinus*
Especie: *greggii*



Figura 1. Aspecto de *Pinus greggii*.

2.1.2 Características morfológicas de *Pinus greggii*

Según Salazar *et al.* (2001) *Pinus greggii* Engelm. es un árbol de 10 a 25 metros de altura y puede llegar a medir 40 cm de diámetro; fue denominado en honor de Josiah Gregg (Martínez, 1948). Tiene una copa irregularmente redondeada, follaje denso, verde brillante a grisáceo, con ramas extendidas horizontalmente. La corteza es de color café grisáceo, áspera.

Las acículas se presentan en grupos de tres fascículos de 7 a 14.5 cm de largo. Son ásperas, erectas, anchamente triangulares de color verde brillante, bordes finalmente aserrados, estomas en las superficies ventral y dorsal; de dos a seis canales resiníferos, medios; hipodermo de células conspicuas con paredes delgadas.

Las vainas son persistentes y miden unos 14 mm, pero cuando se envejecen se desgarran y caen.

Los conillos son laterales y pedunculados, morenos, con anchas escamas provistas de puntas triangulares y extendidas.

Los conos son fuertes y tenazmente persistentes, duros, sésiles, oblongo-cónicos, oblicuos, algo encorvados, de color ocre, lustrosos, colocados generalmente por pares o en grupos de 5 a 8 y llegan a medir de 10 a 11 cm (Martínez, 1948).

Las escamas son duras y fuertes, con el umbo ensanchado, de contorno irregular y con la quilla transversal bien marcada.

La semilla es oval, oscura, de 6 a 7 mm., con ala de unos 20 mm. de largo por 7 de ancho, engrosada en la base en una faja oblicua.

La madera es ligera y en muchos casos fofa, de color blanco, ligeramente amarillenta.

2.1.3 Distribución y hábitat

Es una especie endémica de México; se distribuye naturalmente desde los 20° N hasta los 26° N. Se encuentra en las montañas de la Sierra Madre Oriental y ha sido reportado en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo. Su distribución altitudinal varía de 1200 a 3000 msnm, con una precipitación de 400 a 1500 mm, y una temperatura de 12 a 20° C.

En los sitios altos soporta heladas durante diciembre y enero. En su hábitat natural se encuentra asociado a otras especies de pino, como *Pinus leiophylla*, *Pinus teocote*, *Pinus montezumae*, *Pinus arizonica* var. *Stormiae*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus patula*, *Pinus cembroides*, *Pinus ayacahuite*.

Esta especie ha presentado crecimiento rápido fuera de su ambiente natural, creciendo tanto en zonas arenosas como arcillosas y tolera suelos sumamente ácidos.

2.1.4 Importancia

Es una especie que ha logrado importancia nacional e internacional en países como Brasil, Chile, México, Nueva Zelanda, el sur de África y Zimbabwe (Dvorak *et al.*, 2000, citado por Curiel, 2005).

Es uno de los árboles de mayor valor económico para la población humana. Se aprovecha para la obtención de postes para cerca y leña combustible (Dvorak, 2007, citado por Chávez, 2010).

Actualmente se considera importante por su plasticidad genética para adaptarse en suelos pobres, erosionados, con poca profundidad y materia orgánica escasa (INIFAP, 2003, citado por Curiel, 2005).

Aunque la especie no se encuentra clasificada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT, 2001, bajo algún estatus de conservación, la Cooperativa de Recursos Genéticos de México y América Central (CAMCORE) considera que sus poblaciones tienen algún grado de amenaza, razón por la cual se le ha incluido en programas actuales de conservación genética *ex situ* con alta prioridad (Donahue, 1989, citado por Curiel, 2005).

2.2 Generalidades sobre los árboles de navidad

2.2.1 Definiciones

Árbol de navidad: Es un sujeto natural o sintético, que se utiliza en las casas con fines de ornato durante el periodo navideño (Magaña, 1996).

Árbol de navidad natural: es un árbol de navidad que se extrae de bosques regionales, naturales o de plantaciones (Magaña, 1996).

Según la Dirección General de Protección Forestal de la Subsecretaría de Recursos Naturales (1994), un árbol de navidad es un árbol cultivado en plantaciones u obtenido de los bosques naturales, cortado a nivel del tallo y cuya altura es de 1 a 4 metros, empleado con fines de ornato navideño (Magaña, 1996).

2.2.2 Importancia del cultivo de árboles de navidad

El uso de los árboles naturales para adornos de los hogares durante la temporada decembrina, tuvo su origen en el oeste de Alemania cerca del año 1500. Pronto esta tradición se generalizó en Europa, siendo introducida más tarde en Norteamérica, en el año de 1804 (Chapa, 1973).

Años más tarde, en 1850, se generalizó esta costumbre en Estados Unidos, prefiriéndose algunas especies de coníferas por su forma regular, su color y su fuerte olor a resina. La idea de cultivar los árboles para tal fin, partió tal vez de algún agricultor progresista que pensó en la posibilidad de hacer negocio anualmente, con el producto de una cosecha regular (Chapa, 1973).

2.2.3 Características de los árboles de navidad

Prácticamente la mayor parte de las especies siempre verdes pueden ser utilizadas para árboles de navidad; sin embargo, generalmente las características deseables para la aceptación son (Chapa, 1973):

- ✓ Retención de las hojas por un periodo largo, que va desde la cosecha o tiempo de corta hasta el final de las fiestas navideñas.
- ✓ Forma regular y simétrica, preferentemente cónica.
- ✓ Ramas bien distribuidas a lo largo del tronco principal, sin huecos en el follaje y muy resistentes, adecuadas para soportar diferentes adornos e instalaciones eléctricas.
- ✓ Suficiente follaje no espinoso, pero abundante.
- ✓ Olor fragante.
- ✓ No debe de tener ramas secas, sino un color verde uniforme y que puedan ser amarradas compactamente para envío, sin romperse y recuperar su forma cuando se desempaquen.

2.3 Cultivo de árboles de navidad

2.3.1 Fertilización

Los nutrientes juegan un papel importante como indicadores fisiológicos de la calidad de planta. Es sabido que el 95% de la biomasa vegetal anhidra está formada por C, O, e H. El resto incluye los elementos esenciales N, P, Fe, Cl, Cu, Zn y en algunos casos B y Mo. El balance entre nutrientes puede ser la clave de un comportamiento en particular, más que la concentración de un nutriente individual, así sea el nitrógeno. Sin embargo, no siempre debe asumirse que una mayor cantidad de nutrientes, dentro del intervalo óptimo, va a implicar un mejor comportamiento en todas las condiciones (Binkley, 1993, citado por Díaz, 2010).

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales de su crecimiento y desarrollo (Rodríguez ,1999).

La fertilización es, después del riego, la práctica cultural que más directamente influye en el desarrollo de las plantas. El estado nutricional afecta básicamente los procesos fisiológicos de las plantas, tales como la regulación del crecimiento, el flujo de energía, y la síntesis de los complejos orgánicos moleculares que componen las plantas (Peñuelas y Ocaña, 2000, citado por Cortes, 2005).

Al fertilizar los árboles de navidad se puede aumentar la tasa de crecimiento, el vigor del árbol, el color y densidad del follaje, así como la retención de agujas. Para determinar la cantidad de fertilizantes a utilizar es necesario realizar un análisis del suelo donde se encuentra o donde se establecerá la plantación; puede hacerse también mediante un análisis foliar (Bennett, 1990, citado por Hernández y Nicolás, 2009).

Las razones del uso de los fertilizantes han sido presentadas por Boosma y Hunter (1990), citados por Tzanahua (2006):

1. Aumentar los niveles naturales de fertilidad del suelo y permitir un balance entre los nutrientes.
2. Proveer cantidades de nutrientes que permitan producir tasas de crecimiento aceptables predeterminadas.
3. Mantener tasas de crecimientos aceptables en el corto y largo plazo.

Cortés (2005), en un experimento al trabajar con *Pinus halepensis* Miller y *Pinus pinceana* Gordon, aplicó 10 y 15 gr de Lobi* 44 por litro de agua, cada 30 días; 1 tableta (21 gr) de fertilizante de liberación controlada Agriform ® de 20-10-5 NPK, por cada cm de diámetro del tallo, por planta. El *Pinus halepensis* es el que respondió mejor a la fertilización.

Cortés (2010) en una investigación del crecimiento en una plantación de árboles de navidad tratada con 7 tipos de fertilizantes en Saltillo, Coahuila, trabajo con las especies de *Pinus cembroides*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus eldarica*; aplicándole 7 tratamientos, encontró que el Western fol 66 plus (0.5 gr por planta en una aplicación foliar, disuelta en agua) fue el de mejor resultado, para las tres especies.

Mendoza (2004) en un trabajo de investigación aplicó fertilizantes a las especies *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus halepensis* Miller, aplicando 75 gr de NPK por planta (Triple 17) más riego; 107 gr de NPK (Osmocote 14-14-14), más riego, por planta y 150 gr de NPK por planta (Triple 17), más riego y dos testigos, el testigo 1 sin tratamiento, y testigo 2 solo con riego. El *Pinus halepensis* Miller respondió mejor a la fertilización mostrando mejores resultados en las variables de diámetro de copa, diámetro basal y altura.

Tzanahua (2006) realizó un estudio de fertilización en tres plantaciones de árboles de navidad de *Pinus cembroides* Zucc. en el noreste de México, en el cual aplicó los tratamientos: T1 igual a (10 gr por litro de agua de Lobi* 44 fertilizante foliar); T2 (15 gr por litro de agua de Lobi* 44 fertilizante foliar) y T3 (una tableta de 21 gr de 20-0-5 NPK Agriform, fertilizante de liberación controlada, por cada cm de diámetro, por árbol). Las variables evaluadas fueron crecimiento de diámetro basal, crecimiento en altura y crecimiento en diámetro de copa. El tratamiento que mostró el mejor desempeño en las tres localidades fue el T1 (Dosis menor de urea foliar).

2.3.2 Control de plagas y enfermedades

La presencia y el daño causado por insectos plagas y enfermedades varía dependiendo del tipo de agente causal y puede llegar desde la muerte de ramas o de las guías terminales, hasta la pérdida total de los árboles.

La pérdida de agujas o de yemas por las enfermedades o los insectos defoliadores reducirá el crecimiento de los árboles (McCullough y Koelling, 1996).

Las principales clases de daños causados por plagas y enfermedades son (McCullough y Koelling, 2006, citado por Hernández y Nicolás, 2009):

- Defoliación
- Muerte de ramas, de la guía terminal o de yemas laterales.
- Agallas en yemas laterales.
- Agujas y yemas negras.
- Agujas blanquecinas.
- Torceduras y enroscamiento.
- Mortalidad de los arboles.

Plagas

Las principales plagas en el género *Pinus* en plantaciones de árboles de navidad en Estados Unidos se muestran en el Cuadro 1 (Hernández y Nicolás, 2009).

Cuadro 1. Principales plagas en el género *Pinus* en plantaciones de árboles de navidad en Estados Unidos.

| ESPECIE | DAÑO |
|--|--|
| <i>Oligonychus ununguis</i> Jacoby | Sus larvas se alimentan del follaje de los árboles de navidad y pueden llegar a matarlos. |
| <i>Thyridopteryx ephemeraeformis</i> Haworth | Las larvas se alimentan del follaje y puede causar la muerte del árbol. El árbol presenta follaje escaso, descolorido y deforme. |
| <i>Neodiprion sertifer</i> Geoffroy | Las larvas dañan al follaje provocando escasez del mismo. |
| <i>Melanoplus</i> spp. | Los saltamontes se alimentan del follaje y ocasionalmente de la corteza. |
| <i>Lymantria dispar</i> L. | Las larvas de esta polilla se alimentan del follaje. |
| <i>Diprion similis</i> Hartig | Sus larvas consumen el follaje de los árboles. |
| <i>Choristoneura pinus</i> Freeman | Las larvas defolian los árboles. |
| <i>Contarinia baeri</i> Prell | Las larvas de este mosquito se alimentan de las acículas. |
| <i>Neodiprion lecontei</i> Fitch | Las colonias de estas larvas dañan las acículas, causando la muerte de ramas, copa o del árbol entero. |
| <i>Dasychira pinicola</i> Dyar | Sus larvas se alimentan del follaje y pueden causar la muerte del árbol. |
| <i>Tetralopha robustella</i> Zeller | Estas larvas se alimentan de las acículas de todas las ramas y pueden matar al árbol. |
| <i>Cinara</i> spp. | Áfidos que chupan los jugos de las ramas, brotes y acículas. |
| <i>Eucosma gloriola</i> Heinrich | Sus larvas atacan lateralmente y en retoños. |

| | |
|---|---|
| <i>Rhyacionia buoliana</i> Denis & Schiffermuller | Las larvas de estos insectos barrenan yemas, matando o deformando los brotes y atrofiando el crecimiento. |
|---|---|

Enfermedades

Los principales agentes causantes de enfermedades en plantaciones de árboles de navidad en Estados Unidos según USDA (1998) se describen en el Cuadro 2 (Hernández y Nicolás, 2009).

Cuadro 2. Principales agentes causantes de enfermedades en plantaciones de árboles de navidad en Estados Unidos.

| ESPECIE | DAÑO |
|--|--|
| <i>Rhabdocline pseudotsugae</i> Syd | Causa la pérdida de acículas |
| <i>Rhizosphaera pini</i> (Corda) Maubl | Provoca un deterioro de las acículas, decoloración y caída del follaje, incluso la muerte del árbol. |
| <i>Lophodermium seditiosum</i> Minter, Staley, and Millar | Presentan pérdida temprana de las acículas. Mata plántulas. |
| <i>Melampsorella caryophyllacearum</i> J. Schrot | Provoca “escobas de bruja”. |
| <i>Mycosphaerella dearnessii</i> M.E. Barr | Causa pardeamiento y pérdida de acículas. |
| <i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) DiCosmo, Peredo, and Mister | Las acículas se tornan amarillentas y su caída es temprana. |
| <i>Mycosphaerella pini</i> Rostr | Infecta y mata las acículas de todas las edades, los árboles pueden morir dependiendo del nivel de afectación. |
| <i>Sphaeropsis sapinea</i> (Fr.) Dyko and B. Sutton | Mata los brotes del año en curso, la infección repetitiva mata a los árboles de mayor edad. |
| <i>Phytophthora</i> spp. | Causa la pudrición de la raíz, esta infección puede matar al árbol. |

| | |
|--|---|
| <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> Steiner & Buhner nicle | Puede llegar a matar a los árboles jóvenes que infesta, decolora las acículas, no fluye resina cuando el árbol está herido. |
|--|---|

2.3.3 Riego

El agua es un factor primordial para el desarrollo de las plantas (Peñuelas y Ocaña, 2000 citado por Cortes, 2005). Los árboles deben recibir un riego periódico, garantizando la humedad necesaria tanto en el suelo como en el follaje (Torres y Rojas, 2008).

La cantidad y frecuencia de los riegos dependerá principalmente del tipo de suelo y de las condiciones climatológicas del lugar (Anónimo, 1998, citado por Monárrez, 2000).

El riego puede hacerse a nivel de brinjal o por inundación. Los tipos de riego que son ampliamente utilizados en la producción de cultivos agrícolas se pueden adaptar a las plantaciones comerciales de árboles de navidad y se pueden caracterizar en tres tipos:

- 1) Riego por goteo.
- 2) Riego por tuberías emisoras.
- 3) Riego por microaspersión y microdifusión.

Calvillo (2001) determinó el volumen óptimo de riego en una plantación comercial de árboles de navidad en Saltillo, Coahuila, con las especies de *Pinus ayacahuite* Ehremberg, *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus eldarica*. Encontró que el *Pinus ayacahuite*, mostró mejores resultados con una cantidad de riego de 15 litros de agua semanal por árbol favoreciéndole el crecimiento en altura y diámetro de copa.

Jarillo (2004) realizó un estudio de balance hídrico en una plantación de tres especies de *Pinus* para producción de árboles de navidad en Saltillo, Coahuila, con las especies *Pinus cembroides* Zucc, *Pinus pinceana* Gordon y *Pinus halepensis* Mill, en el cual tomó lecturas de humedad durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2002, enero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2003 y enero, febrero y marzo del 2004; el parámetro evaluado fue la humedad disponible del suelo para la planta, estableciendo que el rango de humedad debería fluctuar entre 40% como mínimo y máximo de 100%. Se determinó que el *Pinus pinceana* fue quien retuvo mayor cantidad de humedad.

2.3.4 Podas

William (1972), citado por Magaña (1996), comenta que las podas son técnicas para producir árboles de buena calidad; además estimulan el crecimiento de las ramas que se quedan, a través del control de crecimiento, forma y densidad de la copa. Esta es una actividad obligatoria para todo productor de árboles de navidad, puesto que se realiza con la finalidad de regular el crecimiento del árbol (Vera, 2008, citado por Hernández y Nicolás, 2009).

Alm (1994), citado por Monárrez (2000), menciona que el desarrollo de las especies típicas de árboles de navidad, usualmente es durante el segundo o cuarto año después de plantados, la velocidad de crecimiento es rápida y particularmente pronunciada en la rama líder (Brote terminal) y en los verticilos superiores de las ramas, lo cual es una característica normal en el desarrollo de los árboles. Si tal crecimiento no es controlado, el árbol crece en altura y en una copa pobremente formada.

La poda de formación

El objetivo de esta poda es lograr una forma cónica bien definida, moderadamente densa, sin espacios libres de internudos, con ramas de apariencia natural y libres de ramas muertas que le den una mala apariencia (Dost, 1972; Chapa, 1973; Blanford, 1972, citado por Monárrez, 2000).

Abies, *Cupressus* y *Pinus* toleran muy bien la poda de formación (Chapa, 1973, citado por Monárrez, 2000).

a) Respuesta de los pinos a la poda de formación.

El pino, en los espacios comprendidos entre los verticilos, no produce ramas en internudos. Por consiguiente, los árboles a los que no se les aplica la poda de formación dejan muchos espacios vacíos en su tronco, a los cuales se les llama en “cuellos de ganso”, salvo que los brotes terminales excesivamente largos sean cortados a una longitud apropiada (Dost, 1972, citado por Monárrez, 2000).

Después de efectuar la poda de formación, las puntas de las ramas podadas formarán un grupo de yemas axilares, lo que da como resultado un árbol más compacto. Es decir que el productor de árboles de pinos puede mantener el control sobre la forma y simetría de sus árboles (Dost, 1972; Chapa, 1973, citado por Monárrez, 2000).

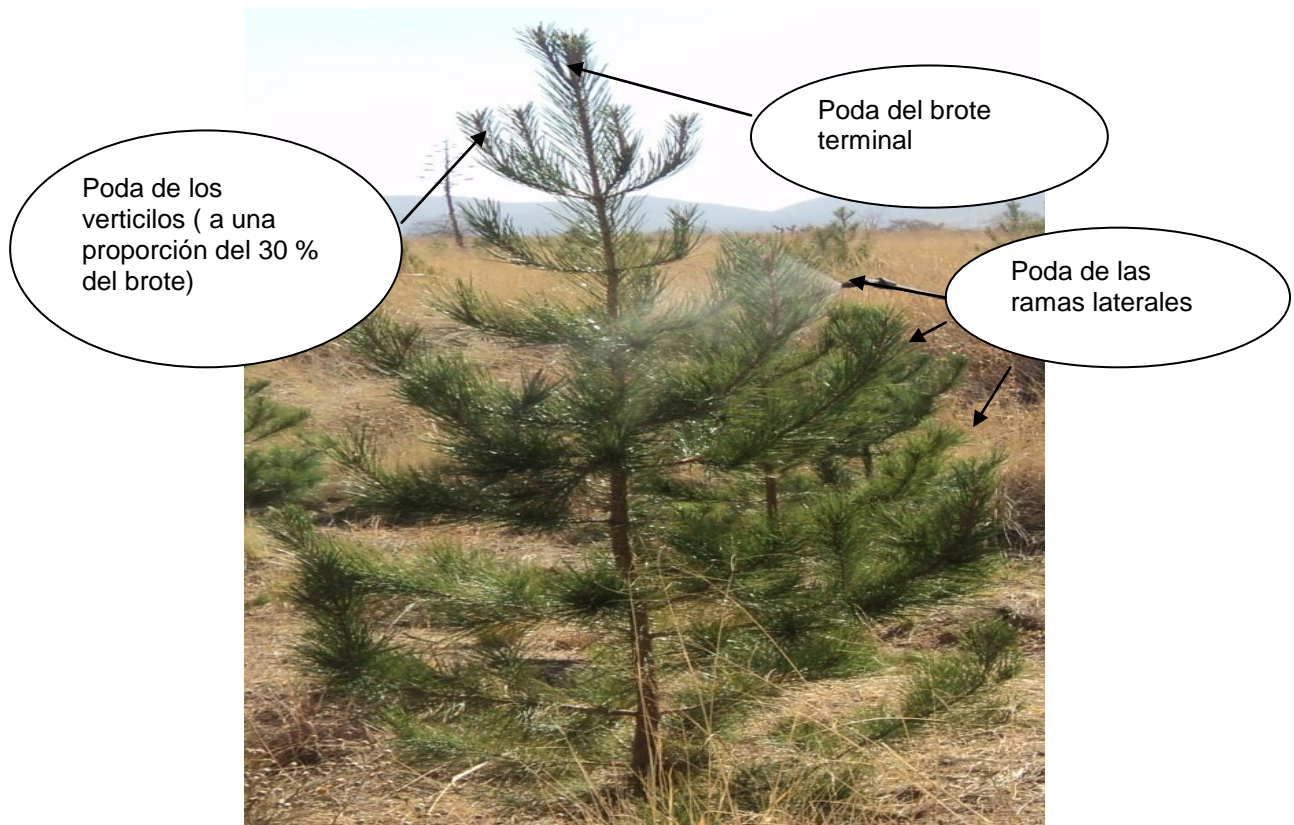


Figura 2. Poda de formación

Poda de formación del brote terminal y del verticilo superior

El brote terminal se cortará anualmente para que tenga una longitud de 25 cm a 35 cm aproximadamente y deberá ser cortado oblicuamente formando un ángulo de 45 o grados, ya que si el corte se hace recto, o a 90 grados, se pueden formar brotes múltiples, los cuales demeritan la forma del árbol. Con esta práctica, en los pinos se estimula la formación de yemas terminales en la punta o extremo donde se efectuó el corte y se promueve la formación de brotes terminales al año siguiente (Dost, 1972; Chapa, 1973; Alm, 1994; Anónimo, 1998; Brown *et al.*, 1999, citado por Monárrez, 2000).

Los verticilos superiores deberán cortarse en una proporción de 30% del largo del brote terminal (Alm, 1994; Brown *et al.*, 1999, citado por Monárrez, 2000).

La punta del árbol formada idealmente, consiste de un brote terminal corto y de 6-10 verticilos superiores (Alm, 1994, citado por Monárrez, 2000).



Figura 3. Forma ideal de la parte superior del árbol.

En la parte superior del árbol se pueden dar situaciones no deseables en un árbol de navidad y se deben aplicar los tratamientos correctivos respectivos (Alm, 1994, citado por Monárrez, 2000):

- a) Parte superior con 2 o más brotes principales: La solución consiste en dejar un solo líder, el más vigoroso y en línea recta con el tallo principal del árbol.



Figura 4. Parte superior del árbol con 2 o más líderes.

- b) Parte superior sin rama líder: Este problema es solucionado forzando una rama lateral para que crezca como una rama líder.



Figura 5. Parte superior del árbol sin rama líder.

- c) Parte superior con muchos verticilos. Un número excesivo de ramas laterales es comúnmente el resultado de podar en época de crecimiento, la solución está en cortar los verticilos sobrantes.



Figura 6. Parte superior del árbol con muchos verticilos.

- d) Brote terminal con crecimiento secundario: este crecimiento es causado cuando un grupo de yemas terminales rompen su letargo y producen un segundo crecimiento en la rama líder en una estación de crecimiento, la solución está en cortar ese crecimiento.



Figura 7. Brote terminal con crecimiento secundario.

Poda de la base

En la poda de la base se eliminan las ramas inferiores localizadas entre el verticilo inferior (rama inferior) del árbol de navidad y el suelo. Esta parte deberá tener, por lo menos, una pulgada de largo (2.54 cm) por cada pie (30.48 cm) de altura del árbol. Un mango torcido es un defecto serio, pero muy común en los árboles de navidad. La poda de la base deberá hacerse lo suficientemente alta para permitir la formación de un mango razonablemente recto, aun cuando esto requiera la selección de un verticilo inferior que esté un poco más alto de lo recomendable (Dost, 1972, citado por Monárrez, 2000).

Época y frecuencia de podas

La poda de formación deberá iniciarse cuando el árbol desarrolle un brote terminal que exceda una longitud aproximada de 25 a 35 cm (Dost, 1972; Brown *et al.*, 1999, citado por Monárrez, 2000).

Una vez que sea realizada la poda de formación deberá continuarse cada año, hasta que el árbol esté listo para ser cortado.

Los pinos se deben de podar durante el inicio de la estación de crecimiento, cuando el nuevo crecimiento es suave y succulento, lo más favorable es podar entre los 10 a 14 días antes de que el crecimiento en altura cese y antes de que se endurezca la madera formada.

En cambio los géneros *Abies*, *Picea* y *Pseudotsuga*, pueden podarse prácticamente en todo el año, excepto cuando hay un crecimiento activo (Blanford, 1972; Alm, 1994, citado por Monárrez, 2000).

Las actividades se deben realizar anualmente, de acuerdo al calendario que se presenta en el Cuadro 3. (Anónimo, 1998, citado por Monárrez, 2000).

Cuadro 3. Calendario de actividades anuales de poda (*Pinus sp.*).

| Tipo de poda | Fecha |
|--|-----------------|
| Poda al brote terminal y a las ramas laterales | Febrero – Marzo |
| Poda de la base | Julio |
| Poda al brote terminal | Octubre |

La poda se realiza generalmente dos veces al año, es importante realizar la penúltima poda en el mes de mayo y la última en el mes de septiembre, antes de que el árbol sea vendido, ya que las ramas están creciendo en los últimos meses (Anónimo, 1998, citado por Monárrez, 2000).

2.4 Fitohormonas reguladoras de crecimiento

Reguladores de crecimiento (sinónimo: sustancias de crecimiento), son los reguladores químicos de las plantas, los cuales influyen en el crecimiento. (Overbeek, 1954). Actualmente sabemos que estos compuestos actúan no solamente sobre el crecimiento, sino también sobre muchos otros fenómenos del desarrollo (Jankiewicz, 2003).

Reguladores de las plantas; se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal.

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. En la actualidad, los reguladores de las plantas se utilizan ampliamente en el control de malas hierbas, del desarrollo de los frutos, defoliación, propagación y control del tamaño. (Weaver 1976).

La primera aplicación de las sustancias de crecimiento ha sido su utilización para enraizar los esquejes de las plantas herbáceas y leñosas. Las materias activas son: ácido indol-3 acético (AIA), ácido indol-3 butírico (AIB), ácido α - naftilacético (ANA) (Bealieu *et al.*, 1973).

Las fitohormonas o reguladoras de crecimiento vegetal se clasifican en:

- a) Auxinas
- b) Giberelinas
- c) Citoquininas
- d) Acido Abscísico
- e) Etileno

2.4.1 Auxinas

Auxinas (del griego: hacer crecer, incrementar); es la primera hormona descubierta y resultó ser el ácido indolil-3-acético, comúnmente ácido Indolacético (AIA) (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes; pueden ser naturales o se producen sintéticamente. (Weaver 1976).

Se generan principalmente en las partes jóvenes de la planta: ápices, frutos, hojas en desarrollo, etc. Las auxinas estimulan el crecimiento por elongación del tallo, participan en la inhibición correlativa de las yemas axilares, estimulan la acción

del cambio y diferenciación del xilema, promueven la formación de raíces en estacas, en muchas plantas inhiben la iniciación floral, pero también hay casos en los cuales la estimulan (piña) (Jankiewicz, 2000).

Estimulan el crecimiento apical de toda la planta, dominancia del brote principal e inhibición de la ramificación lateral, diferenciación de los vasos conductores que son el xilema y el floema, fototropismo, promover la floración en algunas especies.

2.4.2 Giberelinas

Son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y el desarrollo en los vegetales superiores. Este grupo de hormonas fue descubierto por azar por fitopatólogos japoneses que estudiaban en el arroz una enfermedad conocida como bakanae (planta loca), causada por el hongo *Gibberella fujikuroi* (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Puede definirse como un compuesto que tiene un esqueleto de gibane y estimula la división o la prolongación celular, o ambas partes. Las Giberelinas pueden provocar un aumento sorprendente de la prolongación de los brotes en muchas especies, que resultan particularmente notables cuando se aplican a ciertos mutantes enanos (Weaver 1976). Estimulan el crecimiento de la planta, actuando sinérgicamente con las auxinas; estas interrumpen el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizar las reservas en azúcares, e inducen la brotación de yemas.

Se producen en las partes jóvenes de las plantas, pero las fuentes más ricas y abundantes son las raíces y los frutos jóvenes, especialmente sus semillas. (Jankiewicz, 2003).

Las Giberelinas favorecen la inducción floral en coníferas, sin embargo, en la mayoría de los árboles frutales la inhiben. También impiden la tuberización en papas

y otras especies de plantas similares, estimulando la formación de estolones (Waller y Wareing, 1972 citado por Jankiewicz, 2003).

2.4.3 Citoquininas

Son sustancias del crecimiento de las plantas, que provocan la división celular (Weaver 1976).

Estas hormonas promueven la división celular, transportan sustancias a nivel de floema, retraso de la senescencia (envejecimiento) de las hojas, la activación del crecimiento de las yemas laterales, entre otras.

Son producidas en las plantas, principalmente en las raíces. Se ha encontrado en la savia del xilema del manzano, vid y otras plantas, pero también en ápices de brotes, en hojas, frutas y semillas (Jankiewicz, 2003).

Estimulan la división celular en los meristemas, retardan la senescencia de órganos y en presencia de auxinas estimulan la actividad del cambium. Neutralizan la inhibición del crecimiento de las yemas axilares causadas por auxinas o ácido abscísico (Plich *et al.*, 1975, citado por Jankiewicz, 2003). Intervienen en la regulación de muchos otros fenómenos biológicos como crecimiento de hojas, etc. Se transportan por xilema y floema en forma acrópeta y basípeta (Jankiewicz, 2003).

2.4.4 Acido Abscísico (ABA)

Esta hormona es la última en ser descubierta por los fisiólogos en las plantas; se caracteriza por inhibir muchos fenómenos de crecimiento en las plantas superiores, y por estar asociado a la dormición de yemas y semillas (García y Martínez, 1994).

El ABA es un compuesto derivado del ácido mevalónico. La biosíntesis del ácido abscísico tiene lugar en frutos, semillas, raíces, hojas y tallos.

Es una de las hormonas vegetales más investigadas en la actualidad ya que está implicado en numerosos procesos de vital importancia en el desarrollo de los vegetales (García y Martínez, 1994).

El ABA interacciona con otras fitohormonas, como las Giberelinas y Citoquininas, en el control de la dormancia que presentan las yemas y semillas de algunas especies.

2.4.5 Etileno

Es un agente químico que quizás no se le pueda considerar estrictamente una hormona, pues no cumple con el concepto de tal, pero sin duda es un compuesto activo en el desarrollo vegetal. El etileno tiene efectos morfogenéticos por la producción de epinastia en las hojas de tomatero e inducción de raíces adventicias. Es también conocido su gran efecto sobre la maduración de los frutos, activándola de modo que puedan llegar en poco tiempo a sobremadurez (Rojas, 1972).

Algunos efectos del etileno sobre las plantas son (García y Martínez, 1994):

- Estimulación del crecimiento de raíces.
- Inhibición del transporte de auxinas en el interior de la planta.
- Inducción de la maduración de frutos climatéricos. La maduración anticipada de algunos frutos (cítricos, tomate, melón, plátano, etc.).
- Eliminación de la dormición de yemas, especialmente las de algunos órganos vegetativos, como tubérculos y bulbos.

Cuadro 4. Algunos de los efectos fisiológicos más importantes causados por hormonas vegetales en las plantas (Hill, 1984, modificado por García y Martínez, 1994).

| Efectos fisiológicos | Auxinas | Giberelinas | Citoquininas | Acido abscísico | Etileno |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| Respuesta trópicas | Si | Si | No | Si | Si |
| Aumento del tamaño celular en cultivos de tejidos | Si, en algunos casos | Si, en algunos casos | Si | No | No |
| Abscisión de hojas y frutos | Si | No, de forma directa | Si | Si | Si |
| Activa el crecimiento de frutos | Si | Si | Si, en algunos casos | No | No |
| Afecta al crecimiento del tallo | No | Si, lo activa | No | Lo inhibe | Lo inhibe |
| Interrumpe el reposo de las yemas vegetativas | No | Si | Si | No, lo induce | Si, en algunos casos |
| Mantenimiento de la dominancia apical | Si | Si | No | Se desconoce | Si |

2.5 Trabajos afines

Vázquez y Pérez (2006) en un trabajo realizado sobre las dosis y épocas de aplicación de ácido giberélico en la floración y cosecha del mango ataulfo. El objetivo fue evaluar el efecto de la dosis, época y número de aplicación de ácido giberélico. El resultado fue que tuvieron dos épocas de cosecha mientras que los árboles testigo sólo tuvieron una y que el rendimiento total por árbol no fue afectado por la aplicación del ácido giberélico. El mejor tratamiento para retrasar floración y cosecha fue el de dos aplicaciones de AG3 de 50 mg L⁻¹.

Vite (1993) en un trabajo de investigación sobre el efecto del Biozyme T.F. en la producción del cultivo del ajo (*Allium sativum*) en la región de Derramadero, Coahuila, evaluó los efectos del Biozyme T.F. en la calidad y rendimiento, y al mismo tiempo buscó determinar cuál era la dosis óptima, para lo cual utilizó 0.0, 0.5, 0.75 y 1.0 l/ha y el resultado fue de que el Biozyme T.F. incrementó el diámetro y el rendimiento en el cultivo del ajo y que la dosis óptima fue de 0.75 l/ha.

Pérez (1990) en un trabajo realizado sobre el efecto de los bioestimulantes Biozyme T.S y Biozyme P.P. sobre la emergencia y principios de desarrollo en maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y trigo (*Triticum aestivum*); realizó aplicación de dosis comerciales y altas adicionadas a los plaguicidas PCNB Y Pirimifos, y encontró que los tratamientos con Biozyme T.S y Biozyme P.P. en el tratamiento a la semilla, uniformizan la velocidad de germinación y emergencia, reducen la anormalidad de plántulas, aumentan el vigor de plántulas, incrementan la respiración en las semillas, así como también intervienen en el mayor contenido de la clorofila en hojas de maíz y frijol.

Díaz (2010) realizó un estudio sobre el efecto de un complejo hormonal y micronutrientes sobre el rendimiento y calidad de frutos en “naranja valencia” *Citrus sinensis*; en el cual aplicó el Biozyme TF con micronutrientes (Poliquel multi y Poliquel Zinc) a diferentes concentraciones; las variables a evaluar fueron peso de la fruta, diámetro ecuatorial, diámetro polar, grosor de la cascara, firmeza del fruto, contenido de jugo en %, y volumen de jugo, entre otros. El resultado que obtuvo fue que el tratamiento 3 (Biozyme + dosis alta de Poliquel Zn), afecta de manera positiva a la mayoría de las variables evaluadas.

González (1991) en un trabajo de investigación sobre el efecto de Biozyme TS, PP y TF en el rendimiento de granos y sus componentes en el cultivo de Triticale (*Triticosecale Wittmack*) bajo suelos calcáreos en la región de navidad, N.L; aplicó 6 tratamientos los cuales fueron: T1 (Testigo), T2 (Biozyme TF.), T3 (Biozyme TS), T4 (Biozyme TS + Biozyme TF), T5 (Biozyme PP) y T6 (Biozyme PP y Biozyme TF); las variables a evaluar fueron, altura de planta, número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, entre otros; los resultados que obtuvo fueron que el Tratamiento 2 es el que mostró mejores mayor efecto para la mayoría de los parámetros a evaluar.

Muñoz (2010) en un trabajo realizado sobre el efecto del AG4/7 y anillado en la inducción de estructuras reproductivas y crecimiento del brote en árboles juveniles de *Pseudotsuga menziesii*, encontró que en los árboles tratados con AG4/7 los brotes crecieron en promedio 12% más que los testigos. Una dosis baja (1.27 mg cm⁻²) fue suficiente para acelerar y generar las mayores tasas de crecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio.

El presente trabajo se llevo a cabo en el Ejido San Juan de la Vaquería, que esta situado en el Municipio de Saltillo, Coahuila. La altitud es de 1894 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Acceso

El predio se localiza a 35 km, al sur de la ciudad de Saltillo, el acceso para llegar al predio es por la carretera 54 que conduce a Zacatecas, desviándose por la carretera que va a General Cepeda, tomando la desviación que está pasando el poblado de San Juan de la Vaquería.

Geología

Los suelos de la región son del tipo sedimentarias. La apariencia de una roca sedimentaria queda determinada por las partículas que contiene. Características como el tamaño y la forma del grano o la presencia de fósiles pueden ayudar a clasificar este tipo de rocas. El tamaño de los granos de las rocas sedimentarias varía mucho, desde grandes cantos hasta las minúsculas partículas de arcilla. Los conglomerados y las brechas, compuestos de guijarros y cantos rodados, son las rocas sedimentarias de grano más grueso; la arenisca está formada por partículas del tamaño de granos de arena y el esquisto es la roca sedimentaria de grano más fino. La forma de los granos que integran las rocas sedimentarias depende de cómo éstos se han transportado. La erosión del viento crea partículas de arena esféricas y guijarros angulosos. La acción del agua origina partículas de arena angulosas y guijarros esféricos. Los fósiles son restos animales o vegetales conservados en capas de sedimentos. El tipo de fósil que contiene una roca indica su origen. Por ejemplo, un fósil marino sugiere que la roca se formó a partir de sedimentos depositados en el lecho oceánico. Los fósiles suelen aparecer principalmente en rocas sedimentarias, nunca en las ígneas y raramente en las metamórficas (INEGI, 2000).

Fisiografía

La fisiografía del predio se caracteriza por una topografía que consiste en terrenos planos en el valle, donde se ubica el área agrícola y terrenos ligeramente inclinados con pendientes menores de 12 %, en el pié de monte y lomeríos, hasta pendientes mayores en las sierras. La exposición que domina es cenital, presentándose también la norte y sur. La elevación del terreno varía entre 1850 y 1900 m.s.n.m. (SPP, 1987).

Hidrología

El predio en mención se encuentra dentro la cuenca “B” Río Bravo – San Juan, subcuenca “e” La casita – El Recreo, de la región hidrológica “RH24” Bravo - Conchos, con un coeficiente de escurrimiento de 5 a 10% (SPP, 1987).

Suelos

Los suelos presentes en este predio, según lo señalado por la carta edafológica (CETENAL, 1977), son de los tipos castañozem háplico y cálcico, sin fase salina a ligeramente salinos los cuales se localizan en el valle, presentan textura fina; En el pié de monte xerosol háplico y cálcico, sin fase salina a ligeramente salinos, presentan textura fina.

Castañozem

Suelos con horizonte A mólico de color pardo oscuro y acumulación calcárea u horizontes cálcico o gypico de alta productividad agrícola o partícula.

Castañozem háplico

Suelos con acumulación calcárea moderada, abajo del horizonte A.

Castañozem cálcico

Suelos con horizonte cálcico o gypsico.

Xerosol

Se caracterizan por tener una capa superficial de tono claro y muy pobre en humus, debajo de la cual puede haber un subsuelo rico en arcillas. Muchas veces presentan manchas, polvo o aglomeraciones de cal a cierta profundidad, así como cristales de yeso o caliche. Ocasionalmente son salinos. La explotación del matorral se lleva a cabo en estos suelos en especies como la candelilla. Los xerosoles tienen baja susceptibilidad a la erosión, excepto cuando están en pendientes o sobre caliche.

Xerosol haplico

Son suelos de zonas áridas y semiáridas con un horizonte A ócrico, y contenido moderado de materia orgánica; pueden presentar horizonte B cámbico. En condiciones de disponibilidad de agua, son capaces de lograr una elevada producción agrícola. Los más fértiles de este subgrupo son los que tienen elevado contenido en material calcáreo.

Uso del suelo

De acuerdo con la carta de uso del suelo (CETENAL , 1975), el uso potencial es para la agricultura de temporal permanente limitada. Y el uso pecuario es el matorral espinoso y pastizal natural.

Clima

El clima pertenece al tipo BS1kx' el cual corresponde a climas semisecos templados. La temperatura media anual es de 18 a 22 grados centígrados y la del mes mas frío menor de 18; el régimen de lluvias en los meses de verano es por lo

menos diez veces mayor en el mes mas húmedo en la época lluviosa del año, que en el mes mas seco; presenta un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 y 10.2 del total anual; extremoso, con oscilaciones entre 7 y 14 grados centígrados (UNAM, 1970).

La precipitación que se presenta en el predio es de 450 a 550 milímetros, acentuándose la mayor proporción durante los meses de Mayo a Octubre y además se presentan lluvias en los meses de Diciembre y Enero. Los vientos predominantes tienen una dirección sur, con velocidades de 8 a 15 kilómetros/hora.

Vegetación

La vegetación de la región es predominante de tipo matorral subinermes, chaparral, izotal, mezquital, con especies predominantes mezquite (*Prosopis glandulosa*), vara prieta (*Acacia constricta*), gatuño (*Mimosa biuncifera*), palo blanco (*Celtis laevigata*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), jazmín (*Jasminum sp.*), correoso o lantrisqueño (*Ruhus microfila*), palo amarillo (*berberis trifoliolata*), gobernadora (*Larrea tridentata*). Así mismo los pastos mas abundantes son: zacate banderita (*Boteloua curtipendula*), *Muhlenbergia sp.*, *Stipa sp.*, *Buchloe dactyloides*, zacate de tres barbas (*Aristada glauca*). También se puede encontrar vegetación inducida y cultivada como es el caso de las especies maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), nogal (*Carya illinoensis*), durazno (*Prunus persicae*), manzana (*Pyrus malus L.*), pera (*Pyrus sp.*) y chabacano (*Prunus armeniaca*) (INEGI, 2000).

Fauna

Las especies más comunes de fauna en la región son los siguientes: Aguillilla (*Buteo sp.*), gavilán (*Falco sp.*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), huilota (*Zenaida macroura*), coyote (*Canis latrans*), conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), liebre (*Lepus sp.*), zorrillo (*Mephitis macroura*), tejón (*taxidea taxus*), tlacuache (*Didelphys malsupialis*), correcaminos (*Geococcyx californicus*), cuervo (*Corvux corax*), tecolote (*Bubo virginianus*), víbora de cascabel (*Crotalus sp.*), lagartija (*Sceloporus sp.*) y ratón (*Peromyscus sp.*) (Nájera, 2006).

3.2 Establecimiento del estudio

El estudio se inicio a principios del 2010 en el mes de febrero y finalizó a el 6 de mayo del 2011, con él se pretendió encontrar respuesta en las variables dasométricas: altura, diámetro de copa, número de brotes y longitud de brotes, de la especie *Pinus greggi*.

3.2.1 Descripción de los productos hormonales utilizados

BIOGIB* 10 PS es un estimulante de crecimiento vegetal hecho con base en ácido giberélico (GA₃). Que puede ser utilizado en hortalizas, frutales, forrajes y ornamentales, donde actúa uniformizando la floración, acelera la germinación de semillas, mejora el amarre de frutos y brotación de tubérculos. Donde actúa uniformizando la floración, mejora el amarre y el desarrollo de frutos.

Cuadro 5. Ingredientes activos del BIOGIB* 10PS.

| Ingrediente activo | % en peso |
|-----------------------------|------------------|
| Ácido giberélico | 10 |
| Ingredientes inertes | 90 |
| Total | 100 |



Figura 8. Producto comercial BIOGIB* 10PS.

BIOZYME* TF: Es un fitorregulador hormonal de origen natural, que participa en el desarrollo de las plantas. Su objetivo es el de estimular diferentes procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas como: dimensión y diferenciación celular, translocación de sustancias, síntesis de clorofila, diferenciación de yemas, uniformidad en floración y amarre de flores y frutos. Dando como resultado mayor eficiencia metabólica que se traduce en crecimiento y desarrollo armónico de las plantas.

Este es compatible con la mayoría de los plaguicidas y fertilizantes foliares de uso común, excepto con aquellos de reacción alcalina (ph mayor a 7,5). Este producto se ha utilizado en cultivos como; Acelgas, Ajo, Brócoli, Espinacas, Cebolla, Lechuga, Mandarino, Naranja, Alfalfa, Algodonero, Chile, Tomate, Leguminosas, Cana de azúcar, Cereales y Granos, Fresa, ornamentales, Papayo, Piña, Plátano, Tabaco, Uva. Los ingredientes del BIOZYME* TF se indican en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Ingredientes activos del BIOZYME* TF.

| Ingredientes activos | % en peso |
|--|-----------|
| Microelementos | 1.86 |
| Manganeso (Mn) 0.12 %, Zinc (Zn) 0.37 %, Fierro (Fe) 0.49%, Magnesio (Mg) 0.14%, Boro (B) 0.30%, Azufre (S) 0.44% | |
| Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas: | 78.87 |
| Giberelinas | 32.2 ppm |
| Ácido indolacético | 32.2 ppm |
| Zeatina | 83.2 ppm |
| Ingredientes inertes: | |
| Diluyentes y acondicionadores | 19.27 |
| Total | 100.00 |



Figura 9. Producto comercial BIOZYME* TF.

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

Cuadro 7. Ingredientes activos del BIOZYME PP.

| Ingredientes activos | | % en peso |
|---|-----------|--------------|
| Extractos vegetales y fitohormonas biológicamente activas: | | 27.5 |
| Giberelinas | 28.50 ppm | |
| Ácido indolacético | 12.25 ppm | |
| Zeatina | 47.80 ppm | |
| Caldo de extracto (Equivalente a 272.44 gr/kg) 27.24 % | | |
| Materia orgánica del extracto (Equivalente a 2.5 gr/kg) 0.26 % | | |
| Ingredientes inertes: | | |
| Diluyentes y acondicionadores | | 72.5 |
| Total | | 100.0 |



Figura 10. Producto comercial BIOZYME PP.

BIOZYME* TS : es un estimulante de germinación y principio de desarrollo en tratamiento de semillas obtenido de extractos de origen vegetal, cuya aplicación a las semillas incrementa al máximo su potencial genético natural.

Cuadro 8. Ingredientes activos del BIOZYME* TS.

| Ingredientes activos | | % en peso |
|---|------------|------------------|
| Extractos vegetales y fitihormonas biológicamente activas: | | 79.84 |
| Giberelinas | 77.40 ppm | |
| Ácido Indolacético | 33.00 ppm | |
| Zeatina | 128.70 ppm | |
| Ingredientes inertes: | | |
| Diluyentes y acondicionadores | | 20.16 |
| Total | | 100.0 |



Figura 11. Producto comercial BIOZYME* TS.

3.2.2 Descripción de las podas utilizadas

Poda lateral

Consiste en cortar las puntas de las ramas laterales para corregir el exceso de ancho de la copa e incrementar la densidad. El corte lateral debe de ser después del líder para establecer la cima del cono y tener una guía para cortar la parte baja del árbol. Cuando los árboles alcanzan un metro es necesario formarlos cortando el crecimiento lateral excesivo de las ramas (Landgren y Douglas, 1993, citado por Prieto y Merlín, 2002). Las podas pueden efectuarse al terminar la estación de crecimiento, de acuerdo con la especie cultivada (Prieto y Merlín, 2000).

Poda de líder

Se hace con la finalidad de incrementar la densidad del follaje del arbolado y ayudar a conformarlos, para ello se cortan los crecimientos excesivos del tallo principal o líder y se eliminan los líderes indeseables. . En el caso de la corta del líder, la mejor fecha para realizar esta actividad es al inicio del periodo de succulencia, cuando los crecimientos nuevos están completos y se pueden ver claramente las yemas sobre los líderes, esto es a mediados de julio o a principios de agosto (Landgren y Douglas, 1993, citado por Prieto y Merlín, 2002).

Con la poda de la rama del líder se incrementa la densidad del follaje, pero se retrasa el crecimiento en altura del árbol (Landgren y Douglas, 1993, citado por Prieto y Merlín, 2002). Si se quiere un árbol cerrado, la poda del líder debe efectuarse a 15 ó 20 cm del verticilo superior con un corte lo más inclinado posible, para favorecer el desarrollo de la yema más cercana al corte como rama líder (Prieto y Merlín, 2000).

3.2.3 Tratamiento y Dosis

En cada tratamiento se aplicó un producto y una poda como se muestra en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Tratamientos y dosis

| FACTOR "A" PODAS | FACTOR "B" PRODUCTOS | 1 ^{er} EXPERIMENTO | 2 ^o EXPERIMENTO |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1.- Líder de ramas | 1.-BIOGIB | 5 gr /10 L de agua | 10 gr/ 10 L agua |
| 2.- Despunte de ramas | 2 BIOZYME TF | 20 ml/10 L de agua | 25ml/ 10 L agua |
| | 3.- BIOZYME PP | 10 gr/ 10 L de agua | 150 gr / 10 L |
| | 4.- BIOZYME TS | 40 gr/ 10 L de agua | 200 ml / 10 L |

Los tratamientos resultantes de la intracción de factores dieron origen a los tratamientos que se describen en Cuadro 10.

Cuadro 10. Descripción de tratamientos por interacción de podas y productos en el primero y segundo experimento.

| Tratamientos | Descripción |
|----------------------------|---|
| PRIMER EXPERIMENTO | |
| 1 | Biogib 5 gr por 10 litros, más líder de ramas |
| 2 | Biozyme T. F 20 ml. por 10 litros de agua, más líder de ramas. |
| 3 | Biozyme PP 10 gr por 10 litros de agua, más líder de ramas |
| 4 | Biozyme TS 40 gr por 10 litros de agua, más líder de ramas. |
| 5 | Biogib 5 gr por 10 litros de agua, más despunte de ramas. |
| 6 | Biozyme T. F 20 ml. por 10 litros de agua, más despunte de ramas. |
| 7 | Biozyme PP 10 gr por 10 litros de agua, más despunte de ramas. |
| 8 | Biozyme TS 40 gr por 10 litros de agua, más despunte de ramas. |
| 9 | Testigo |
| 10 | Testigo |
| SEGUNDO EXPERIMENTO | |
| Tratamiento | Descripción |
| 1 | Biogib 10 gr por 10 litros, más líder de ramas |
| 2 | Biozyme T. F 25 ml. por 10 litros de agua, más líder de ramas. |
| 3 | Biozyme PP 150 gr por 10 litros de agua, más líder de ramas. |
| 4 | Biozyme TS 200 gr por 10 litros de agua, más líder de ramas. |
| 5 | Biogib 10 gr por 10 litros de agua, más despunte de ramas. |
| 6 | Biozyme T. F 25 ml. por 10 litros de agua, más despunte de ramas |
| 7 | Biozyme PP 150 gr por 10 litros de agua, más despunte de ramas. |
| 8 | Biozyme TS 200 gr por 10 litros de agua, más despunte de ramas |
| 9 | Testigo |
| 10 | Testigo |

3.2.4 Distribución de tratamientos

Después de haber aplicado las fitohormonas y las podas, la distribución de los tratamientos al *Pinus greggii* quedó como se ilustra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Distribución de tratamientos en campo.

| Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Línea 4 | Línea 5 | Línea 6 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| T4R3 | T7R1 | T10R3 | T9R1 | T2R1 | T5R3 |
| T7R3 | T7R2 | T8R1 | T10R2 | T5R2 | T10R1 |
| T3R2 | T2R3 | T4R2 | T3R3 | T4R1 | T5R1 |
| T1R3 | T2R2 | T6R2 | T9R2 | T1R2 | T8R2 |
| T6R1 | T1R1 | T6R3 | T3R1 | T8R3 | T9R3 |

3.2 5 Aplicación de los tratamientos y podas

Para la medición de las fitohormonas se realizó con una báscula de precisión, tomando la medida en gramos (gr.) y un vaso graduado para medir los mililitros (ml.). En cada uno de los tratamientos se mezcló un producto adherente (Bionex, 20 ml por 10 litros de agua).

Para las podas se utilizó tijeras podadoras, previamente desinfectadas, y la aplicación de las fitohormonas se usará una bomba aspersora.

Cuadro 12. Fechas de aplicación de fitohormonas.

| Aplicación de productos hormonales | | |
|---|----------------------------|-------------------------|
| PRIMER EXPERIMENTO | 1^a Fecha | 27 de febrero del 2010. |
| | 2^a Fecha | 8 de mayo del 2010. |
| SEGUNDO EXPERIMENTO | 1^a Fecha | 28 de febrero del 2011. |

Cuadro 13. Fecha de aplicación de podas.

| Aplicación de podas | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1^a Fecha | 27 de febrero del 2010. |
| 2^a Fecha | 28 de febrero del 2011. |

3.2.6 Labores culturales

Las labores culturales que se realizaron durante el experimento, consistieron en la aplicación de fitohormonas, deshierbes manuales y aplicación de podas de despunte y de líder del tallo.

3.2.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, con dos tipos de podas (Factor A) y cuatro productos (Factor B).

Tipos de podas:

A1: Líder de ramas.

A2: Despunte de ramas.

Productos utilizados:

B1: Biogib

B2: Biozyme TF

B3: Biozyme PP

B4: Biozyme TS

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2$ (número de podas).

$j = 1, 2, 3, 4, 5$ (tipo de hormona).

$k = 1, 2, 3$ (repeticiones).

μ = media general.

α_i = efecto del factor A en el nivel i -ésimo.

β_j = efecto del factor B en el nivel j -ésimo.

$\alpha\beta_{ij}$ = efecto conjunto del factor A y B.

ϵ_{ijk} = efecto del error experimental.

3.2.8 Parámetros de evaluación

Los parámetros evaluados fueron, crecimiento en altura, diámetro de copa, número de brotes y longitud, la evaluación de los parámetros se realizó en marzo del 2010, mayo del 2010, enero del 2011 y mayo del 2011.

Cuadro 14. Evaluaciones realizadas durante el experimento.

| | Evaluaciones | 1^{er} experimento |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1^a Fecha | | 23 de marzo del 2010. |
| 2^a Fecha | | 25 de mayo del 2010. |
| 3^a Fecha | | 29 de enero del 2011. |

| | Evaluación | 2^o Experimento |
|----------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1^a Fecha | | 28 de febrero del 2011 |
| 2^a Fecha | | 6 de mayo del 2011. |

Diámetro de copa: se midió el diámetro de la copa en centímetro, utilizando un promedio de dos mediciones, diámetro mayor y menor.

Altura: se considero la altura total del árbol, que es la longitud que va desde la superficie del suelo hasta el ápice de la copa (yema terminal). Esta evaluación se hizo con una cinta métrica.

Número de brotes: se contaron los brotes y se utilizo 3 mediciones por ramas.

Longitud de brotes: se midió la longitud en centímetro, utilizando 3 mediciones por ramas

El procesamiento de los datos de campo se realizó con la ayuda del programa estadístico SAS, determinando así, los análisis de varianza y prueba de medias para cada una de las variables (Steel y Torrie, 1990; SAS, 1992).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados por tratamiento (Primer experimento)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera etapa en el análisis de varianza y a las pruebas de Tukey empleando $\alpha = 0.05$, no hubo diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables, sin embargo si hubo diferencias numéricas en las medias de cada variable (Cuadro 15).

Cuadro 15. Medias de crecimiento total (Primer experimento).

| Tratamiento | Clave | No. De brotes | Longitud de brotes (cm) | Crecimiento en altura primera evaluación (cm) | Crecimiento en altura segunda evaluación (cm) | Crecimiento en altura final(cm) | Crecimiento en Ø de copa primera evaluación (cm) | Crecimiento en Ø de copa segunda evaluación (cm) | Crecimiento en Ø de copa Final (cm) |
|-------------|-------|---------------|-------------------------|---|---|---------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| 1 | A1B1 | 2.95 | 7.11 | 11.48 | 26.21 | 37.69 | 2.75 | 25.09 | 27.84 |
| 2 | A1B2 | 2.89 | 9.45 | 16.23 | 30.72 | 46.96 | 8.47 | 27.41 | 35.88 |
| 3 | A1B3 | 3.17 | 8.08 | 18.39 | 26.72 | 45.12 | 1.98 | 29.96 | 31.94 |
| 4 | A1B4 | 2.75 | 6.83 | 13.74 | 35.58 | 49.33 | 3.95 | 29.80 | 33.75 |
| 5 | A2B1 | 3.30 | 8.89 | 21.81 | 31.93 | 53.74 | 7.07 | 21.07 | 28.15 |
| 6 | A2B2 | 3.41 | 4.22 | 13.64 | 27.68 | 41.33 | 2.76 | 24.72 | 27.48 |
| 7 | A2B3 | 3.20 | 6.18 | 17.95 | 28.80 | 46.76 | 0.50 | 32.33 | 32.83 |
| 8 | A2B4 | 2.19 | 6.69 | 17.25 | 36.02 | 53.28 | 4.51 | 27.90 | 32.41 |
| 9 | A1 | 2.07 | 8.09 | 13.14 | 31.32 | 44.47 | 6.26 | 25.45 | 31.72 |
| 10 | A2 | 2.67 | 5.27 | 14.26 | 28.82 | 43.09 | 2.67 | 24.45 | 27.12 |

4.1.1 Número de brotes

En la variable número de brotes sobresalió el Tratamiento 6 que corresponde al despunte de ramas y Biozyme TF con 3.41, fue seguido por el Tratamiento 5 (despunte de ramas y Biogib) con un número de brotes de 3.30, los cuales fueron similares debido a que los dos tienen la poda de despunte de ramas, mientras que el tratamiento que tuvo menor número de brotes fue el 9 (poda de líder de ramas sin producto) con 2.07 (Figura 12).

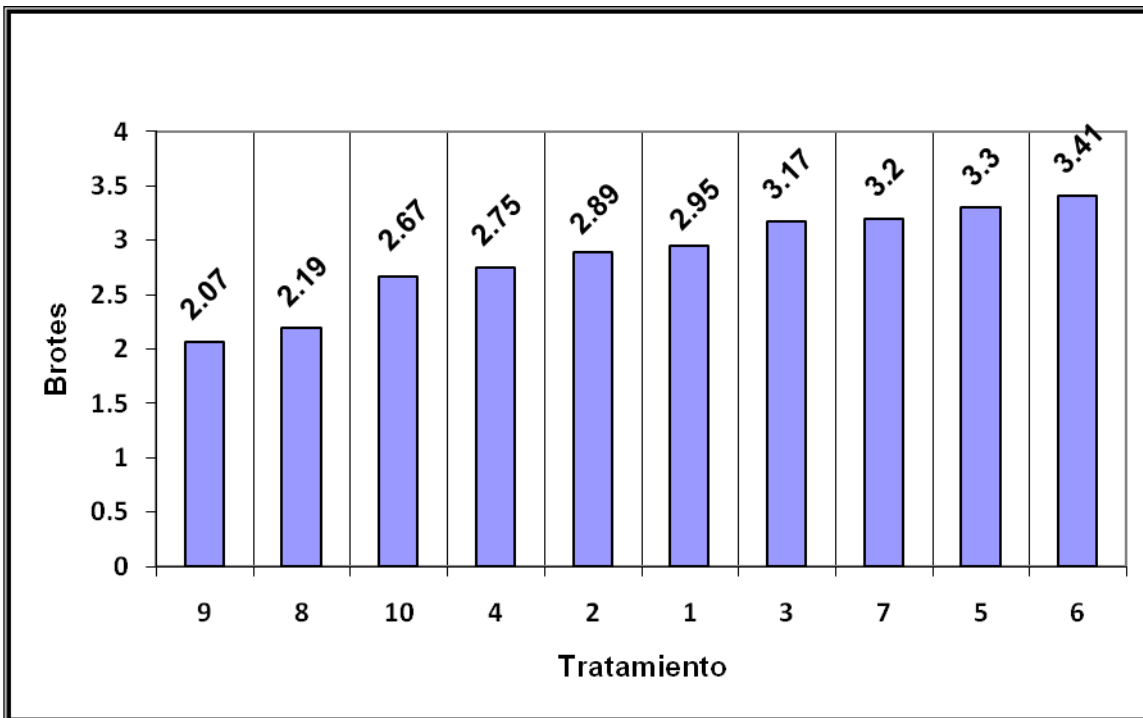


Figura 12. Medias de número de brotes por tratamiento.

4.1.2 Longitud de brotes

El tratamiento que presentó el mayor valor de longitud de brotes fue el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF) con 9.45 cm, fue seguido por el Tratamiento 5 (despunte de ramas y Biogib) que mostró una longitud de 8.89 cm, sin embargo hay que tomar en cuenta que el Tratamiento 9 (testigo poda de líder de ramas) con 8.09 cm, fue el tercero de los tratamientos con el valor más alto después del Tratamiento 2 y 5, superando a los demás tratamientos que si tenían producto y

el que presentó menor crecimiento de longitud fue el Tratamiento 6 (despunte de ramas y Biozyme TF) con 4.22 cm (Figura 13).

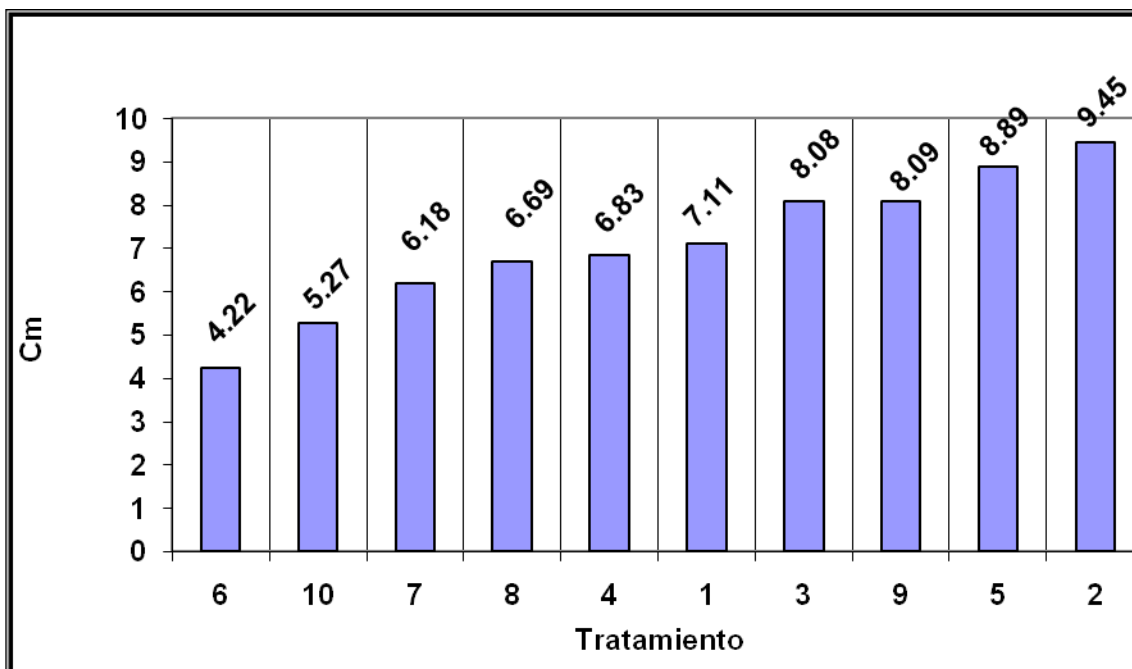


Figura 13. Medias de longitud de brotes por tratamiento.

4.1.3 Crecimiento en altura

Para tener una mejor observación de los crecimientos, se presenta la Figura 14, en donde se observa el comportamiento del crecimiento, observándose que el Tratamiento 5 (despunte de ramas y Biogib) tuvo la media mayor con 21.81 cm en la variable de crecimiento en altura (primera evaluación), seguido por el Tratamiento 3 (poda de líder de ramas y Biozyme PP) con 18.39 cm. En cambio en la variable crecimiento en altura (segunda evaluación), el Tratamiento 8 (despunte de ramas y Biozyme TS) con 36.02 cm es el que sobresale, seguido por el tratamiento 4 (líder de ramas y Biozyme TS) con 25.58 cm. En la variable crecimiento en altura final, el tratamiento que sobresale es el 5 (despunte de ramas y Biogib) con 53.74 cm, el cual fue similar al Tratamiento 8 (despunte de ramas y Biozyme TS) con 53.28 cm. En esta variable de crecimiento se muestra que los mejores tratamientos fueron los Tratamientos 5 y 8, en los cuales son similares al tipo de poda que corresponde al despunte de ramas.

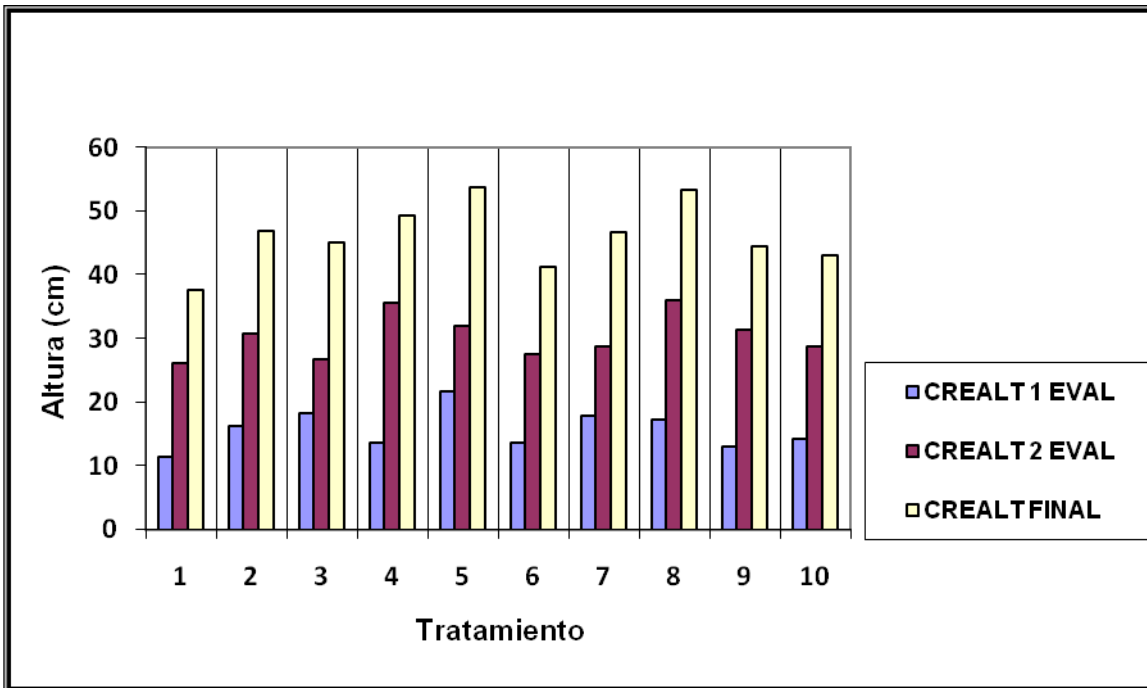


Figura 14. Medias de crecimiento en altura.

4.1.4 Crecimiento en diámetro de copa

En la figura 15 se presenta los comportamientos en crecimientos del diámetro de copa, mostrando que en la variable de CRECOP (primera evaluación) el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF) con 8.47 cm, fue el que sobresalió, seguido por el Tratamiento 5 (despunte de ramas y Biogib) con 7.07 cm. En cambio en la variable CRECOP (segunda evaluación), el tratamiento que sobresale es el 7 (despunte de ramas y Biozyme PP) con 32.33 cm, seguido por el Tratamiento 3 (líder de ramas y Biozyme PP) con 29.96 cm. Para la variable CRECOP (final) el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF) con 35.88 cm, fue el que sobresalió, el cual fue parecido al Tratamiento 4 (poda de líder de rama y Biozyme TS) con 33.75 cm. Se observa que los tratamientos que tuvieron mejor reacción en esta variable fueron los que tenían la poda de líder de rama pero con diferentes productos.

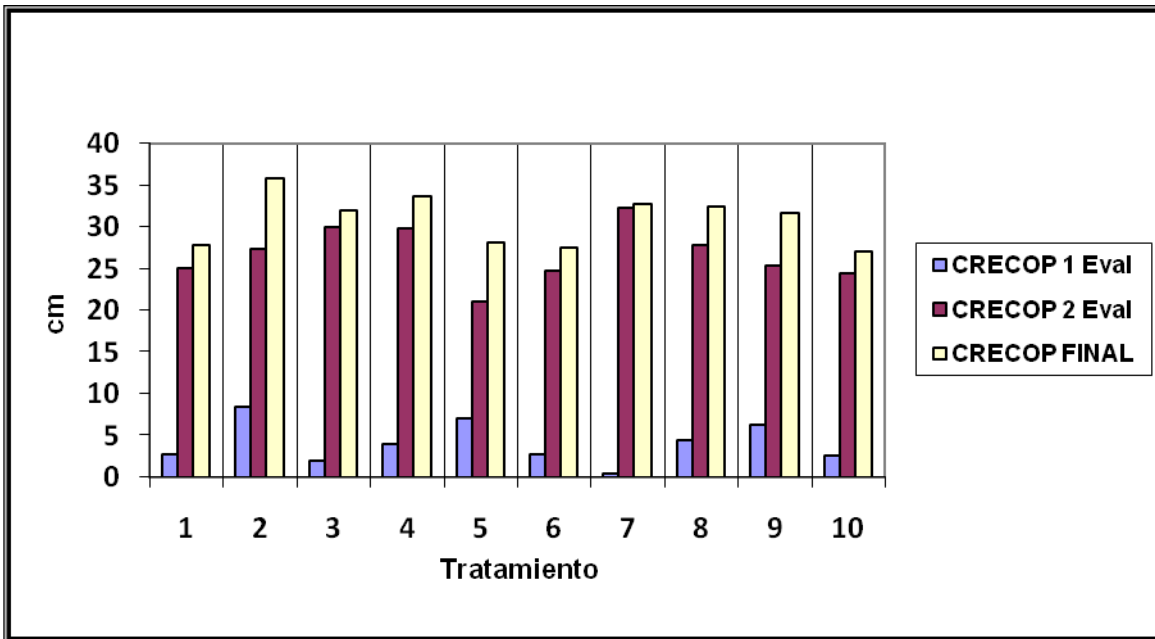


Figura 15. Medias de crecimiento en diámetro de copa.

4.2 Resultados por tipo de poda (Factor A)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza utilizando $\alpha=0.05$, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el factor podas, sin embargo se mencionan los crecimientos sobresalientes en cada una de las variables (Apéndice).

4.2.1 Número de brotes

El tipo de poda que arrojó mayor número de brotes fue el A2 (despunte de ramas) con 2.951, superando al A1 (líder de rama) que presentó 2.763 brotes (Figura 16).

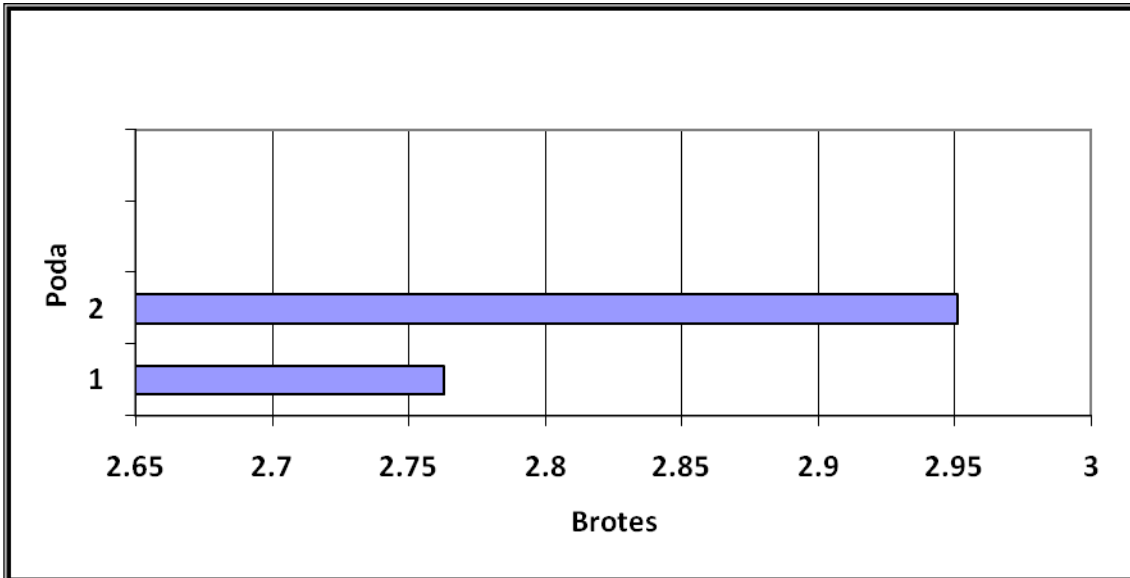


Figura 16. Medias de crecimiento de número de brotes por factor poda.

4.2.2 Longitud de brotes

El tipo de poda que presentó mayores resultados en crecimiento de longitud de brotes fue el A1 (poda de líder de rama) con 7.91 cm, seguido por el tipo A2 (despunte de ramas) con 6.27 cm (Figura 17).

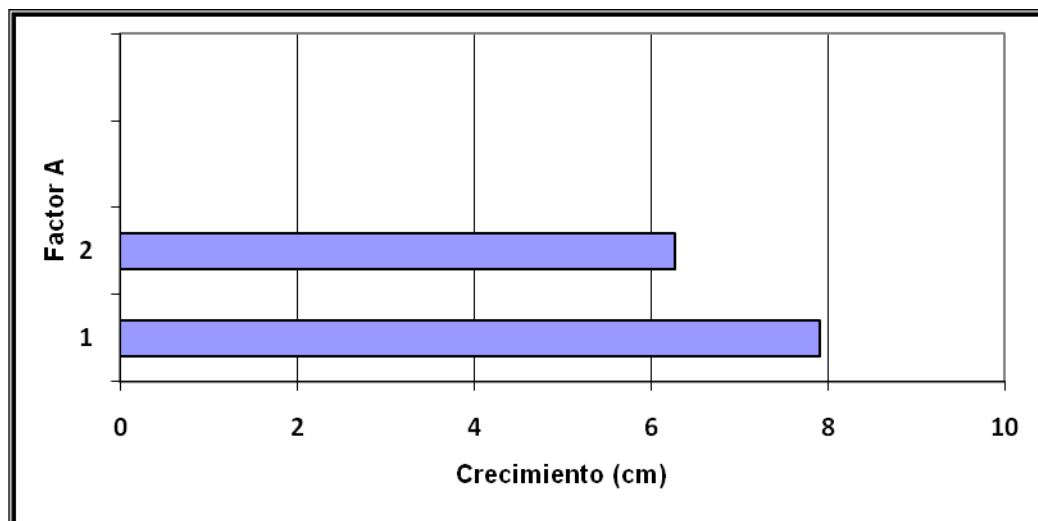


Figura 17. Medias de longitud de brotes por factor poda.

4.2.3 Crecimiento en altura

El tipo de poda que obtuvo el mayor crecimiento en la variable CRECOP (primera evaluación) fue A2 (despunte de ramas) con 16.98 cm, siguiendo el A1 (poda de líder de ramas) con 14.60 cm. En la variable CRECOP (segunda evaluación) los dos tipos de podas son similares A2 tuvo 30.65 cm, y el A1 con 30.11 cm. En CRECOP (final) sobresale el A2 (despunte de ramas) con 47.64 cm, superando al A1 (poda de líder de rama) con 44.71 cm. En las mediciones de altura se demuestra que el despunte de ramas fue superior a la poda de líder de ramas (Figura 18).

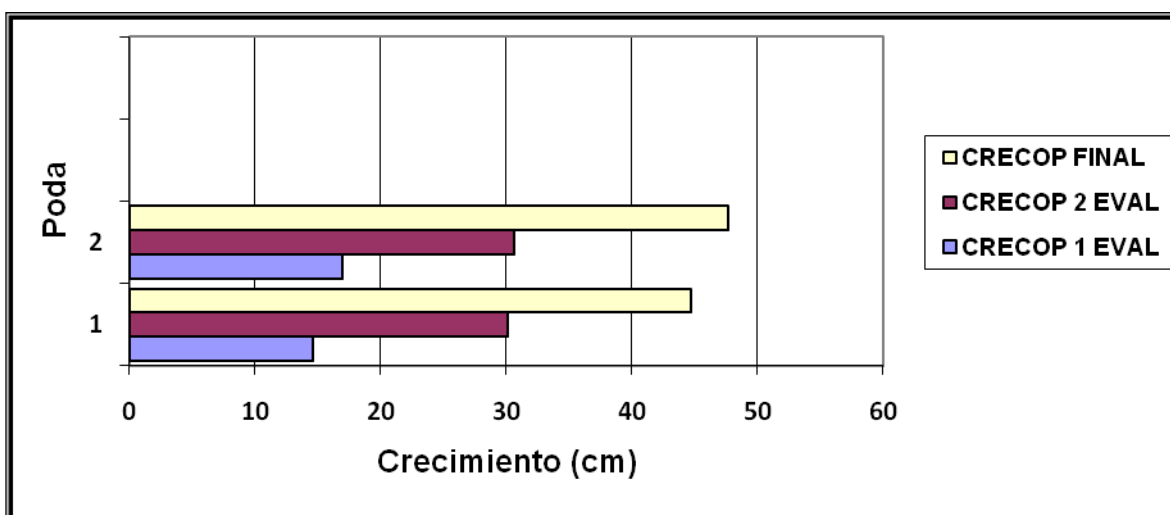


Figura 18. Medias de crecimiento en altura por tipo de poda.

4.2.4 Crecimiento en diámetro de copa

El tipo de poda que presentó mejores resultados en la variable CRECOP (primera evaluación) fue A1 (líder de ramas) con 4.68 cm, siguiéndole A2 (despunte de ramas) con 3.50 cm. Para la variable CRECOP (segunda evaluación) vuelve a sobre salir A1 (líder de rama) con 27.54; en CRECOP (final), se vuelve a repetir sobre saliendo la líder de rama con 32.23 cm. En esta variable la mejor poda es la de líder de ramas (Figura 19).

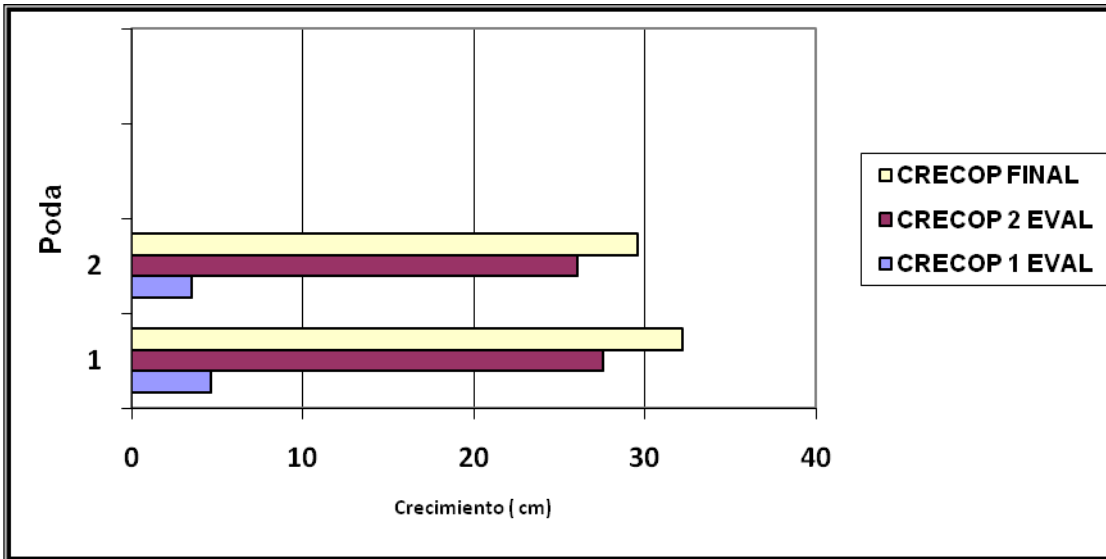


Figura 19. Medias de crecimiento en diámetro de copa por poda.

4.3 Resultados por tipo de producto (Factor B)

Según los resultados obtenidos en el análisis de varianza para los diferentes productos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo se mencionarán los crecimientos más sobresalientes de las variables evaluadas.

4.3.1 Número de brotes

El producto B3 (Biozyme PP) presentó el mayor número de brotes con 3.18, siguiéndole el B2 (Biozyme TF) con 3.14 y el menor número lo obtuvo el B5 (sin producto) con 2.37. El producto Biozyme PP desarrollo un importante número de brotes en comparación de los otros productos (Figura 20).

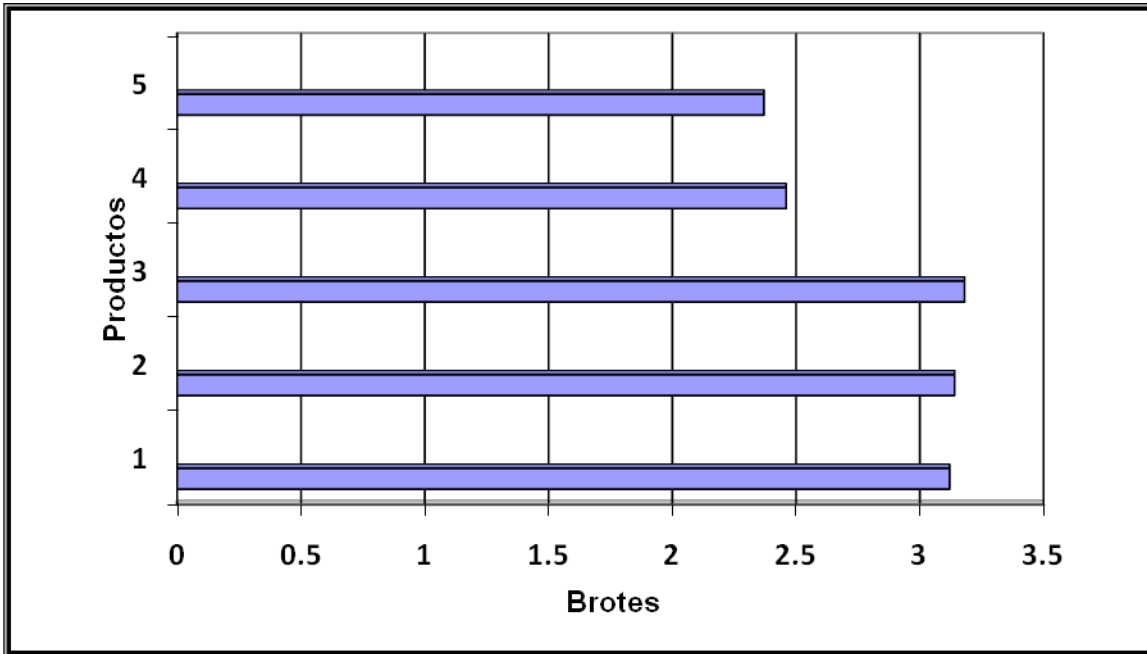


Figura 20. Medias de número de brotes por producto.

4.3.2 Longitud de brotes

En crecimiento (longitud) de brotes el producto que sobresalió fue B1 (Biogib) con 8.04 cm; le sigue B3 (Biozyme PP) con 7.13 cm; el producto que mostro menor longitud fue el B5 (sin producto) con 6.68 cm (Figura 21).

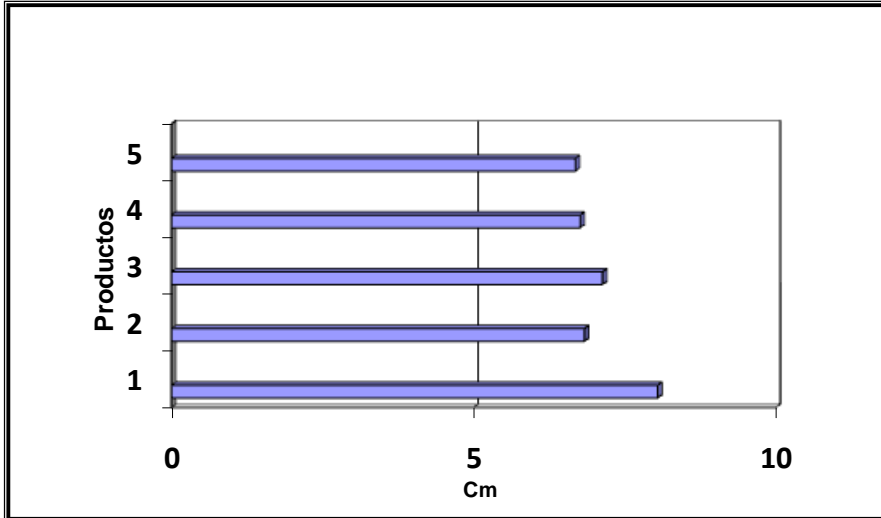


Figura 21. Medias de longitud de brotes por producto.

4.3.3 Crecimiento en altura

En cuanto a crecimiento en altura en la variable CREALT (primera evaluación) el producto que sobresalió fue B3 (Biozyme PP) con 18.77cm, seguido por el B1 (Biogib) con 16.64 cm. En la variable CREALT (segunda evaluación) el que arrojó el crecimiento mayor fue el B4 (Biozyme TS) con 35.80 cm, seguido por B5 (es sin producto) con 30.07 cm. En CREALT (total) sobre sale el producto B4 (Biozyme TS) con 51.30 y el que presentó menor crecimiento fue el B5 (sin producto) con 43.77 cm. el producto que contribuyo al crecimiento de altura fue el Biozyme TS (Figura 22).

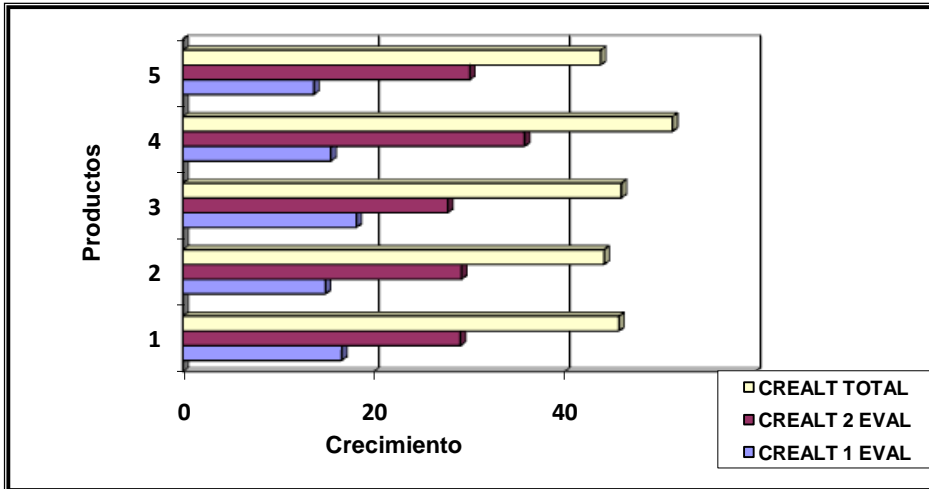


Figura 22. Media de crecimiento de altura por producto.

4.3.4 Crecimiento de diámetro de copa

El producto que contribuyó con el mayor crecimiento en CRECOP (primera evaluación) fue B2 (Biozyme TF) con 5.61 cm, le sigue el B1 (Biojib) con 4.91 cm, el que presentó menor crecimiento fue B3 (Biozyme PP) con 1.24 cm. En la variable CRECOP (segunda evaluación) se recupera el B3 (Biozyme PP) con 31.14 cm teniendo el mayor crecimiento, siguiendo el B4 (Biozyme TS) 28.85 cm; en CRECOP (final) sobre sale B4 (Biozyme TS) con 33.08 cm, el cual fue parecido al B3 (Biozyme PP) con 32.38 cm. En esta variable los productos que contribuyeron al crecimiento de diámetro de copa fueron el Biozyme PP y Biozyme TS (Figura 23).

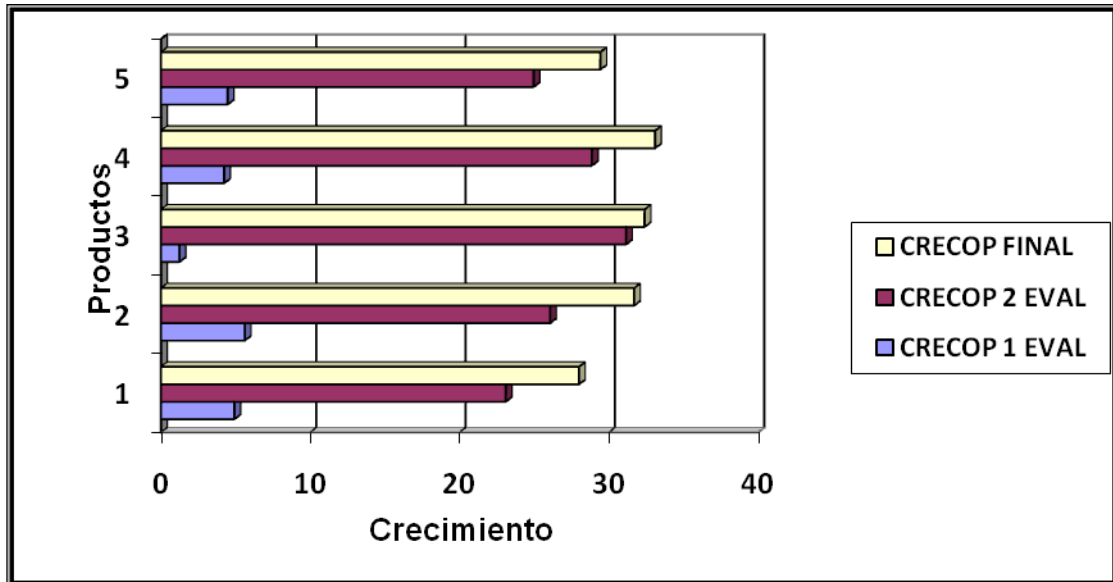


Figura 23. Medias de crecimiento de diámetro por producto.

4.4 Resultados por tratamiento (Segundo experimento)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera etapa en el análisis de varianza y a las pruebas de Tukey empleando $\alpha = 0.05$, no hubo diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables, sin embargo si hubo diferencias numéricas en las medias de cada variable (Cuadro 16).

Cuadro 16. Medias de crecimiento total (Segundo experimento).

| Tratamiento | Clave | No. De brotes | Longitud de brotes (cm) | Crecimiento en altura (cm) | Crecimiento en Ø de copa (cm) |
|-------------|-------|---------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | A1B1 | 4.92 | 10.61 | 19.77 | 5.66 |
| 2 | A1B2 | 4.74 | 10.95 | 22.66 | 13.05 |
| 3 | A1B3 | 3.96 | 9.96 | 31.44 | 14.33 |
| 4 | A1B4 | 5.29 | 9.14 | 22.77 | 1.66 |
| 5 | A2B1 | 4.11 | 9.41 | 21.55 | 12.88 |
| 6 | A2B2 | 5.25 | 5.72 | 21.77 | 4.00 |
| 7 | A2B3 | 5.14 | 8.42 | 22.88 | 9.72 |
| 8 | A2B4 | 4.11 | 8.28 | 24.44 | 3.61 |
| 9 | A1 | 5.37 | 7.35 | 23.44 | 7.88 |
| 10 | A2 | 4.77 | 9.51 | 25.66 | 6.22 |

4.4.1 Numero de brotes

En la variable número de brotes sobresalió el Tratamiento 9 que corresponde a la poda de líder de ramas sin productos, con 5.37, el cual fue similar al Tratamiento 4 (poda de líder de ramas y Biozyme TS) con un número de brotes de 5.29, mientras que el tratamiento que tuvo menor número de brotes fue 3 (poda de líder de ramas y Biozyme PP) con 3.96. En esta variable se puede decir que el mejor tratamiento fue el que tenía la poda de líder de rama y los producto Biozyme TS y biozyme TF (Figura 24).

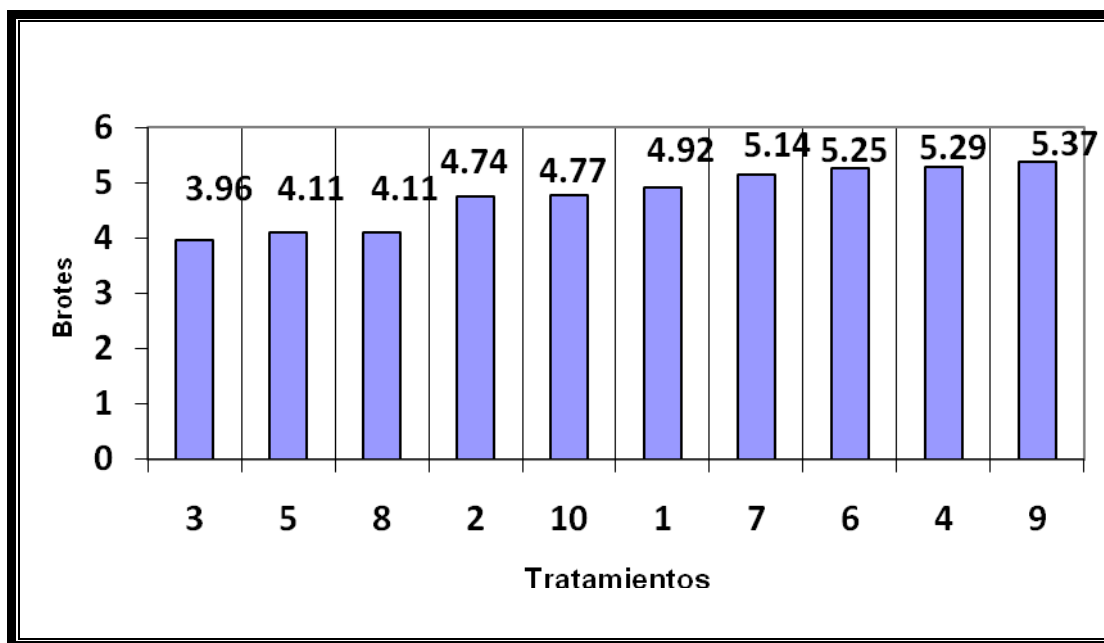


Figura 24. Medias de número de brotes por tratamiento.

4.4.2 Longitud de brotes

El tratamiento que presentó el mayor valor de longitud de brotes fue el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF) con 10.95 cm; fue seguido por el Tratamiento 1 (poda de líder de ramas y Biogib) que mostró una longitud de 10.61 cm, y el que presentó menor crecimiento de brote fue el Tratamiento 6 (despunte de ramas y Biozyme TF) con 5.72 cm. El mejor tratamiento que contribuyó en presentar el mayor valor fue para los dos experimentos la poda de líder de ramas y Biozyme TF (Figura 25).

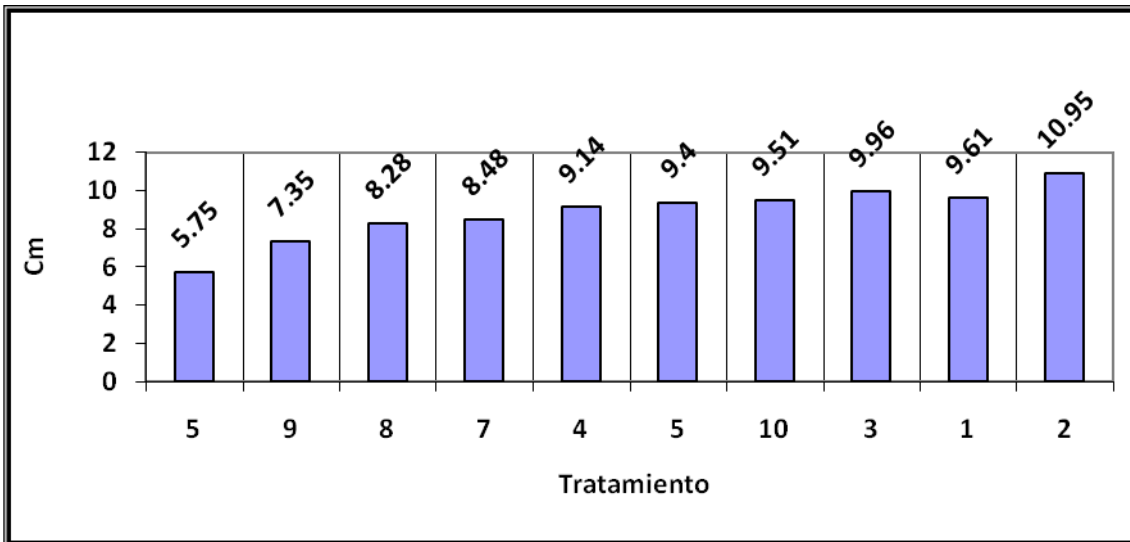


Figura 25. Medias de longitud de brotes por tratamiento.

4.4.3 Crecimiento en altura

El tratamiento que contribuyó a desarrollar el mayor crecimiento fue el Tratamiento 3 (poda de líder de ramas y Biozyme PP) con 31.44 cm, seguido por el Tratamiento 10 (despunte de rama sin producto) con 25.66 cm, y el tratamiento que presentó el crecimiento menor fue el 1 (poda de líder de ramas y Biogib) con 19.77 cm. En esta variable los resultados con la 1^{era} parte del experimento fueron diferentes; en este experimento se puede decir que el mejor producto fue el Biozyme PP y que la poda no le ayudo mucho (Figura 26).

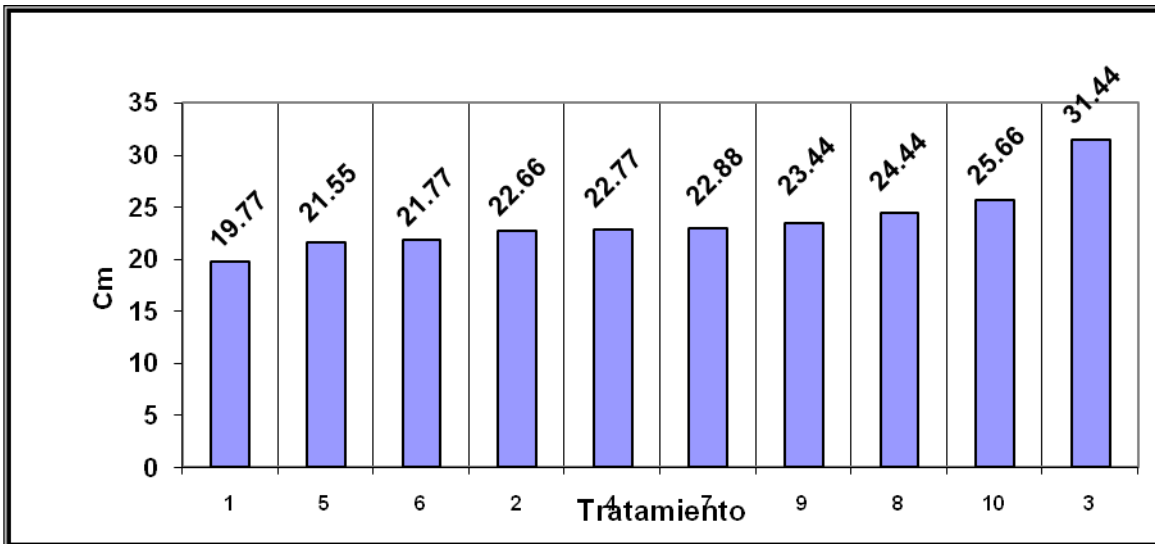


Figura 26. Medias de crecimiento en altura por tratamiento.

4.4.4 Crecimiento de diámetro de copa

El tratamiento que presentó el mayor crecimiento en diámetro de copa fue el Tratamiento 3 (poda de líder de ramas y Biozyme PP) con 14.33 cm, el cual fue parecido al Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF) con 13.05 cm, el menor crecimiento lo presentó el Tratamiento 4 (poda de líder de ramas y Biozyme TS) con 1.66 cm. Los resultados con el 1^{er} experimento fueron diferentes solo sobre sale la poda de líder de rama y los productos son diferentes (Figura 27).

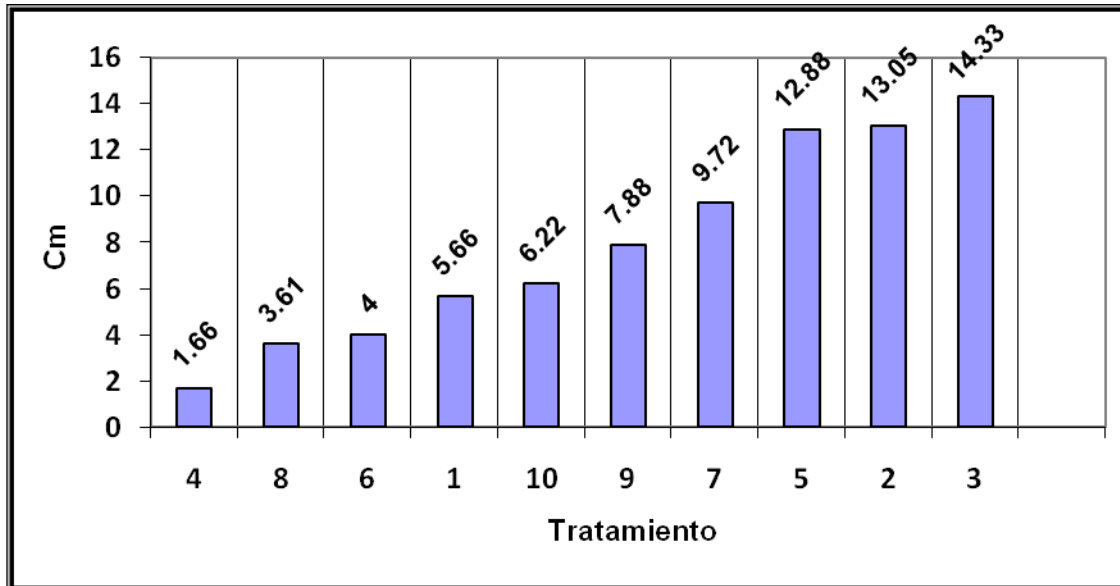


Figura 27. Medias de crecimiento en diámetro de copa por tratamiento.

4.5 Resultados por tipo de poda (Factor A)

4.5.1 Número de brotes

El tipo de poda que arrojó el mayor número de brotes fue el A1 (líder de rama) con 4.859, siguiéndole el A2 (despunte de ramas) con 4.681 (Figura 28).

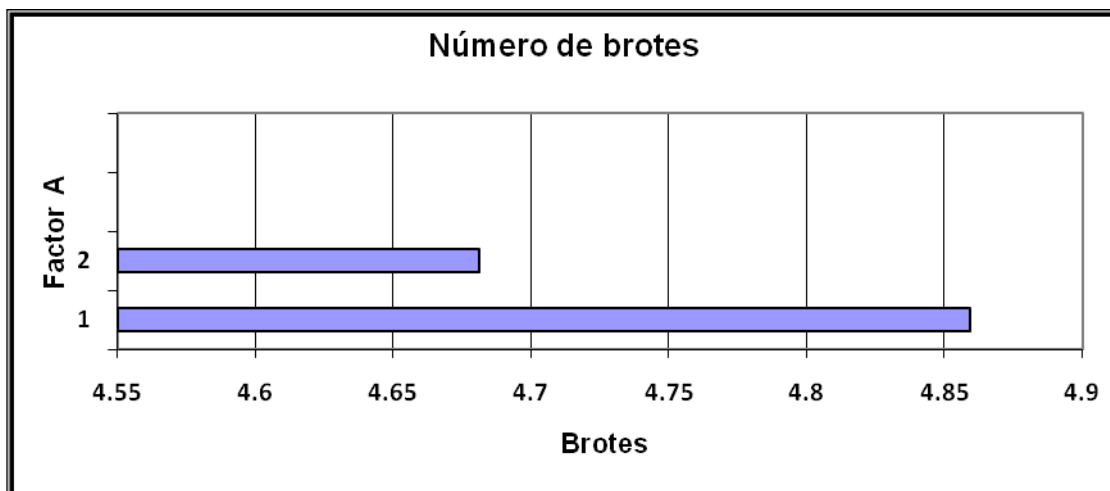


Figura 28. Medias de número de brotes por tipo de poda.

4.5.2 Longitud de brotes

El tipo de poda que presentó mayores resultados en longitud de brotes fue el A1 (poda de líder de rama) con 9.603 cm, seguido por el tipo A2 (despunte de ramas) con 8.274 cm (Figura 29).

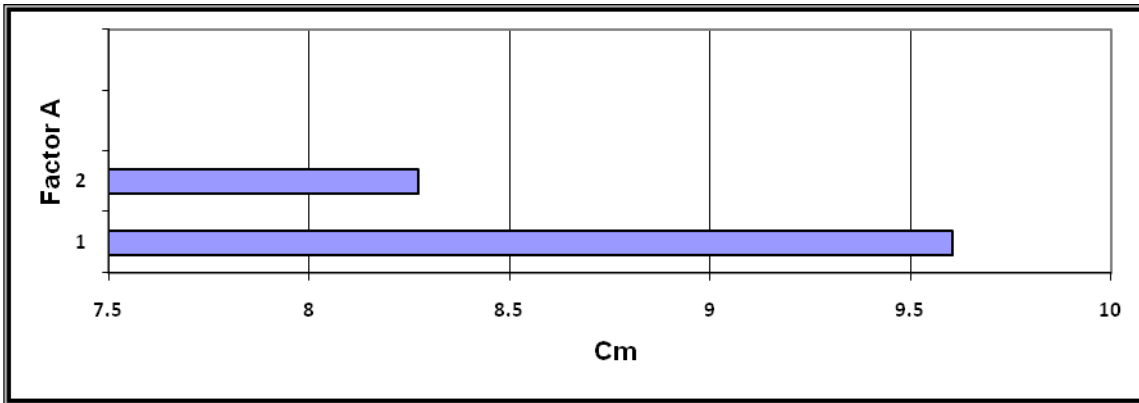


Figura 29. Medias de longitud de brotes por tipo de poda.

4.5.3 Crecimiento en altura

El tipo de poda que obtuvo el mayor crecimiento en altura fue A1 (líder de rama) con 24.022 cm, seguido por el A2 (despunte de ramas) con 23.267 cm (Figura 30).

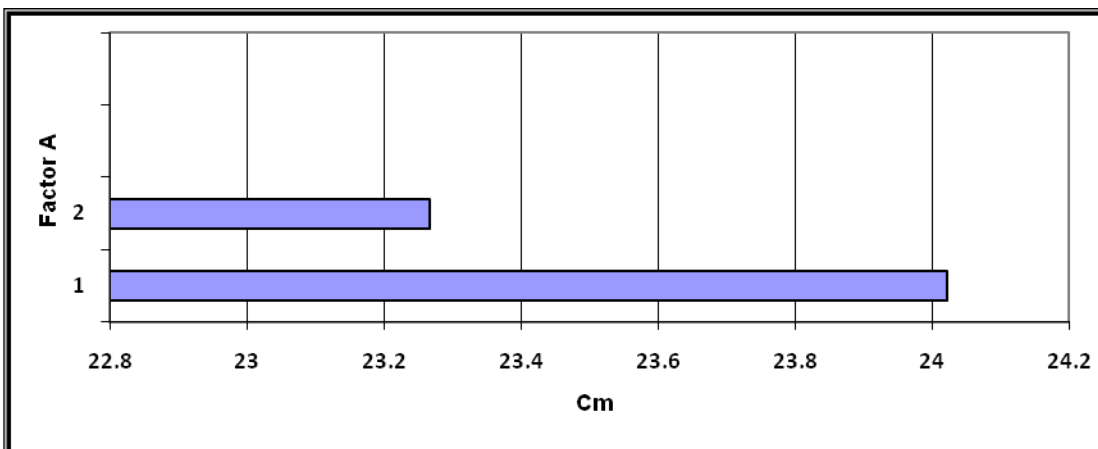


Figura 30. Medias de crecimiento en altura por tipo de poda.

4.5.4 Crecimiento en diámetro de copa

El tipo de poda que presentó mejores resultados en crecimiento en diámetro de copa fue A1 (líder de ramas) con 8.522 cm, siguiéndole A2 (despunte de ramas) con 7.289 cm (Figura 31).

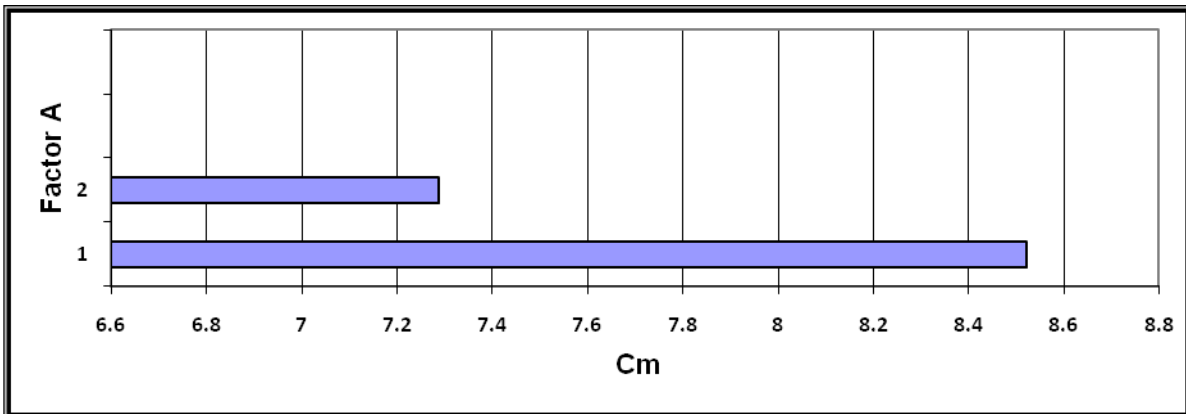


Figura 31. Medias de crecimiento en diámetro de copa por tipo de poda.

4.6 Resultados por tipo de productos (Factor B)

4.6.1 Número de brotes

El factor B5 (sin producto) presentó el mayor número de brotes con 5.07, siguiéndole el B2 (Biozyme TF) con 5.00 y el menor número lo obtuvo el B1 (Biogib) con 4.51. El factor B5 sin producto desarrollo un importante número de brotes en comparación de los otros factores que contenían producto, por lo tanto se observo que ningún producto por si mismo aumento el número de brotes (Figura 32).

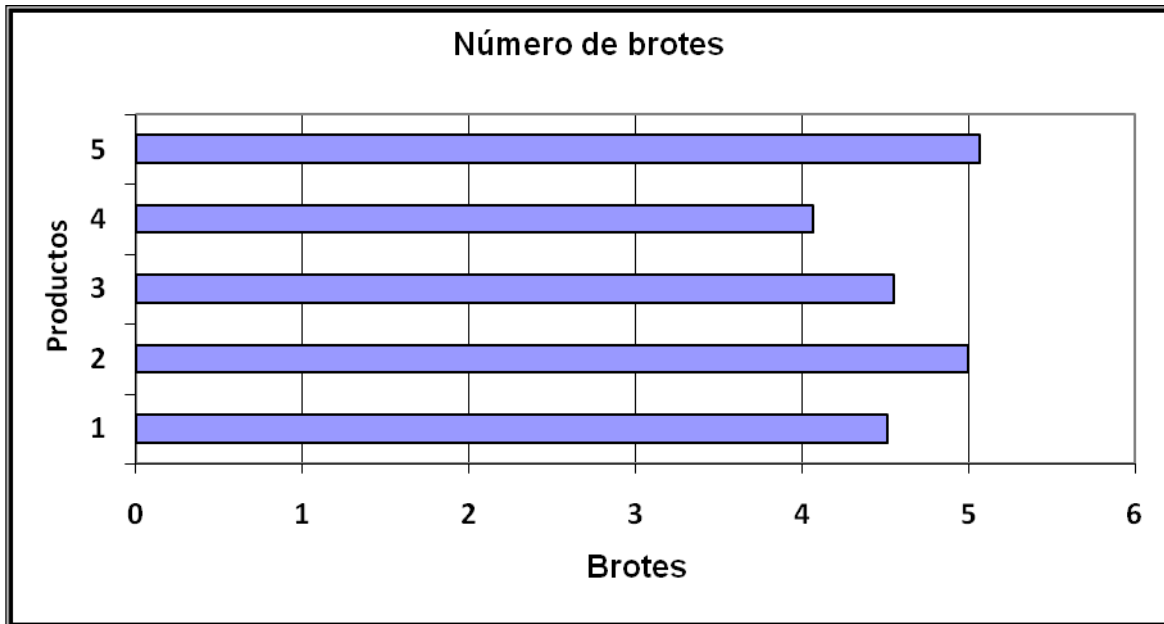


Figura 32. Media de número de brotes por producto.

4.6.2 Longitud de brotes

En crecimiento (longitud) de brotes el producto que sobresalió fue B1 (Biogib), con 10.01 cm; le sigue B3 (Biozyme PP) con 9.19 cm; el producto que mostro menor longitud fue el B2 (Biozyme TF) con 8.33 cm, comparado con 1^{er} experimento el resultado fue consistente debido a que el Biogib se comporto igual (Figura 33).

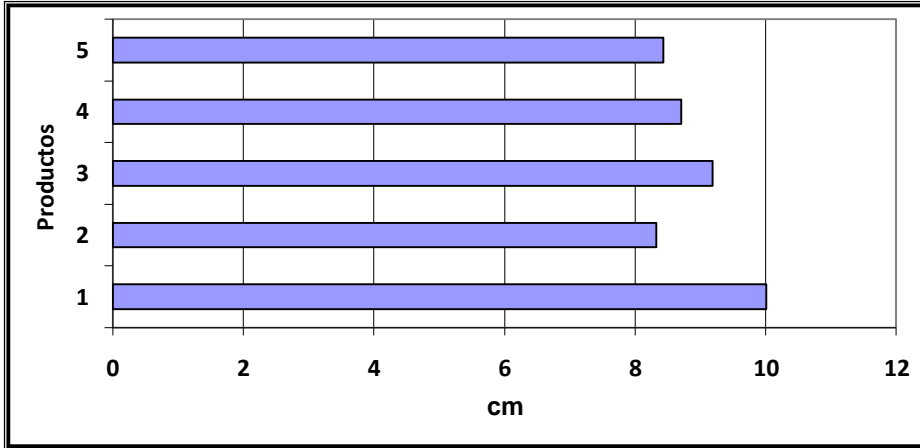


Figura 33. Medias de longitud de brotes por producto.

4.6.3 Crecimiento en altura

En cuanto a crecimiento en altura el producto que sobresalió fue B3 (Biozyme PP), con 27.16 cm, seguido por el B5 (sin producto) con 24.55 cm, el que presento menor crecimiento fue el B1 (Biogib) con 20.66 cm, se puede decir que para crecimiento en altura el mejor producto es el Biozyme PP (Figura 34).

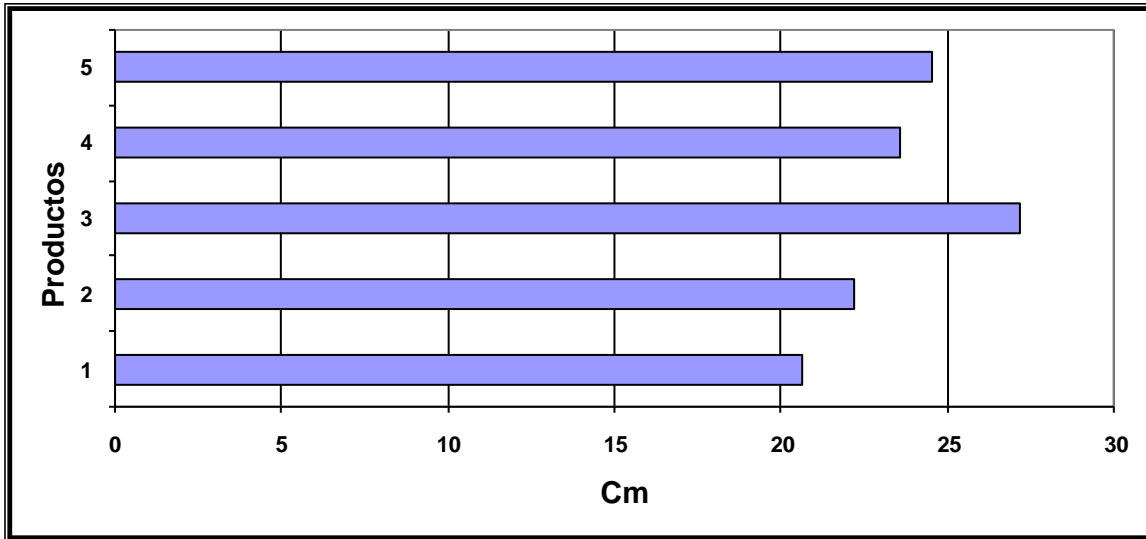


Figura 34. Medias de crecimiento en altura por producto.

4.6.4 Crecimiento en diámetro de copa

El producto que contribuyó con el mayor crecimiento en diámetro de copa fue B3 (Biozyme PP) con 12.02 cm; le sigue el B1 (Biogib) con 9.27 cm, mientras que el de menor crecimiento fue el B4 (Biozyme TS) con 2.63 cm (Figura 35).

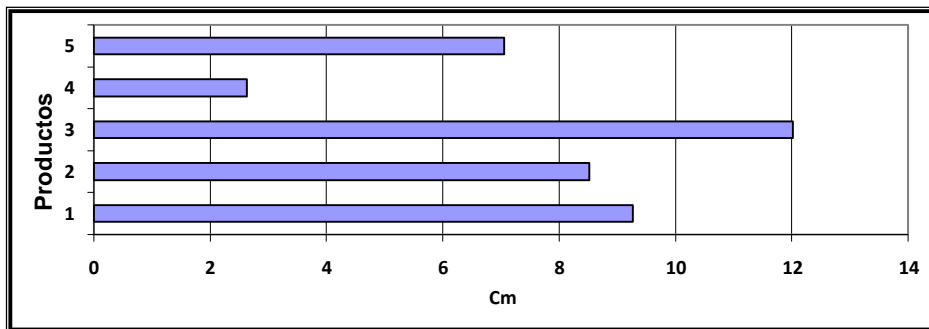


Figura 35. Medias de crecimiento en diámetro de copa por producto.

V. CONCLUSIÓN

De acuerdo al análisis estadístico que se realizó en el presente trabajo, se concluye lo siguiente.

No hubo diferencias estadísticas significativas por tratamiento en cuanto a número de brotes, longitud de brotes, crecimiento en altura y diámetro de copa, pero es importante resaltar los sobresalientes. En el primer experimento para longitud de brotes sobresale el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF); en número de brotes sobresalió el Tratamiento 6; y para el diámetro de copa sobresalió el Tratamiento 7 (despunte ramas y Biozyme TF) y en altura el Tratamiento 5 (despunte de rama y Biogib). En esta evaluación el mejor producto fue el Biozyme TF.

En cuanto al segundo experimento, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, sin embargo en número de brotes el mejor tratamiento es el 9 (poda de líder sin producto), en longitud de brotes el mejor fue el Tratamiento 2 (poda de líder de ramas y Biozyme TF), en altura y diámetro de copa sobresale el Tratamiento 3 poda de líder de rama y Biozyme PP.

Se concluye que para longitud de brotes se recomienda la poda de líder de rama y Biozyme TF, debido a que es el mismo tratamiento que sobresale en los dos experimentos que se realizaron solo que en diferentes dosis. Este tratamiento es el único que coincide en la misma variable.

VI. RECOMENDACIONES

Del estudio de los resultados el trabajo realizado se llega a las siguientes recomendaciones:

Seguir con la investigación a fin de comprobar que después de un año o más de la aplicación de productos y podas, pudiera tenerse una respuesta mejor de la especie *Pinus greggii*, a las variables evaluadas.

Aplicar el producto y podas de acuerdo a la fenología de crecimiento vegetativo de la especie, con el propósito de eficientar el producto.

VII. LITERATURA CITADA

- Azcon-Bieto J., y M. Talón. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda edición. McGRAW-HILL de España, S.A.U. 651 p.
- Beauliev, R. 1973. Reguladores de crecimiento. Oikos- Tau, S.A. Ediciones. Barcelona, España. 245 p.
- Calvillo R., J. F. 2001. Determinación del volumen óptimo de riego en una plantación comercial de árboles de navidad en Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 69 p.
- Capó A., M. A. 2001. Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. Primera Edición, Ed. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 200 p.
- C.E.T.E.N.A.L.1975. Carta Edafológica. G14C43. (Saltillo) Esc. 1:50, 000. México.
- C.E.T.E.N.AL.1977. Carta Edafológica. G14C34. (Saltillo) Esc. 1:50, 000. México.
- Chapa B., M.C. 1973. Ensayo de Selección e introducción de especies forestales para la producción de "árboles de navidad" en México.
- Chávez G., G. 2010. Evaluación de la mortalidad de *Pinus greggii*, Engelm. en las plantaciones del C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 52 p.
- CONAFOR. (2009) Producción y Productividad; Plantaciones Forestales Comerciales. México. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=145.

- Cortes H., A., 2005. Evaluación de una plantación de arboles de navidad de *Pinus halepensis* Miller y *Pinus pinceana* Gordon, tratada con fertilizantes y podas, en Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 59 p.
- Cortes P., A. S. 2010. Crecimiento inicial en una plantación de árboles de navidad tratada con 7 fertilizantes en Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 45 p.
- Curiel A., M. 2005. Descripción de 11 poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii* en el sureste de Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67 p.
- Díaz D.,J. 2010. Efecto del tipo de planta y la preparación del sitio en la sobrevivencia y crecimiento de *Pinus pinceana* Gordon en sitios difíciles. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 55 p.
- Díaz D.,V.A. 2010. Efecto de un complejo hormonal y micronutrientes sobre el rendimiento y calidad de fruto en "naranja valencia" *citrus sinensis*. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 53 p.
- García P., F. y Martínez L., J. B. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid. 195 p.
- González B.,C.1991. Efecto de Biozyme TS, PP y TF en el rendimiento de granos y sus componentes en el cultivo de Triticale (X *Triticosecale Wittmack*) bajo suelos calcáreos en la región de Navidad, N.L. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 68 p.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (I.N.E.G.I).2000. Carta de vegetación G14C33 (Saltillo). Escala 1:50 000. México.
- Jarillo E.,M, 2004. Balance hídrico en una plantación de tres especies de Pinus para producción de árboles de navidad en Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 89 p.
- Hernández R., J. y Nicolás R.,M.C. 2009. Caracterización de plantaciones de árboles de navidad de *Pinus ayacahuite var veitchii Shaw* establecidas en San Miguel y Santo Tomas Ajusco, D.F. Tesis Licenciatura. Chapingo, México.158 p.
- Magaña G.,E. 1996. Evolución del mercado de los arboles de Navidad en periodo 1980- 195. Tesis de licenciatura. Chapingo, México. 66 p.
- Martínez M. 1948. Los pinos mexicanos. Segunda edición. Ediciones Botas. México. 361 p.
- McCullough D., G. y Koelling R., M. 1996. Manejo Integrado de Plagas en Producción de Árboles de navidad. Universidad de Minnesota. USA. ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/McCulloughSp.htm
- Mendoza M., J. 2004.Evaluación de una plantación de dos especies de pinus para arboles de navidad, bajo el régimen de fertilización en Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 63 p.
- Monárrez G., J.C. 2000. Guía para el establecimiento, manejo y comercialización de plantaciones especializadas de árboles de navidad. Tesis licenciatura. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 94p.

- Muñoz G., L. 2010. Efecto del AG4/7 y anillado en la inducción de estructuras reproductivas y crecimiento del brote en árboles juveniles de *Pseudotsuga menziesii*. Tesis. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Montecillos, Texcoco, México.
- Nájera C., J. A. 2006. Programa de manejo de plantación forestal comercial simplificado. Reg. For. Nal. Secc. 4^a, Libro 1^o; Vol.1, a fojas 142, Núm. 493.
- Pérez L.,H. 1990. Efecto de los biostimulantes Biozyme T.S y Biozyme P.P. sobre la emergencia y principios de desarrollo en maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y trigo (*Triticum aestivum*) . Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 104 p.
- Prieto R., J., A., y E. Merlín B. 2002. Producción de árboles de navidad en regiones semiáridas del norte de México. INIFAP. Folleto técnico número 17. Durango, México. 26 p.
- Prieto R., J Vera C. G. y Merlín B 1999. Factores que influyen en la localidad de brinzales y criterios para su conservación en el vivero. INIFAP, SAGAR. Durango, Dgo. México. Folleto técnico No 12. 33 p.
- Reyes Z., J.A.1987.Produccion y calidad de zanahorias (*Daucus carota* Var. Nantes) con aplicación de cuatro fitorreguladores en ocho tratamientos. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 83 p.
- Rodríguez S., F. 1999. Fertilizantes. Nutrición vegetal. Cuarta reimpresión. Ed. AGT. México. 157 p.
- Rodríguez T., D. A 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Aedos, S.A.

- Rojas G., M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Ed. McGRAW-HILL de México, S.A. DE C.V. 242 p.
- Salazar R., y C. Soihet 2001. Manejo de Semillas de 75 especies forestales de América Latina.
- Secretaria de Programación y Presupuesto (S.P.P.). 1987. Síntesis Geográfica del Estado de Coahuila. México, D.F. 165 p.
- SEMARNAP. 1999. La producción de árboles de navidad en México. Subsecretaria de Recursos Naturales. Dirección natural forestal. Documento de información al público 10 pp.
- Torres C., G. y Rojas R., F. 2008. Árboles de navidad: un cultivo forestal a muy corto plazo (Segunda parte). Kurú: Revista Forestal (Costa Rica).
- Tzanahua S., J. 2006. Fertilización de tres plantaciones de arboles de navidad de *Pinus cembroides* Zucc. en el noroeste de México. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 47 p.
- Vázquez V., V. y M. H. Pérez B. 2006. Dosis y épocas de aplicación de ácido giberélico en la floración y cosecha del mango 'ataulfo'. Revista Fitotecnia Mexicana. 29 (003): 197-202.
- Vite V., R. 1993. Efecto del Biozyme T.F en la producción del cultivo del ajo (*Allium sativum*) en la región de derramadero, Coahuila. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 51 p.
- Weaver R., J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Primera Edición. Ed. Trillas. México. 622 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza y prueba de Tukey para evaluar las medidas del número de brotes por tratamiento. (Primer experimento)

Variable dependiente: Número de brotes.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------|--------|
| Modelo | 9 | 5.50 | 0.61 | 1.14 | 0.3828 |
| Error | 20 | 10.75 | 0.54 | | |
| Total corregido | 29 | 16.25 | | | |
| R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| 0.34 | 25.65 | 0.73 | 2.86 | | |

Prueba de Tukey para número de brotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------------|---|-------|------------------|
| 6 | 3 | 3.41 | A |
| 5 | 3 | 3.30 | A |
| 7 | 3 | 3.20 | A |
| 3 | 3 | 3.17 | A |
| 1 | 3 | 2.95 | A |
| 2 | 3 | 2.89 | A |
| 4 | 3 | 2.75 | A |
| 10 | 3 | 2.67 | A |
| 8 | 3 | 2.19 | A |
| 9 | 3 | 2.07 | A |

Variable dependiente: Longitud de brotes.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------|--------|
| Modelo | 9 | 71.14 | 7.91 | 1.50 | 0.2162 |
| Error | 20 | 105.68 | 5.28 | | |
| Total corregido | 29 | 176.82 | | | |
| R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| 0.40 | 32.40 | 2.30 | 7.09 | | |

Prueba de Tukey para longitud de brotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------------|---|-------|------------------|
| 2 | 3 | 9.45 | A |
| 5 | 3 | 8.89 | A |
| 9 | 3 | 8.09 | A |
| 3 | 3 | 8.08 | A |
| 1 | 3 | 7.11 | A |
| 4 | 3 | 6.83 | A |
| 8 | 3 | 6.69 | A |
| 7 | 3 | 6.18 | A |
| 10 | 3 | 5.27 | A |
| 6 | 3 | 4.22 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura (Primera evaluación).

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | de Cuadrados medios | F | Pr>F |
|---------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------|-------|
| CREALT 1 EVAL. | Modelo | 9 | 260.17 | 28.90 | 0.45 | 0.883 |
| | Error | 20 | 1274.13 | 63.70 | | |
| | Total corregido | 29 | 1534.30 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| | 0.17 | 50.54 | 7.98 | 15.79 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (Primera evaluación).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------------|---|-------|------------------|
| 5 | 3 | 21.81 | A |
| 3 | 3 | 18.39 | A |
| 7 | 3 | 17.95 | A |
| 8 | 3 | 17.25 | A |
| 2 | 3 | 16.23 | A |
| 10 | 3 | 14.26 | A |
| 4 | 3 | 13.74 | A |
| 6 | 3 | 13.64 | A |
| 9 | 3 | 13.14 | A |
| 1 | 3 | 11.48 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura (segunda evaluación).

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------------|
| CREALT 2 EVAL. | Modelo | 9 | 315.80 | 35.08 | 0.69 | 0.7073 |
| | Error | 20 | 1012.30 | 50.61 | | |
| | Total corregido | 29 | 1328.10 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| | 0.23 | 23.41 | 7.11 | 30.38 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (segunda evaluación).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| 8 | 3 | 36.02 | A |
| 4 | 3 | 35.58 | A |
| 5 | 3 | 31.93 | A |
| 9 | 3 | 31.32 | A |
| 2 | 3 | 30.72 | A |
| 10 | 3 | 28.82 | A |
| 7 | 3 | 28.80 | A |
| 6 | 3 | 27.68 | A |
| 3 | 3 | 26.72 | A |
| 1 | 3 | 26.21 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura final.

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|---------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------|--------|
| CRECOP FINAL | Modelo | 9 | 682.74 | 75.85 | 0.44 | 0.8978 |
| | Error | 20 | 3458.66 | 172.93 | | |
| | Total corregido | 29 | 4141.40 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| | 0.16 | 28.47 | 13.15 | 46.17 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura final.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------------|---|-------|------------------|
| 5 | 3 | 53.74 | A |
| 8 | 3 | 53.28 | A |
| 4 | 3 | 49.33 | A |
| 2 | 3 | 46.96 | A |
| 7 | 3 | 46.76 | A |
| 3 | 3 | 45.12 | A |
| 9 | 3 | 44.47 | A |
| 10 | 3 | 43.09 | A |
| 6 | 3 | 41.33 | A |
| 1 | 3 | 37.69 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en diámetro de copa

| | Fuente de variación | de Grados libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|--------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------|--------|
| CRECOP 1 EVAL | Modelo | 9 | 167.84 | 18.64 | 0.82 | 0.6037 |
| | Error | 20 | 453.97 | 22.69 | | |
| | Total corregido | 29 | 621.81 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| | 0.26 | 116.33 | 4.76 | 4.09 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en diámetro copa (primera evaluación).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------------|---|-------|------------------|
| 2 | 3 | 8.47 | A |
| 5 | 3 | 7.07 | A |
| 9 | 3 | 6.26 | A |
| 8 | 3 | 4.51 | A |
| 4 | 3 | 3.95 | A |
| 6 | 3 | 2.76 | A |
| 1 | 3 | 2.75 | A |
| 10 | 3 | 2.67 | A |
| 3 | 3 | 1.98 | A |
| 7 | 3 | 0.50 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en diámetro de copa (segunda evaluación).

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|--------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------|--------|
| CRECOP 2 EVAL | Modelo | 9 | 295.58 | 32.84 | 0.55 | 0.8212 |
| | Error | 20 | 1195.22 | 59.76 | | |
| | Total corregido | 29 | 1490.80 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| | 0.19 | 28.82 | 7.73 | 26.82 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en diámetro de copa (segunda evaluación).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------------|---|-------|------------------|
| 7 | 3 | 32.33 | A |
| 3 | 3 | 29.96 | A |
| 4 | 3 | 29.80 | A |
| 8 | 3 | 27.90 | A |
| 2 | 3 | 27.41 | A |
| 9 | 3 | 25.45 | A |
| 1 | 3 | 25.09 | A |
| 6 | 3 | 24.72 | A |
| 10 | 3 | 24.45 | A |
| 5 | 3 | 21.07 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en diámetro de copa (final).

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|---------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------------|
| CRECOP FINAL | Modelo | 9 | 250.73 | 27.85 | 0.58 | 0.7955 |
| | Error | 20 | 955.43 | 47.77 | | |
| | Total corregido | 29 | 1206.16 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| | 0.20 | 22.35 | 6.91 | 30.91 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en diámetro de copa (final).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| 2 | 3 | 35.88 | A |
| 4 | 3 | 33.75 | A |
| 7 | 3 | 32.83 | A |
| 8 | 3 | 32.41 | A |
| 3 | 3 | 31.94 | A |
| 9 | 3 | 31.72 | A |
| 5 | 3 | 28.15 | A |
| 1 | 3 | 27.84 | A |
| 6 | 3 | 27.48 | A |
| 10 | 3 | 27.12 | A |

Apéndice 2. Análisis de varianza y prueba de Tukey para evaluar las medias de crecimiento por factor.

Variable dependiente: Número de brotes.

| Fuente de variación | Grados libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|---------------------|-----------------|--------------|----------------|------|-------|
| Poda | 1 | 0.26 | 0.26 | 0.50 | 0.48 |
| Producto | 4 | 3.92 | 0.98 | 1.83 | 0.16 |
| Poda*prod | 4 | 1.31 | 0.32 | 0.61 | 0.65 |

Prueba de Tukey para número de brotes (Factor A)

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|--------|------------------|
| 2 | 15 | 2.9519 | A |
| 1 | 15 | 2.7630 | A |

Prueba de Tukey para número de brotes (Factor B)

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 3 | 6 | 3.18 | A |
| 2 | 6 | 3.14 | A |
| 1 | 6 | 3.12 | A |
| 4 | 6 | 2.46 | A |
| 5 | 6 | 2.37 | A |

Variable dependiente: Longitud de brotes.

| Fuente de variación | Grados libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|---------------------|-----------------|--------------|----------------|------|-------|
| Poda | 1 | 20.24 | 20.24 | 3.83 | 0.06 |
| Producto | 4 | 7.49 | 1.87 | 0.35 | 0.83 |
| Poda*prod | 4 | 43.40 | 10.85 | 2.05 | 0.12 |

Prueba de Tukey para longitud de brotes (Factor A).

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 1 | 15 | 7.91 | A |
| 2 | 15 | 6.27 | A |

Prueba de Tukey para longitud de brotes (Factor B)

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 1 | 6 | 8.04 | A |
| 3 | 6 | 7.13 | A |
| 2 | 6 | 6.83 | A |
| 4 | 6 | 6.76 | A |
| 5 | 6 | 6.68 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura (primera evaluación)

| CREALT 1 EVAL | Fuente de variación | Grados de libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr > F |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|--------|
| | Poda | 1 | 42.72 | 42.72 | 0.67 | 0.42 |
| | Producto | 4 | 69.45 | 17.36 | 0.27 | 0.89 |
| | Poda*prod | 1 | 147.99 | 36.99 | 0.58 | 0.68 |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (Factor A). Primera evaluación

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 2 | 15 | 16.98 | A |
| 1 | 15 | 14.60 | A |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (Factor B). Primera evaluación

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 3 | 6 | 18.17 | A |
| 1 | 6 | 16.64 | A |
| 4 | 6 | 15.50 | A |
| 2 | 6 | 14.93 | A |
| 5 | 6 | 13.70 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura (segunda evaluación)

| CREALT 2 EVAL | Fuente de variación | Grados de libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|-------|
| | Poda | 1 | 2.17 | 2.17 | 0.04 | 0.83 |
| | Producto | 4 | 236.78 | 59.19 | 1.17 | 0.35 |
| | Poda*prod | 4 | 76.83 | 19.20 | 0.38 | 0.82 |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (Factor A). Segunda evaluación

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 2 | 15 | 30.65 | A |
| 1 | 15 | 30.11 | A |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (Factor B). Segunda evaluación

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 4 | 6 | 35.80 | A |
| 5 | 6 | 30.07 | A |
| 2 | 6 | 29.20 | A |
| 1 | 6 | 29.07 | A |
| 3 | 6 | 27.76 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura (final)

| | Fuente de variación | de Grados libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|--------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|-------|
| CREALT FINAL | Poda | 1 | 64.19 | 64.19 | 0.37 | 0.54 |
| | Producto | 4 | 218.73 | 54.68 | 0.32 | 0.86 |
| | Poda*prod | 4 | 399.81 | 99.95 | 0.58 | 0.68 |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura final (Factor A).

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 2 | 15 | 47.64 | A |
| 1 | 15 | 44.71 | A |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura final (Factor B).

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 4 | 6 | 51.30 | A |
| 3 | 6 | 45.93 | A |
| 1 | 6 | 45.71 | A |
| 2 | 6 | 44.14 | A |
| 5 | 6 | 43.77 | A |

Variable dependiente: Crecimiento de copa.

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr > F |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|--------|
| CRECOP 1 EVAL | Poda | 1 | 10.45 | 10.45 | 0.46 | 0.50 |
| | Producto | 4 | 67.73 | 16.93 | 0.75 | 0.57 |
| | Poda*prod | 1 | 89.64 | 22.41 | 0.99 | 0.43 |
| | | | | | | |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa (Factor A)

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 1 | 15 | 4.68 | A |
| 2 | 15 | 3.50 | A |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa (Factor B).

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 2 | 6 | 5.61 | A |
| 1 | 6 | 4.91 | A |
| 5 | 6 | 4.46 | A |
| 4 | 6 | 4.23 | A |
| 3 | 6 | 1.24 | A |

Variable dependiente: Crecimiento de copa (Segunda evaluación).

| CRECOP 2 EVAL | Fuente de variación | Grados de libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|-------|
| | Poda | 1 | 15.72 | 15.72 | 0.26 | 0.61 |
| | Producto | 4 | 245.21 | 61.30 | 1.03 | 0.41 |
| | Poda*prod | 1 | 34.64 | 8.66 | 0.14 | 0.96 |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa (Factor A)

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 1 | 15 | 27.54 | A |
| 2 | 15 | 26.09 | A |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa (Factor B).

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 3 | 6 | 31.14 | A |
| 4 | 6 | 28.85 | A |
| 2 | 6 | 26.06 | A |
| 5 | 6 | 24.95 | A |
| 1 | 6 | 23.08 | A |

Variable dependiente: Crecimiento de copa (Final).

| | Fuente de variación | Grados de libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr > F |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|--------|
| CRECOP FINAL | Poda | 1 | 51.81 | 51.81 | 1.08 | 0.31 |
| | Producto | 4 | 109.28 | 22.41 | 0.47 | 0.75 |
| | Poda*prod | 1 | 89.64 | 22.41 | 0.47 | 0.75 |
| | | | | | | |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa (Factor A).

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 1 | 15 | 32.23 | A |
| 2 | 15 | 29.60 | A |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa (Factor B).

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 4 | 6 | 33.08 | A |
| 3 | 6 | 32.38 | A |
| 2 | 6 | 31.68 | A |
| 5 | 6 | 29.42 | A |
| 1 | 6 | 27.99 | A |

Apéndice 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey para evaluar las medidas del número de brotes por tratamiento.

Variable dependiente: Número de brotes.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------------|
| Modelo | 9 | 7.69 | 0.85 | 0.40 | 0.920 |
| Error | 20 | 42.72 | 2.13 | | |
| Total corregido | 29 | 50.41 | | | |
| R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| 0.152 | 30.63 | 1.46 | 4.77 | | |

Prueba de Tukey para número de brotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| 9 | 3 | 5.37 | A |
| 4 | 3 | 5.29 | A |
| 6 | 3 | 5.25 | A |
| 7 | 3 | 5.14 | A |
| 1 | 3 | 4.92 | A |
| 10 | 3 | 4.77 | A |
| 2 | 3 | 4.74 | A |
| 5 | 3 | 4.11 | A |
| 8 | 3 | 4.11 | A |
| 3 | 3 | 3.96 | A |

Variable dependiente: Longitud de brotes.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------------|
| Modelo | 9 | 66.17 | 7.35 | 0.90 | 0.5414 |
| Error | 20 | 162.94 | 8.14 | | |
| Total corregido | 29 | 229.11 | | | |
| R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| 0.28 | 31.93 | 2.85 | 8.93 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento de longitud de brotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| 2 | 3 | 10.95 | A |
| 1 | 3 | 10.61 | A |
| 3 | 3 | 9.96 | A |
| 10 | 3 | 9.51 | A |
| 5 | 3 | 9.41 | A |
| 4 | 3 | 9.14 | A |
| 7 | 3 | 8.42 | A |
| 8 | 3 | 8.28 | A |
| 9 | 3 | 7.35 | A |
| 6 | 3 | 5.72 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura.

| | Fuente de variación | de | Grados de libertad | Suma de cuadrados | de Cuadrados medios | F | Pr>F |
|---------------|----------------------------|--------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|----------|----------------|
| Altura | Modelo | | 9 | 272.06 | 30.22 | 0.39 | 0.9281 |
| | Error | | 20 | 1566.59 | 78.32 | | |
| | Total corregido | | 29 | 1828.65 | | | |
| | R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | | |
| | 0.147 | 37.43 | 8.85 | 23.64 | | | |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| 3 | 3 | 31.44 | A |
| 10 | 3 | 25.66 | A |
| 8 | 3 | 24.44 | A |
| 9 | 3 | 23.44 | A |
| 7 | 3 | 22.88 | A |
| 4 | 3 | 22.77 | A |
| 2 | 3 | 22.66 | A |
| 6 | 3 | 21.77 | A |
| 5 | 3 | 21.55 | A |
| 1 | 3 | 19.77 | A |

Variable dependiente: Crecimiento de copa.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr>F |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------------|
| Modelo | 9 | 529.31 | 58.81 | 1.78 | 0.1361 |
| Error | 20 | 661.72 | 33.08 | | |
| Total corregido | 29 | 1191.037 | | | |
| R- cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de tratamientos | | |
| 0.44 | 72.75 | 5.75 | 7.90 | | |

Prueba de Tukey para crecimiento de copa.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación Tukey |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| 3 | 3 | 14.33 | A |
| 2 | 3 | 13.05 | A |
| 5 | 3 | 12.88 | A |
| 7 | 3 | 9.72 | A |
| 9 | 3 | 7.88 | A |
| 10 | 3 | 6.22 | A |
| 1 | 3 | 5.66 | A |
| 6 | 3 | 4.00 | A |
| 8 | 3 | 3.61 | A |
| 4 | 3 | 1.66 | A |

Apéndice 4. Análisis de varianza y prueba de Tukey para evaluar las medidas del número de brotes por factor.

Variable dependiente: Número de brotes.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|---------------------|--------------------|--------------|----------------|------|-------|
| Poda | 1 | 0.23 | 0.23 | 0.11 | 0.74 |
| Producto | 4 | 1.55 | 0.38 | 0.18 | 0.94 |
| Poda*prod | 4 | 5.90 | 0.47 | 0.69 | 0.60 |

Prueba de Tukey para número de brotes (Factor A)

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|--------|------------------|
| 1 | 15 | 4.8593 | A |
| 2 | 15 | 4.6815 | A |

Prueba de Tukey para número de brotes (Factor B)

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 5 | 6 | 5.07 | A |
| 2 | 6 | 5.00 | A |
| 4 | 6 | 4.07 | A |
| 3 | 6 | 4.55 | A |
| 1 | 6 | 4.51 | A |

Variable dependiente: Longitud de brotes.

| Fuente de variación | Grados libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr > F |
|---------------------|-----------------|--------------|----------------|------|--------|
| Poda | 1 | 13.25 | 13.25 | 1.63 | 0.21 |
| Producto | 4 | 11.33 | 2.83 | 0.35 | 0.84 |
| Poda*prod | 4 | 41.57 | 10.39 | 1.28 | 0.31 |

Prueba de Tukey para longitud de brotes (Factor A)

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|-------|------------------|
| 1 | 15 | 9.603 | A |
| 2 | 15 | 8.274 | A |

Prueba de Tukey para longitud de brotes (Factor B)

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 1 | 6 | 10.01 | A |
| 3 | 6 | 9.19 | A |
| 4 | 6 | 8.71 | A |
| 5 | 6 | 8.43 | A |
| 2 | 6 | 8.33 | A |

Variable dependiente: Crecimiento en altura.

| Fuente de variación | Grados libertad | Error Tipo I | Cuadrado medio | F | Pr> F |
|---------------------|-----------------|--------------|----------------|------|-------|
| Poda | 1 | 4.28 | 4.28 | 0.05 | 0.18 |
| Producto | 4 | 144.76 | 36.19 | 0.46 | 0.76 |
| Poda*prod | 4 | 123.01 | 30.75 | 0.39 | 0.81 |

Prueba de Tukey para crecimiento en altura (Factor A)

| Podas | N | Media | Agrupación Tukey |
|-------|----|--------|------------------|
| 1 | 15 | 24.022 | A |
| 2 | 15 | 23.267 | A |

Prueba Tukey para crecimiento en altura (Factor B)

| Producto | N | Media | Agrupación Tukey |
|----------|---|-------|------------------|
| 3 | 6 | 27.16 | A |
| 5 | 6 | 24.55 | A |
| 4 | 6 | 23.61 | A |
| 2 | 6 | 22.22 | A |
| 1 | 6 | 20.66 | A |