

**“EFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS  
DE ALISO (*Alnus acuminata*) Y PINO (*Pinus patula*), CANTÓN RIOBAMBA,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**JUAN CARLOS LUDEÑA VELÁSQUEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE INGENIERO FORESTAL**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Riobamba – Ecuador**

**2012**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **“EFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE ALISO (*Alnus acuminata*) Y PINO (*Pinus patula*), CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, de responsabilidad del señor egresado Juan Carlos Ludeña Velásquez, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

### TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Sonia Rosero H.

**DIRECTORA**

---

Ing. Wilson Yáñez G.

**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Riobamba - 2012**

## **AGRADECIMIENTO**

Sin lugar a duda al ser supremo más importante que es Dios por la vida que me ha otorgado y por ser tan benevolente conmigo en todos los caminos que me ha deparado.

A mis padres Carlos Ludeña y Gladys Velásquez (+) por haber tomado la decisión más sabia apoyarme en la educación a Nidian Ludeña mi tía por haber sido el timonel en los momentos más difíciles lo cual ha generado romper barreras que en la vida se me han presentado.

A la Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, institución magna que fue la responsable en permitirme una formación científica y humana, los cuales han sido verdaderos soportes para el desarrollo en mi profesión.

Mis más nobles y sinceros agradecimientos a los Ingenieros Sonia Rosero H. y Wilson Yáñez G., Director y Miembro de Tesis por su oportuna y calificada colaboración en el desarrollo de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a mi señora esposa Vanesa, a mis Hijos: Estefany, Paolo y Heidi quienes han sido la motivación necesaria para desarrollar y alcanzar los objetivos que nos hemos propuesto

A mi Abuelita Angelita que muy dignamente tiene merecido un espacio por el amor y sabios consejos que me dicto y a mi familia por estar siempre junto a mí, en mis aciertos y desaciertos.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINAS</b>
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE GRÁFICOS	iv
	LISTA DE ANEXOS	vi
I	TÍTULO	1
II	INTRODUCCIÓN	1
III	REVISIÓN DE LITERATURA	3
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	30
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
VI	CONCLUSIONES	63
VII	RECOMENDACIONES	64
VIII	RESUMEN	65
IX	SUMARY	66
X	BIBLIOGRAFÍA	67
XI	ANEXOS	69



## LISTA DE CUADROS

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.	Tratamientos en estudio	33
2.	Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA)	34
3.	Cuadrados medios para el número de plantas de aliso repicadas, vivas, muertas y porcentaje de prendimiento bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y preenfriamiento.	37
4.	Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de plantas del aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos.	38
5.	Cuadrados medios para la altura de aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.	39
6.	Prueba de Tukey al 5% para la altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 15 días.	40
7.	Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 30 días	41
8.	Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 45 días.	42
9.	Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 60 días.	43
10.	Prueba de Tukey General al 5% para las alturas del aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico en interacción con los días de preenfriamiento.	44
11.	Cuadrados medios para el número de hojas de aliso 15,30,45 y 60 días bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación	45

12.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de aliso a los 15 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	46
13.	Análisis de varianza en cuadrados medios para el número de plantas de pino repicadas, vivas, muertas y porcentaje de prendimiento bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y preenfriamiento	47
14.	Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de plantas de pino bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	48
15.	Análisis de varianza en cuadrados medios para la altura de pino a los 15, 30, 45 y 60 días, bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación	49
16.	Prueba de Tukey al 5% para la altura del pino a los 15 días bajo el efecto de AG3 en interacción con los días de preenfriamiento	50
17.	Prueba de Tukey al 5% altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	51
18.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.	51
19.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	52
20.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento	53
21.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	54
22.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de días de preenfriamiento.	54
23.	Análisis de varianza para el número de hojas de pino a los 15, 30, 45 y 60 días, bajo el efecto de dosis de ácido giberélico y preenfriamiento	55
24.	Prueba de Tukey en número de hojas de pino a los 15 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.	56
25.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	57
26.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico	57
27.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico	58



<b>28.</b>	Análisis económico de aliso bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.	60
<b>29.</b>	Análisis de dominancia del cultivo de aliso	60
<b>30.</b>	Tasa de retorno marginal del cultivo de Aliso	61
<b>31.</b>	Análisis económico del pino bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación	61
<b>32.</b>	Análisis de dominancia del cultivo de pino	62
<b>33.</b>	Tasa de retorno marginal del cultivo de pino	62

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.	Porcentaje de prendimiento de plantas para el contraste 1 de aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos	38
2.	Porcentaje de prendimiento de plantas para el contraste 6 de aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos	38
3.	Prueba de Tukey al 5% para la altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 15 días.	40
4.	Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 30 días.	41
5.	Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 45 días.	42
6.	Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 60 días.	43
7.	Prueba de Tukey General al 5% para las alturas del aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico en interacción con los días de preenfriamiento.	44
8.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de aliso a los 15 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico	46
9.	Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de plantas de pino bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico	48
10.	Prueba de Tukey al 5% para la altura de plantas de pino producidas bajo el efecto de diferentes niveles de AG3 en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 15 días.	50
11.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	51

12.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.	52
13.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	52
14.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.	53
15.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico	54
16.	Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de días de preenfriamiento	55
17.	Prueba de Tukey al 5% en número de hojas de pino a los 15 días bajo el efecto los días de preenfriamiento.	56
18.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	57
19.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	58
20.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.	59

## LISTA DE ANEXOS

### **No. Descripción**

1. Gastos producidos en el Aliso
2. Gastos producidos en el Pino
3. Colocación de semillas en cajas petric
4. Siembra de semillas en bandejas de 100 alveolos
5. Colocación bandejas dentro del invernadero
6. Germinación de semillas en bandejas
7. Llenado de fundas
8. Plantas de aliso recién repicadas bajo invernadero
9. Crecimiento de plantas en bandejas
10. Crecimiento de plantas de aliso bajo invernadero
11. Toma de datos de campo en el aliso
12. Toma de datos de campo en el pino
13. Cuadrado medio para el prendimiento de Aliso
14. Cuadrado medio para la altura de aliso a los 15 días
15. Cuadrado medio para la altura de aliso a los 30 días
16. Cuadrado medio para la altura de aliso a los 45 días
17. Cuadrado medio para la altura de aliso a los 60 días
18. Cuadrado medio para el número de hojas de aliso a los 15 días
19. Cuadrado medio para el número de hojas de aliso a los 30 días
20. Cuadrado medio para el número de hojas de aliso a los 45 días
21. Cuadrado medio para el número de hojas de aliso a los 60 días
22. Cuadrado medio para el prendimiento de pino

23. Cuadrado medio para la altura de pino a los 15 días
24. Cuadrado medio para la altura de pino a los 30 días
25. Cuadrado medio para la altura de pino a los 45 días
26. Cuadrado medio para la altura de pino a los 60 días
27. Cuadrado medio para el número de hojas de pino a los 15 días
28. Cuadrado medio para el número de hojas de pino a los 30 días
29. Cuadrado medio para el número de hojas de pino a los 45 días
30. Cuadrado medio para el número de hojas de pino a los 60 días



# **I. EFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE ALISO (*Alnus acuminata*) Y PINO (*Pinus patula*), CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

## **II. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, ya no solo las empresas afines a lo forestal o los gobiernos tanto locales como provinciales están en la capacidad de ejecutar el levantamiento de unidades de producción como viveros forestales; sino que el mismo hecho de que la demanda de plantas sea cada vez mayor, se requiere una mayor capacidad en lo investigativo para generar una respuesta rápida y eficaz y de ahí que una excelente solución lo constituyen los tratamientos pregerminativos, para acelerar la germinación de semillas de especies tanto exóticas como nativas a sabiendas que en el boom globalizado que vivimos lo que se pretende es optimizar tiempo y espacio, con comitante a que la economía moderna es bien proactiva.

Algo natural en las semillas es el reposo o latencia la cual es una característica que presentan muchas especies de origen tropical como templado. Esta latencia impide la germinación de la semilla por un periodo de tiempo después de la cosecha aunque las condiciones de luz, temperatura, oxígeno y humedad sean las adecuadas para que ocurra. Algunas de las causas de este reposo son: impermeabilidad al agua y al oxígeno, cubierta dura, presencia de inhibidores e inmadurez del embrión. Evolutivamente, esta característica es importante para asegurar la dispersión tanto en el espacio como en el tiempo.

Con la aplicación de tratamientos pregerminativos se acelera el proceso de germinación en las semillas y se producen plántulas en menor tiempo, en la búsqueda de opciones para su producción, se ha recurrido a usar los reguladores de crecimiento (ácido giberélico GA3) y preenfriamiento para estimular la germinación de ciertas especies de semillas que están en dormancia, aumentan la velocidad de germinación y activa el crecimiento de las plántulas.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

Es una necesidad investigar para conocer el comportamiento fisiológico que presentan los dos tipos de semillas tanto pino como aliso; frente a dos tratamientos pregerminativos, como lo son el ácido giberélico y preenfriamiento, todo esto para romper la latencia y así ver el más adecuado para la germinación en vivero y por otro lado para que el flujo económico de inversión tenga un corto retorno. Además pretendemos con esta investigación de que sea un aporte al desarrollo académico y para que en futuras ocasiones sean aplicables a nivel de vivero.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos Tratamientos Pregerminativos en la semilla de Aliso (*Alnus acuminata*) y Pino (*Pinus patula*), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

### **2. Objetivos específicos**

- a.** Evaluar la influencia del ácido giberélico en la ruptura de la latencia en las semillas de aliso y pino.
- b.** Valorar la influencia del preenfriamiento en la ruptura de la latencia en las semillas de aliso y pino.
- c.** Realizar el Análisis económico de los tratamientos pregerminativos



### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. MORFOLOGÍA, ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA SEMILLA**

El ciclo vital de las plantas abarca en su fase de reproducción sexual la formación de estructuras que contienen un pequeño embrión. Este embrión se origina del crecimiento, por división celular de la ovocélula, la cual es fertilizada por el núcleo espermático del polen. El embrión, envuelto en el tegumento derivado del óvulo, es la unidad de dispersión, conservación y reproducción de la especie lo que se denomina semilla. (Villes, 1972)

##### **1. Morfología de la semilla**

Los elementos básicos de la estructura de una semilla son: tegumentos, embrión y tejido de reserva, los cuales constituyen el esporofito joven parcialmente desarrollado. En las semillas de algunas plantas el tejido nuclear persiste y puede originar el perispermo. Luego de la fertilización del óvulo, crecen los llamados arilos que se desarrollan sobre la superficie de las semillas de ciertas plantas. Cuando el crecimiento ocurre sobre el funículo se originan los llamados estrofiolos y cuando ocurre alrededor del micrópilo se llaman carúnculas (Rícinus). Los arilos son formas de adaptación que facilitan la dispersión de las semillas. (Córdoba, 1976)

##### **a. Partes de la semilla**

###### **1) Epispermo**

El epispermo es una cubierta seminal; en algunas semillas está constituido por dos partes: la testa o cubierta seminal externa, que puede ser considerada pétreo, coriáceas, membranosa o carnosa.

En la testa se puede reconocer: el hilo o cicatriz que señala el punto de intersección de la semilla al funículo, por donde el agua penetra con facilidad; el micrópilo u orificio por el cual penetra el tubo polínico al rudimento seminal; el rafe, sutura que se origina del contacto estrecho del rudimento seminal anátropo con el funículo. Las excrescencias

de la testa son: el arilo que se origina en el hilo y la curúncula, estructura de consistencia esponjosa y de origen micropilar. (Esau, 1972)

## 2) **Endopleura**

La Endopleura es la cubierta seminal interna, es delgada y generalmente blanquecina. Los tegumentos, testas o cubiertas protectoras delimitan la semilla. Están constituidos por una o varias hileras de células originadas de integumentos ovulares y a veces por pericarpio que se origina a partir de las paredes del ovario. (Bewley y Black, 1982)

Hay grandes diferencias histológicas en la estructura de la testa de las diferentes plantas. El tipo más simple se encuentra en las semillas de la Orchideaceae, donde la cubierta consiste de una sola capa de células alargadas, las cuales se originan del intergumento externo.

Las funciones de la cubierta externa de las semillas son:

- Mantener unidas las partes internas de la semilla.
- Proteger las partes internas contra el choque y la abrasión.
- Servir como barrera contra la entrada de microorganismos a la semilla.
- Regular la velocidad de rehidratación de la semilla.
- Normalizar el intercambio gaseoso.
- Inhibir la germinación, causando dormancia.

En resumen, las funciones son de protección, regulación y de limitación. (Bewley y Black, 1982)

## 3) **Eje Embrionario**

El embrión o eje embrionario tiene función reproductiva, siendo capaz de iniciar divisiones celulares y crecer. Es la parte vital de la semilla. Es un eje porque inicia el crecimiento en dos direcciones con el fin de originar la raíz y el vástago. El eje embrionario es generalmente pequeño, en comparación con otras partes de la semilla. El embrión es la planta en miniatura.

Está constituido por radícula, plúmula, uno o dos cotiledones, hipocórito y epicótilo. (Esau, K. 1972)

#### **4) Tejido de reserva**

A partir del tejido de reserva se obtiene las sustancias orgánicas que son fuente de energía para la elaboración de nuevas paredes celulares, citoplasma y núcleos, desde que se inicia la germinación hasta que la planta se torna autotrófica, es decir es capaz de sintetizar materia orgánica mediante el proceso de fotosíntesis. ([http:// forestal.ula.ve](http://forestal.ula.ve))

Las reservas de la semilla pueden localizarse en los cotiledones, en el endospermo o en el perispermo. Los cotiledones se originan del cigoto y hacen parte del embrión. En muchas especies el embrión se desarrolla absorbiendo todo el endospermo y acumulando sustancias de reserva en los cotiledones; en estos casos, los cotiledones se presentan voluminosos y las semillas se llaman exalbuminosas.

El núcleo del endosperma primario se forma por la fusión de un espermatozoide con dos núcleos polares o con un núcleo secundario y se inicia un proceso continuo de divisiones que culmina con la formación del endospermo. En muchas especies, en los primeros estados de desarrollo del endospermo se forman numerosos núcleos libres y posteriormente se originan las paredes. En otras, las divisiones nucleares son seguidas inmediatamente por divisiones celulares completas. (Villes, 1972)

El endospermo nutre al embrión durante su desarrollo y puede ser completamente absorbido. Las semillas maduras que poseen endospermo se llaman albuminosas

Las principales sustancias de reserva almacenadas son carbohidratos, lípidos y proteínas. Cuando el almidón es la principal sustancia de reserva, las semillas se llaman amiláceas, cuando almacenan lípidos se denominan oleaginosas y cuando las reservas son proteínas las semillas son proteicas. Las principales proteínas de reserva están en el gluten y en los granos de aleurona. Los granos de aleurona están compuestos por una masa amorfa de proteínas, algunos encierran cristaloides y cuerpos esféricos. (Villes, 1972)

**b. Desarrollo de la Semilla**

La maduración de la semilla comprende una serie de transformaciones morfológicas, fisiológicas y funcionales que suceden en el óvulo fertilizado y culminan en el punto en que la semilla alcanza el máximo peso de materia seca; en este punto la semilla obtiene también su máximo poder germinativo o máximo vigor, siendo por esto denominado punto de madurez fisiológica. . ([http:// forestal.ula.ve](http://forestal.ula.ve))

La humedad del óvulo por efecto de la fertilización es de cerca del 80%, luego de la fertilización la humedad aumenta por algunos días para decrecer progresivamente a medida que la semilla se desarrolla, hasta entrar en equilibrio con el ambiente entre un 14 y un 20% de humedad. . (<http:// forestal.ula.ve>)

El tamaño de la semilla aumenta gradualmente desde la fertilización hasta un máximo cuando la humedad relativa es alta. Luego de alcanzado el máximo tamaño, las semillas disminuyen en talla por la pérdida de humedad. A medida que la semilla se desarrolla, aumenta su peso tanto de la materia fresca como seca hasta un máximo, luego ambos sufren una declinación, siendo más acentuada la primera. (<http:// forestal.ula.ve>)

**c. Modificaciones en el Poder Germinativo**

El poder germinativo es la capacidad del embrión para poder reiniciar el crecimiento y dar origen a una plántula, cuando las condiciones ambientales son favorables. Algunas semillas adquieren el poder germinativo pocos días después de la fertilización. El período que va desde la germinación hasta la adquisición del poder germinativo varía con la especie. (<http:// forestal.ula.ve>)

**d. Germinación**

Según (<http:// forestal.ula.ve>) la germinación es el reinicio del crecimiento del embrión, paralizado durante las fases finales de la maduración. Los procesos fisiológicos de crecimiento exigen actividades metabólicas aceleradas y la fase inicial de la germinación consiste primariamente en la activación de los procesos por aumentos en humedad y actividad respiratoria de la semilla.

El embrión envuelto por la cubierta protectora constituida por varias capas de tejidos vivos y muertos posee reservas alimenticias suficientes para atender el aumento en la actividad metabólica. ([http:// forestal.ula.ve](http://forestal.ula.ve))

Desde el punto de vista puramente fisiológico la germinación comprende cuatro fases:

- Imbibición de agua
- Elongación celular
- División celular
- Diferenciación de células y tejidos

Según ([http:// forestal.ula.ve](http://forestal.ula.ve)) desde el punto de vista fisio-bioquímica se consideran las siguientes fases del proceso germinativo:

- Rehidratación
- Aumento de respiración
- Formación de enzimas
- Digestión enzimática de reservas
- Movilización y transporte de reservas
- Asimilación metabólica
- Crecimiento y diferenciación de tejidos

Para que la germinación ocurra, determinadas condiciones deben satisfacerse, a saber:

- La semilla debe ser viable.
- Las condiciones ambientales para la semilla deben ser favorables: (agua, temperatura, oxígeno y luz).

- Las condiciones de la semilla deben ser favorables para la germinación (libre de dormancia).
- Las condiciones de sanidad deben ser satisfactorias (ausencia de agentes patógenos). ([http:// forestal.ula.ve](http://forestal.ula.ve))

## **B. DORMANCIA**

Las semillas de la mayoría de las especies germinan tan pronto están dadas las condiciones favorables; pero si las semillas no germinan se dice que son dormantes. Aparentemente la dormancia evolucionó como un mecanismo de supervivencia de las especies a determinadas condiciones climáticas, ya que en las regiones de clima templado el invierno sería una amenaza para la sobrevivencia de las especies ([www.pnuma.org](http://www.pnuma.org))

### **1. Causas de la Dormancia**

Según el origen de la dormancia las semillas pueden ser incluidas en alguna de las siguientes categorías:

- Embrión inmaduro o rudimentario: es decir el embrión no está completamente desarrollado cuando la semilla se desprende de la planta. Si estas semillas se colocan a germinar bajo condiciones favorables, la germinación se retarda hasta que el embrión sufra las modificaciones anatómicas y fisiológicas que le permitan completar su diferenciación y crecimiento. (<http://scielo.cl>)
- Impermeabilidad al agua: las semillas pueden poseer un tegumento que impide la absorción de agua y la ruptura de la testa, e iniciar la germinación.
- Impermeabilidad al oxígeno: se da cuando las estructuras como el pericarpio o tegumento impiden el intercambio gaseoso. Esta dormancia es común en gramíneas.
- Restricciones mecánicas: el tegumento o cubierta protectora puede presentar resistencia mecánica capaz de impedir el crecimiento del embrión. Esta dormancia puede ser superada removiendo o perforando la cubierta protectora de la semilla.

- Embrión dormante: se caracteriza porque la causa de la dormancia está en el embrión. Estas semillas presentan exigencias especiales en cuanto a luz o temperatura, para superar la dormancia causada por inhibidores químicos.

- Combinación de causas: la presencia de una causa de dormancia no elimina la posibilidad de que otras causas estén presentes. Las semillas necesitan de una combinación de tratamientos para superar la condición de dormancia. (<http://scielo.cl>)

Según Hartman y Kester (1988) el término dormancia o letargo tiene una amplia aplicación en fisiología vegetal para indicar la falta de crecimiento de cualquier parte de planta debida a factores inducidos externa o internamente. Una semilla latente es aquella que no llega a germinar aún cuando ha absorbido agua y está expuesta a niveles favorables de temperatura y de oxígeno

### **C. MÉTODOS PARA SUPERAR LA DORMANCIA**

El método a seguir depende del tipo de dormancia y las técnicas más empleadas son:

- Escarificación mecánica: que consiste en pasar las semillas por superficies abrasivas, con el fin de causar daño en la testa pero sin tocar el embrión.

- Tratamiento con agua caliente: consiste en sumergir las semillas en agua caliente por 5 segundos.

- Escarificación ácida: se sumergen las semillas en Acido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) por un tiempo determinado, luego se lavan con agua corriente y se dejan secar.

- Lavado en agua corriente: algunas sustancias inhibidoras son solubles en agua y pueden ser removidas por el simple lavado de las semillas.

- Secado previo: las semillas recién cosechadas pueden perder la dormancia si se secan por algunas semanas en una cámara a 40°C.

- Preenfriamiento: algunas semillas pierden la dormancia sometiéndolas a bajas temperaturas. Barnett y Leadem (1988) señalan que al parecer el tipo más común de tratamiento para romper la dormancia de semillas en árboles forestales, especialmente

en coníferas, puede ser superado usando diversos períodos de pregerminación en frío (estratificación en frío) generalmente 2° y 4°C (Asociación internacional de pruebas de semillas 1976) o usando una combinación de tratamientos para superar otros factores que causan dormancia. Indicaron que la estratificación puede obstaculizar los inhibidores químicos promoviendo el desarrollo de los estimuladores de la germinación o puede superar algunas barreras mecánicas de la germinación.

Un factor importante asociado a los tratamientos de pregerminación en frío, es la longitud del tiempo necesaria para romper dormancia. Diversas especies forestales tienen diferentes requerimientos. Por ejemplo Gosling (1988) encontró que tres semanas de preenfriar en húmedo substancialmente ampliando el rango de temperaturas sobre el índice de la germinación de la semilla de pino, fue aumentando significativamente con tratamientos de pre-enfriamiento de 3 a 8 semanas.

- Estratificación: este tratamiento se emplea con el fin de inducir procesos fisiológicos en el embrión, necesarios para la germinación. (<http://scielo.cl>)
- Imbibición en nitrato de potasio: algunas semillas superan la dormancia con este tratamiento de actividad aparentemente metabólica. (<http://scielo.cl>)
- Exposición a la luz: las semillas pueden requerir de un determinado tratamiento de luz para poder germinar. (<http://scielo.cl>)

### **1. La estratificación en frío como medio de romper la latencia**

La estratificación en frío no sólo supera la latencia, sino que se reduce la sensibilidad de las semillas durmientes y no durmientes a sus necesidades óptimas de luz y temperatura, lo que deriva en un incremento de la tasa de germinación y de la uniformidad. Si se efectúa correctamente, la estratificación en frío no produce daños en las semillas no durmientes que están intactas y que no han resultado deterioradas por un envejecimiento fisiológico. (Bonner y otros 1974). Recientemente se ha empezado a utilizar el término “estratificación” de una manera más amplia la cual comprende todas las formas de tratamiento con frío húmedo con independencia de que las semillas se coloquen o no en capas. (Bonner y otros 1974).



La estratificación y el enfriamiento previo en húmedo para que arrojen buenos resultados deben cumplirse tres requisitos principales: una fuente renovable de humedad para las semillas, temperatura baja y ventilación suficiente. Sólo las semillas embebidas se beneficiarán plenamente del tratamiento con frío húmedo, mientras que la buena ventilación es necesaria para suministrar oxígeno a la respiración y disipar el calor y el CO<sub>2</sub>. La temperatura baja no sólo favorece los cambios bioquímicos que se producen en la semilla, sino que también reduce la actividad de los microorganismos y el riesgo de recalentamiento y germinación prematura en las semillas que han postmadurado (Bonner y otros 1974).

El comienzo de la estratificación debe programarse en relación con la fecha prevista de la siembra y con el período de estratificación óptimo que se atribuye a la especie. Deben sembrarse cuando la mayoría están empezando a abrirse y son ya visibles las puntas de las radículas, pero antes del alargamiento de éstas. El retraso en la siembra produce radículas rotas o dañadas; cuando se dispone de cámara fría, la estratificación puede llevarse a cabo dentro de un laboratorio, donde la humedad y la temperatura pueden controlarse mejor. Suele recomendarse una temperatura de entre +1° y +5°C. Con la finalidad de mantener la viabilidad de las semillas evitando así la menor pérdida de energía en la semilla, dependiendo el tipo de semilla y la edad de los padres de donde haya venido la mencionada semilla va a tener la duración en la cámara fría. En los pinos meridionales y latifoliadas suelen ponerse a remojar las semillas durante la noche en agua a temperatura ambiente. Los recipientes deben estar tapados no herméticamente para evitar que las semillas y el medio se sequen de manera desigual es preciso inspeccionar periódicamente las semillas para evitar los calentamientos, la falta de ventilación y la desecación excesiva y para detectar las primeras fases de la germinación una vez retiradas de la estratificación, las semillas deben sembrarse sin demora.(Bonner y otros 1974, Gordon y Rowe 1982).

## **2. Otros métodos de enfriamiento previo en húmedo**

En muchas especies pueden obtenerse resultados parecidos a los de la estratificación en capas almacenando las semillas húmedas en bolsas de polietileno. Al igual que en la estratificación, antes del enfriamiento las semillas deben remojar en agua, a razón

de varias partes de agua por una de semilla; para muchas especies latifoliadas de la zona templada se recomienda 48 horas de remojo de 3 a 5°C (Gordon y Rowe 1982).

Transcurrido este tiempo se quita el agua y se someten las semillas húmedas al enfriamiento previo de 3 a 5°C, durante el período adecuado según la especie. Este enfriamiento previo puede ser “directo”, es decir, sin la intervención de medio alguno, o por el contrario pueden mezclarse las semillas con arena húmeda, turba húmeda o una mezcla de ambas, a razón de 2 a 4 partes de ese medio por una de semilla. Las bolsas de polietileno de 100 micras de grosor son los recipientes adecuados, pues impiden el paso de la humedad pero son algo permeables al oxígeno. Las bolsas deben atarse sin demasiada fuerza y abrirse todas las semanas para remover las semillas y, en caso necesario, humedecerlas de nuevo. El olor a alcohol al abrir una bolsa indica que en su interior se está produciendo respiración anaeróbica debido a falta de oxígeno; en tal caso la bolsa debe abrirse con más frecuencia para remover su contenido (Bonner y otros 1974).

El enfriamiento directo tiene la ventaja de que es más fácil comprobar el estado de las semillas durante toda la operación y no es necesario separar la semilla del medio una vez terminado el tratamiento. En cambio, hay datos que indican que en algunas especies la germinación se ve favorecida por la utilización de un medio. Estos mismos autores ofrecen instrucciones pormenorizadas para el tratamiento previo de gran número de especies latifoliadas de la zona templada; como norma general el “enfriamiento directo” es conveniente para las especies en las que son suficientes unas cuantas semanas de tratamiento, mientras que se recomienda el uso de un medio para las que necesitan un período de enfriamiento más largo

La duración del preenfriamiento varía considerablemente entre unas especies y otras, y también en cierta medida entre distintos lotes de una misma especie. En el caso de *Abies* ha dado buenos resultados un período de 3 semanas a 3–5 ° C (Aldhous 1972). Esta misma temperatura y esta misma duración son eficaces en la mayoría de los eucaliptos de la zona templada fría, aunque algunas procedencias de *Eucalyptus spp.* necesitan entre 4 y 8 semanas para germinar de manera rápida y uniforme. En el caso

de especies forestales coníferas un enfriamiento previo directo a 3–5 ° C durante 6 semanas y un secado superficial antes de la siembra dieron como resultado una germinación alta (por lo general superior al 80% en 28 días) en condiciones de vivero no obstante, y como se describe en este escrito, otra posibilidad fiable, y más sencilla, consiste en tratar las semillas con ácido giberélico. (Rowe y Gordon 1981).

### **3. Las Giberelinas**

Los reguladores del crecimiento de las plantas SONo compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Para su estudio se agrupan en cuatro grupos: Auxinas, Giberelinas, Citocininas e Inhibidores. Las de las plantas son reguladores producidos por las mismas plantas que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos, el término hormona se aplica sólo cuando se refiere a los productos naturales de las plantas, el término regulador no se limita a los compuestos sintéticos sino que pueden también incluir hormonas, dicho término puede aplicarse a cualquier material que pueda modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta. El término regulador debe utilizarse en lugar de hormonas, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen para controlar cultivos. (Ortiz, 2003)

#### **a. Ácido giberélico (GA3)**

Nombre comercial: Ácido giberélico; sustancia activa: Giberelina (GA3) los mecanismos de acción del AG3, puede provocar cambios a nivel genético que estimula a su vez la síntesis enzimática en las células, así también provoca la estimulación de la síntesis de ARN en las capas de aleurona. Una de las teorías sostiene que el ácido giberélico tiene relación con la síntesis del ARN mensajero dirigido por ADN en el núcleo. En la actualidad se cree que el ácido giberélico modifica el ARN producido en los núcleos y así puede este ejercer su control sobre la expansión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal. El ácido giberélico puede provocar la expansión celular, mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares. Con frecuencia el ácido giberélico incrementa el contenido de Auxinas, transportándolas a su lugar de acción.

El ácido giberélico (GA3) estimula la germinación en ciertas especies de semillas latentes, aumenta la velocidad de germinación, estimula el crecimiento de las plántulas y supera el enanismo de los epicótilos latentes. Este último efecto puede ser transitorio y producir un crecimiento anormal de la plántula

#### **b. Efecto de hormonas en la germinación**

Mientras que en la mayoría de los casos la inactividad de la semilla se puede romper por la humedad, luz y combinaciones de temperatura, usualmente prosiguiendo la estratificación, se ha encontrado que algunos lotes según parece de semillas sanas no germinan satisfactoriamente. Se piensa que tales fallas pueden ser causadas por inhibidores en las semillas. Por ejemplo, Sondheimer, 1968 identificó el ácido absísico (ABA) en la semilla del fresno blanco y pinus caribeño como el principal factor que inhibió el crecimiento de embriones. Este investigador determinó que el efecto de tales sustancias se puede invertir fácilmente con la aplicación de sustancias antagónicas tales como ácido giberélico. Esta es una práctica aceptada ampliamente, tratamientos con hormonas, especialmente las giberelinas (GA3), han tenido mejores resultados en la germinación de semillas de árboles dormantes. En experimentos con árboles de madera dura, estimulo favorablemente la síntesis giberélica en la germinación de la semilla. La investigación en especies de coníferas, especialmente con *Pinus* y *Alnus* también ha demostrado que las giberelinas tienen un papel principal en el rompimiento de semilla dormante.

Desde aquel entonces se han aislado giberelinas de muchas especies de plantas superiores, y en general hasta el momento se cree que se producen en todas las plantas superiores. Se presentan en cantidades variables en todos los órganos de la planta, pero las concentraciones mayores se alcanzan en las semillas inmaduras. (Sondheimer, 1968)

#### **c. Biosíntesis de las Giberelinas**

Todas las giberelinas conocidas derivan del anillo del gibano son terpenoides, en su biosíntesis se sigue la ruta del ácido mevalónico. En todas las plantas esta ruta es común hasta llegar GA<sub>12</sub>-aldehído. A partir de este punto, las diferentes especies siguen rutas

distintas para formar las más de 90 giberelinas conocidas hoy día. Una vez fabricadas pueden darse un gran número de interconversiones las hojas jóvenes son los principales lugares de producción de giberelinas. Posteriormente son translocadas vía floema al resto de la planta; las raíces también las producen exportándolas al tallo vía xilema, Se han encontrado también altos niveles de giberelinas en semillas inmaduras. (Amen, 1968)

### **1) Efectos fisiológicos producidos por las giberelinas.**

- Inducción del alargamiento de entrenudos en tallos al estimular la división y la elongación celular.
- Sustitución de las necesidades de frío o de día largo requeridas por muchas especies para la floración.
- Inducción de la partenocarpia en algunas especies frutales.
- Eliminación de la dormición que presentan las yemas y semillas de numerosas especies.
- Estimulan la producción de  $\alpha$ -amilasa durante la germinación de los granos de cereales.
- Pueden retrasar la senescencia en hojas y frutos de cítricos. (Taylorson y Hendricks, 1974).

### **2) Las Giberelinas y la inducción de la germinación en las semillas.**

Las semillas en su mayoría precisan un período de letargo antes de que puedan germinar. En determinadas plantas el letargo sólo puede ser interrumpido por la acción del frío o la luz. Específicamente, las giberelinas aumentan la elongación celular, haciendo posible que las raíces puedan atravesar la cubierta de la semilla. Este efecto de las giberelinas tiene, al menos, una aplicación práctica el ácido giberélico acelera la germinación de las semillas y por ello asegura uniformidad en la producción. Algunos autores coinciden en que el ácido giberélico puede sustituir en forma parcial o completa los requerimientos de luz en las semillas ( Taylorson y Hendricks, 1974). Entre los tratamientos físicos más utilizados se encuentra el preenfriamiento, para lo cual las semillas deben de estar embebidas en agua (Mayer y Nayber, 1975), para reproducir las condiciones a las que estarían expuestas en el campo.

### 3) Aplicaciones comerciales de las Giberelinas

En varias semillas de arecaceas plantas silvestres de Suramérica con alto potencial comestible y forestal (*Iriartea sp.*) para el mercado nacional e internacional se estudio como evaluar los efectos del ácido giberélico sobre la germinación de semillas de esta especie. Se demostró que las semillas almacenadas durante un mes dentro del fruto o extraídas presentaron 70 o 82% de viabilidad, respectivamente, 29 o 38% de germinación a 35 días. La imbibición de las semillas en las soluciones con 200-500 mg·L<sup>-1</sup> ácido giberélico GA3 al 40% aumentó el porcentaje de germinación en 32% (semillas extraídas almacenadas), y 31 o 38% (semillas almacenadas con fruto), respectivamente, comparado con el testigo (sin aplicación), Los resultados mostraron que las semillas de *Iriartea* se caracterizan por poseer cierto mecanismo de latencia. Dentro de las giberelinas más conocidas químicamente: GA1, GA3, GA4, GA7. (Valencia y Ramírez, 1993; ISTA, 1996). El ácido giberélico elimina el requerimiento luminoso de las semillas de *Alnus acuminata*, según Hernández, 1985 las concentraciones de 5 ppm, 10 ppm y 100 ppm estimulan la germinación de estas semillas mantenidas en oscuridad continua a 29,5°C. La concentración de 500 ppm estimula la germinación en la oscuridad también, pero cuando, se compara con la de 5 ppm, presenta una inhibición de 34,5%.

Cada lectura estuvo acompañada de una clasificación de las plántulas en normales y anormales se realizó un análisis de varianza y la prueba de separación de promedios de Tukey con un nivel de significancia del 5% para cada variable mediante un paquete estadístico propuesto. (Valencia y Ramírez, 1993; ISTA, 1996).

Dentro de los productos comerciales que se pueden encontrar en el mercado tenemos el Ryzup 40 SG. que lo produce Interoc y que viene en presentación granulada y líquida, el ingrediente activo es el GA3 y posee el 40% de concentración y el 60% de ingredientes inertes, también Bayer posee Acido Giberélico AG3-SL, cuya concentración es del 40g/l SL y es un concentrado soluble y el 60% es ingredientes inertes, ecuaquímica distribuye a nivel de país el New Gibb 10% cuyo ingrediente activo es el ácido giberélico AG3 y es un polvo soluble, el 90% restante son excipientes. ([www.anasac.cl](http://www.anasac.cl)).

#### **4. Establecimiento de Plántulas**

Con la germinación de la semilla, la testa se rompe junto al extremo micropilar y la radícula emerge. Normalmente la radícula penetra en el suelo, produce pelos absorbentes y raíces laterales para que a continuación la testa se desgarre más. En muchas semillas los cotiledones y el ápice caulinar emergen cuando el hipocótilo se alarga como resultado de un crecimiento intercalar. Este tipo de germinación se llama epigeo. Además de las funciones de almacenamiento y fotosintética, los cotiledones pueden también llevar a cabo la liberación, absorción y transporte de sustancias nutritivas desde el endospermo al embrión. (<http://scielo.cl>)

#### **D. FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN**

##### **1. Tipo de Semilla**

La condición para que la germinación ocurra es que la semilla este viable y sin dormancia y además que provenga de buenas fuentes semilleras y de ser posible de árboles plus donde que el grado de selección sea de alto valor comercial. El aumento en la actividad respiratoria de la semilla a un nivel capaz de sustentar el crecimiento del embrión depende del aumento en el grado de hidratación de los tejidos. ([www.asocam.org](http://www.asocam.org))

##### **a) Humedad**

La disponibilidad de agua para la rehidratación o imbibición es un tipo de difusión que ocurre cuando las semillas absorben agua debido a sus propiedades coloidales; se caracteriza por: aumento en el volumen de la semilla, liberación de calor, además el volumen final es menor que la suma de los volúmenes originales del agua y de la semilla. Las distintas partes de la semilla absorben agua a diferentes velocidades, El tegumento absorbe a una velocidad menor que otras estructuras de la semilla y desempeña la función de transportador de agua del medio ambiente al interior de la semilla. El eje embrionario absorbe agua más rápidamente y de forma continua. La velocidad de imbibición de agua varía con la especie, permeabilidad del tegumento, disponibilidad de agua, temperatura, presión hidrostática, área de contacto semilla-agua,

fuerzas intermoleculares, composición química y condición fisiológica. (www.asocam.org)

### **b) Temperatura**

La germinación de las semillas comprende diversas fases, las cuales son afectadas individualmente por la temperatura, los efectos de la temperatura sobre la germinación reflejan apenas una consecuencia global. Se pueden identificar tres puntos críticos de temperatura que afectan la germinación: temperatura mínima, aquella por debajo de la cual la germinación no es visible por un tiempo razonable. Temperatura máxima, por encima de la cual no hay germinación. Temperatura óptima, aquella a la cual germina el mayor número de semillas en un período de tiempo mínimo. Los efectos de la temperatura sobre la germinación pueden ser profusamente influenciados por la condición fisiológica de la semilla. El proceso germinativo requiere de suplementos de energía originado a partir de las reacciones oxidativas que dependen de la presencia de oxígeno. La mayoría de especies necesitan aireación y oxígeno para germinar. (www.asocam.org)

Luz y la temperatura actúan simultáneamente. En casos, la temperatura provoca que las semillas germinen en la oscuridad, aun cuando requieren luz. La luz y la fluctuación de temperatura interactúan juntas para determinar la germinación de las semillas presentes hasta en el suelo en el momento en que las condiciones para el establecimiento de las plantas son las óptimas. ([http:// biblioteca digital.ilce.edu](http://biblioteca.digital.ilce.edu))

### **c) Luz**

El efecto de la luz en la germinación se ha mantenido en primer plano para los fisiólogos. Actualmente, la cantidad de información disponible en este campo es muy grande. Son tres las principales bandas del espectro lumínico que tienen acción sobre la germinación, y corresponden a la franja de 660 nanómetros (rojo), 730 nanómetros (rojo lejano) y la luz comprendida entre 400 y 500 nanómetros (azul), aunque con efectos mucho menos claros. Tanto el rojo como el rojo lejano son absorbidos por un compuesto denominado fitocromo, que es una cromoproteína que actúa como sensor, este pigmento en su forma activa es inductor de la germinación e interviene en procesos



de permeabilidad, activación de enzimas y expresión genética. La conversión del fitocromo inactivo a fitocromo activo por lo general se lleva a cabo bajo el efecto de la luz roja, y la reacción opuesta ocurre bajo el efecto del rojo lejano. Estas dos formas del fitocromo corresponden a cada uno de sus picos de absorción de luz. (<http://bibliotecadigital.ilce.edu>)

Esta reacción de conversión en ambos sentidos está relacionada con la inducción y la inhibición de la germinación, y puede ser modificada o controlada por otros factores ambientales como la temperatura o el termoperiodo. La cantidad de fitocromo activo presente en una semilla en el momento de su liberación determina si ésta puede germinar en la oscuridad o si requerirá luz para iniciar el proceso. (<http://bibliotecadigital.ilce.edu>)

## **E. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES**

### **1. Aliso (*Alnus acuminata*)**

#### **a. Origen**

Originaria de Centro y Sudamérica el género *Alnus* se puede encontrar en laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas. Prospera en riberas de ríos y en pendientes húmedas, se desarrolla en áreas de nubosidad. Su rango de temperatura va de 4 a 27 °C y puede soportar temperaturas temporalmente de 0 °C. Precipitación de 1000 a 3000 mm o más; suelos: limoso o limo-arenoso de origen volcánico, profundo, bien drenado, amarillo rocoso, de textura mediana, rojizo, rico en materia orgánica, grava, arena, arcilla. Esta es una especie secundaria importante en las etapas sucesionales tempranas de los bosques de pino y en áreas centrales y de estribación a lo largo de la cordillera de los andes. Se establece rápido en espacios que dejan otros árboles llegando a formar bosques secundarios de considerable extensión. Es una especie importante en los procesos de regeneración de los bosques, son pioneras, se desarrollan bien en sitios perturbados y favorecen el establecimiento de otras especies dada su capacidad para fijar nitrógeno por estar en simbiosis con hongos del género *Frankia spp.* (Grau, 1985).

**b. Taxonomía <sup>1</sup>**

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Phyllum:</b>	Spermatophyta
<b>Subphyllum:</b>	Magnoliophytina
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Hamamelidas
<b>Orden:</b>	Fagales
<b>Familia:</b>	Betulaceae
<b>Género:</b>	<i>Alnus</i>
<b>Especie:</b>	<i>acuminata</i>

**c. Descripción botánica**

**1) Forma.**

Árbol perennifolio / caducifolio, de 10 a 25 m. (hasta 30 m.) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm (hasta 1 m.). Algunos individuos llegan a superar los 42 m. de altura en plantaciones. ([www.conabio.gob](http://www.conabio.gob))

**2) Copa / Hojas.**

Según Añazco, 1996 posee copa angosta, piramidal (en plantaciones), en bosquetes sucesionales toma formas irregulares. Hojas con la lámina ovada, de 6 a 15 cm. de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen agudamente biserrado; el haz y el envés glabros en la madurez

**3) Flor(es).**

Inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 cm. de largo, generalmente en agrupaciones de 3; inflorescencias femeninas 3 a 4 en racimos, de 3 a 8 mm. de largo en antesis; conos de 11 a 28 mm. de largo y de 8 a 12 mm. de diámetro.

<sup>1</sup> ([www.conabio.gob](http://www.conabio.gob))

Además la flor es de color amarilla con muchos estambres y un solo pistilo. (Pretell, 1985).

#### **4) Fruto(s).**

Fruto elíptico a obovado, papiráceo a coriáceo, con el margen alado y estilo persistente. Las alas angostas de 2 a 2.3 mm de largo y 0.2 a 1 mm de ancho, el cuerpo de 1.5 a 3 mm de largo y 1.5 a 1.8 mm de ancho. (<http://concursos.colombia.aprende.edu.co>)

### **d. Fenología**

#### **1) Floración**

En nuestro país a nivel del callejón interandino; en el sur la floración se da en los meses de septiembre a octubre; mientras que en la zona central y norte Florece de febrero a abril, este fenómeno se aduce que puede ser por el bajo estiaje que se tiene la zona austral (Pretell, 1985).

#### **2) Fructificación.**

Está en función de la floración para la región austral tenemos frutos maduros para enero y febrero; mientras que en el Centro y Norte del callejón interandino se presenta de mayo a julio. (Añasco, 1996; Pretell, 1985).

#### **3) Germinación y Porcentaje**

Tipo: epigea se inicia a los 5 ó 10 días y se completa entre los 35 y 40 días del 50 a 80 %; pero está en función del almacenamiento que se le haya dado a la semilla, sin embargo es importante señalar que esta pierde rápidamente la viabilidad aunque este almacenada en cuartos fríos. Reduciéndose hasta niveles muy bajos del 5 al 10%.(Pretell 1985, Lamprecht 1990).

#### 4) **Número de semillas**

En lo referente a la cantidad de semillas/Kg. esta varía ente 150000 hasta 180000. Aunque varias citas señalan que en promedio por kg. hay 160000 semillas. (<http://concursos.colombia.aprende.edu.co>); ([ecopar.org.eg](http://ecopar.org.eg))

#### 5) **Recolección / Extracción de Aliso**

La recolección es preferible hacerla de árboles mayores a 10 años, ya que los árboles más jóvenes, aunque producen semilla viable, ésta es de menor tamaño, peso y poder de germinación. ([ecopar.org.eg](http://ecopar.org.eg))

Es mejor colectarla directamente del árbol y no de las que han caído al suelo; además los aquenios deben tener una coloración amarillenta pálida. Ya disponibles son colocadas sobre una lona con presencia de luz solar hasta que se abran por completo.

Las semillas salen de sus receptáculos de origen para ser depuradas y almacenadas. ([ecopar.org.eg](http://ecopar.org.eg))

#### 6) **Viabilidad / Latencia / Longevidad**

Deben sembrarse rápidamente para que no pierdan la viabilidad. La semilla se mantiene viable por 2 ó 3 semanas. Después de un mes de almacenamiento se obtiene del 50 a 70 % de germinación y al sexto mes sólo el 10 %. ([www.conabio.gob](http://www.conabio.gob))

#### 7) **Propagación**

La reproducción sexual por semilla (plántulas), se reproduce fácilmente y casi exclusivamente por semilla.

Regeneración natural sus plántulas se encuentran fácilmente en suelos perturbados y terraplenes. ([www.conabio.gob](http://www.conabio.gob))

## 2. Pino (*Pinus patula* Schiede & Deppe)

### a. Origen.

Pertenece a la familia de las Pináceas, el *Pinus patula* es uno de los cuatro pinos de conos cerrados, división Oocarpae, nativos de América Central. Estos árboles pueden alcanzar de 20 a 40 m de altura, son notables por su corteza papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y en las ramas, posee conos serotinos persistentes y de gran tamaño aunque posee una distribución natural muy restringida, el *Pinus patula* ha tenido mucho éxito en plantaciones industriales a través de los trópicos y subtropicos, destacándose por su buena forma, crecimiento acelerado y gran tamaño. El nombre más común es el de Pino llorón. (Eguiluz T.1982)

### b. Taxonomía

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Phyllum:</b>	Spermatophyta
<b>Subphyllum:</b>	Pinophyta
<b>Clase:</b>	Pinopsida
<b>Orden:</b>	Coniferales
<b>Familia.</b>	Pinaceae
<b>Género:</b>	<i>Pinus</i>
<b>Especie:</b>	<i>patula</i>

### c. Descripción botánica

#### 1) Árbol

Árbol de 30 a 35 m de altura y de 50 a 90 cm de diámetro normal, su tronco recto y libre de ramas hasta una altura de 20 m, es de rápido crecimiento, 20 m<sup>3</sup>/Ha/año. El crecimiento se detiene sensiblemente entre los 30 y 35 años de edad. Posee esfoliaciones en el ritidoma. ([www.solostocks.com.co](http://www.solostocks.com.co))

## 2) **Flor(es).**

Las flores masculinas y femeninas ocurren separadamente en la misma planta. Los conos masculinos (estaminados) son de color amarillo y ocurren abundantemente en racimos en vástagos nuevos, usualmente en la región inferior de la copa. Los conos femeninos (pistilados) son de color purpúreo, tienen espinas deciduas y aparecen de manera solitaria o en grupos, por lo general lateralmente pero rara vez en posición sub-terminal, y en la región superior de la copa. (www.solostocks.com.co)

## 3) **Semillas**

Son de tamaño pequeño (3 mm), de color de marrón claro a negro y con alas de color marrón de 13 mm de largo si están dentro de su región e origen existe regeneración en ciertos lugares donde se la utiliza comercialmente y no es de origen por lo general no hay regeneración. (www.solostocks.com.co)

## d. **Fenología**

Los frutos son conos serótinos la maduración de los frutos se presenta hasta el final del año siguiente, el ciclo fenológico va desde el inicio de la floración hasta la madurez de la semilla es aproximadamente de 24 meses. El período de fructificación se presenta cada cuatro o cinco años, “año semillero”; sin embargo, en condiciones climáticas favorables se puede presentar producción anual. (Gutiérrez, Millán,1980)

### 1) **Germinación y Porcentaje**

Se inicia a los 25 ó 30 días y se completa a los 45 días. Es de muy buena germinación sobre todo cuando la semilla es de árboles desarrollados bien fisiológicamente arriba de 10 años y sus valores van del 75 a 90 %.(Gutiérrez, Millán, 1980)

### 2) **Recolección / Extracción de semilla de pino y número de semillas**

40 semillas/Kg. La recolección es preferible hacerla de árboles mayores a 10 años.

Ya que los árboles más jóvenes, aunque producen semilla viable, ésta es de menor tamaño, peso y poder de germinación. Es mejor colectarla directamente del árbol y no de las que han caído al suelo. (<http://el.semillero.net/nuevo/Index> Consultado 05-03-2012)

Son de color negro aladas. El ala es una porción adelgazada de la escama ovulífera; es de tono castaño, articulada, marrón oscuro en los bordes, que son ondulados. Tienen alta viabilidad que puede ser conservada por largos períodos de tiempo si se las almacena adecuadamente. Hay registros de semillas de *Pinus elliottii* que se han conservado viables durante 35 años. ([www.maderasulamerica.galeon.com](http://www.maderasulamerica.galeon.com))

Corte longitudinal la semilla es una combinación de dos generaciones esporofíticas diploides (una es la cubierta seminal más los restos de la nucela, y la otra es el embrión) y una generación gametofítica haploide, el endosperma primario, tejido nutritivo o alimenticio. ([www.maderasulamerica.galeon.com](http://www.maderasulamerica.galeon.com))

La semilla de pino posee un solo embrión. El embrión posee una radícula y un número de cotiledones variable; posee una radícula y un número de cotiledones variable (de 5 a 8). El endosperma y los restos de nucela están rodeados por una membrana delgada que es el remanente del tegumento interno del óvulo. ([www.maderasulamerica.galeon.com](http://www.maderasulamerica.galeon.com))

### **3) Viabilidad / Latencia / Longevidad**

Las semillas se almacenan con facilidad hasta por un año a temperatura ambiente en contenedores cerrados, por varios años cuando secadas y selladas en jarros herméticos y hasta por 21 años en almacenamiento de cámaras frío. ([www.conabio.gob](http://www.conabio.gob))

### **4) Propagación**

La propagación es vía sexual, favorecer la velocidad de germinación se sugiere remojar las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 hrs. La estratificación durante 2 semanas a temperaturas de 1 a 4°C, permite obtener una mayor uniformidad en la germinación. ([www.conabio.gob](http://www.conabio.gob))

## **F. FACTORES IMPORTANTES EN EL INVERNADERO**

### **1. Humedad**

En su área de distribución natural, el *Pinus patula* y el aliso se encuentra por lo general en las regiones de cálidas a frescas, a menudo en valles elevados montanos y húmedos. La precipitación anual promedio varía entre 500 y 2000mm. *Pinus patula*. La mayoría de la lluvia ocurriendo en el verano (de junio a octubre) y una temporada seca de cero a 3 meses de duración ocurriendo entre diciembre y febrero. Riego: Mantenga húmedo el sustrato durante la germinación, sin exceso o deficiencia de agua, utilice implementos de gota muy fina o nebulización para que no se destape la semilla. Proteja la germinación de las condiciones del medio como lluvias fuertes, exceso de sol o calor, roedores o pájaros; el uso opcional de sombra moderada mejora las condiciones de germinación. Para optimizar la germinación y disminuir la dependencia del riego y a la vez proteger de los cambios ambientales o la desecación prematura del sustrato, una vez realizada la siembra, es conveniente cubrir las eras de germinación con una lona de polipropileno color verde del tipo usado en las construcciones; esta lona permeable se coloca sobre el germinador inmediatamente después de la siembra y se deja hasta que se inicie la germinación. <http://elsemillero.net> 03/03/2012,

### **2. Temperatura**

El óptimo de temperatura se define como la temperatura que divide el rango de velocidad en dos intervalos de temperatura contiguos. La temperatura óptima de las semillas de *Alnus acuminata*, debe ser el punto de intercepción de las dos líneas de regresión y es igual a 31°C. Las series de entropía, muestran un mínimo de 30°C. Los valores promedio estimados para los intervalos de temperatura experimentales indican que la activación de la germinación es fuertemente endotérmica hasta 30°C, con una inversión del signo a 31°C podemos apreciar que existe simetría alrededor de 31°C para las series de tiempo medio de germinación, velocidad media de germinación. La temperatura óptima es de 30°C, con una mínima de 1,5°C y una temperatura máxima de 39,5°C. Estas temperaturas cardinales halladas en *Alnus acuminata*, están dentro del rango encontrado en muchas especies. (Labouriau, 1983).



Se encontró que todas las distribuciones de frecuencias son unimodales, a excepción de las isothermas de 25° y 35°C, que son polimodales. Hallándose una falta de regularidad aparente en cuanto a la posición de la moda, cuando se comparan diferentes distribuciones isotérmicas. Lo que indica que la germinación de las semillas de *Alnus acuminata* H.B.K., no está perfectamente sincronizada y que hay una gran sensibilidad a la temperatura de los embriones en estas semillas. (Hernández, 1985)

### **3. Sustrato**

Dentro de la cubetas empleadas en el invernadero se puso a disposición una de las mejores cartas en sustratos para el cultivo de plántulas de pino y aliso. Buscando en literatura nos volcamos por el sustrato KLASMANN-DEILMANN que son excelentes soluciones para semilleros hortícolas, viveros de planta ornamental, viveros de plantas forestales y empresas dedicadas a la jardinería, el paisajismo. Disponemos a su vez, de sustratos de cultivo autorizados para agricultura ecológica y biodinámica, que cumplen con los estándares más exigentes de calidad y certificación de las materias primas que los componen. [www.horticom.com/empresas/ficha](http://www.horticom.com/empresas/ficha)

La cantidad de sustrato empleado dentro de su composición contiene fibra de coco en diferentes formatos: prensada y deshidratada en bloques o briquetas, o reconstituida y lista para su uso en sacada o a granel. También se realizan mezclas con turba rubia y negra lo más viable para semilleros de plantas jóvenes porque permite un adecuado desarrollo radicular de la planta. [www.valimex.es/tacos\\_prensados.html](http://www.valimex.es/tacos_prensados.html)

La tierra que se utilizada para el enfunde debe ser lo más suelta posible, la más utilizada es una mezcla de tierra negra con arena en una proporción de 20-30% para logra mejorar la textura, y obtener así una textura suelta lo que contribuye a un desarrollo normal de las plántulas y a una profundización efectiva de raíz, así también permite un percolación rápida del agua de riego con lo cual evitamos la aparición de enfermedades que afectan el desarrollo y producción (Yépez, 2005).

La preparación del sustrato comprende tres operaciones básicas:

- a. Obtención, transporte y acumulación de tierra, arena y materia orgánica:

Consiste en el acopio de tierra, arena y materia orgánica necesaria para el llenado de las bolsas; se recomienda obtener la tierra de un lugar cercano y libre de excesos de malezas invasoras, piedras y demás materiales nocivos para la producción de plantas. (Yépez, 2005).

b. Tamizado:

Consiste en colar la tierra en una zaranda 4 x 4 con la finalidad de eliminar piedras, terrones, raíces, malezas y facilitar la germinación y el desarrollo radicular de las plantas. (Yépez, 2005).

c. Llenado de Bolsas:

Esta operación es sencilla pero lenta y costosa, demanda mucha mano de obra, por lo tanto se recomienda utilizar pedazos cortos de tubo plástico que tengan el mismo diámetro de las bolsas. El tubo se introduce hasta el fondo de la bolsa y el extremo saliente en el sustrato preparado, hasta llenar completamente la bolsa; luego, se van colocando las bolsas en los bancales dejándolas rectas y ordenadas en número de 10 a lo ancho del bancal. Con un m<sup>3</sup> de tierra se pueden llenar 500 bolsas 6 pulgadas x 9 pulgadas. (Yépez, 2005).

Yépez, 2005; sostiene que el sustrato debe tener una buena porosidad para permitir un adecuado drenaje y la penetración del aire, además la textura debe ser suelta para disminuir la resistencia mecánica a la germinación. El sustrato no debe tener partículas grandes como terrones, raicillas, piedrecillas u otros elementos extraños (usar tamiz 4 x 4) en zonas húmedas el semillero debe de hacerse sobre el nivel del suelo y en zonas secas el semillero debe hacerse unos 0.05 a 0.07m bajo el nivel del suelo.

#### 4. Reproducción

Las semillas se pueden sembrar en macetas o en semilleros y requieren por lo general de 6 a 12 meses en el vivero antes de alcanzar un tamaño adecuado para el trasplante

al campo (de 15 a 20 cm). La South African Pulp and Paper Industries (Industrias Sudafricanas de Papel y Pulpa) ubicaron su vivero de 600 a 1200 m más abajo de los sitios en donde los árboles serían plantados. A estas elevaciones más bajas y más cálidas se pueden producir árboles listos para el trasplante a los 6 a 12 meses. Las plántulas podrán necesitar de sombra parcial cuando se cultivan en áreas con sol intenso, como en el África Ecuatorial. Las plántulas de *Pinus patula* son susceptibles a una variedad de hongos que causan el mal de vivero en los almácigos, incluyendo a *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, los cuales pueden ser controlados con fungicidas apropiados. El *Pinus patula* se beneficiará de la infusión con un inoculo apropiado de ectomicorriza asociada con los pinos, como *Pisolithus* o *Rhizopogon*; los fracasos iniciales de *Pinus patula* en el sur de África se atribuyen a la falta de inoculación de las plántulas con micorriza. [http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus\\_patula](http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_patula)»

Las plántulas cultivadas en semilleros deben ser alzadas con extremo cuidado y la poda de las raíces podrá ser necesaria para poner las plántulas en un estado inactivo (“acondicionamiento”) antes del trasplante al campo. Las plántulas se plantan a diferente espaciamiento que varía, en el Ecuador lo más común es plantar a 3 x 3m (sistema cuadrado o tres bolillos cuando nos encontramos en pendiente) se planta preferiblemente antes de la temporada lluviosa (en climas estacionales) para dar a las plántulas el máximo de tiempo para establecerse antes de la siguiente temporada seca. Las raíces pivotantes largas deberán ser recortadas de ser necesario para evitar la torcedura de las raíces o los sistemas radicales en “J”. [http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus\\_patula](http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_patula)»

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

La presente investigación se realizó en un Vivero forestal ubicado en la ciudadela politécnica perteneciente a la parroquia Veloz, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo

#### **2. Ubicación Geográfica<sup>2</sup>**

Latitud: 1°40'6.94" S

Longitud: 78°39'2.50"O

Altitud: 2757 msnm

#### **3. Características Climáticas<sup>3</sup>**

Temperatura promedio anual: 15 ° C

Precipitación promedio anual: 500 mm.

Humedad Relativa: 68% a 71%

Según Holdrige, (1982): Estepa espinosa Montano bajo (ee-Mb)

### **B. MATERIALES**

#### **1. Materiales de oficina**

- Computadora;
- Papelería, esferográfico entre otros.

<sup>2</sup> <sup>3</sup> (www.igm.com.com.ec)

## 2. Material Experimental

- Regulador de crecimiento Ryzup 40 SG, probeta graduada, atomizador, jeringas de 10 ml, cajas petric, semillas de pino y aliso.

## 3. Materiales de campo

- Bandejas de germinación; sembradora semiautomática; bomba de fumigar; carretilla; pala; mesa para llenar sustrato; herbicidas; insecticidas, fungicidas; sacos para sustrato; sustrato; Flexómetro.

## C. METODOLOGÍA

### 1. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó un DCA con arreglo combinatorio puesto que se utilizó diferentes niveles de ácido giberélico (50, 100, 150 ppm) frente a un tratamiento control y como factor B periodos de preenfriamiento de 7, 14, 21 días con su respectivo tratamiento control; con tres repeticiones.

### 2. Factores en Estudio

Factor A: Dosis de Acido Giberélico

- A1: 50 ppm
- A2: 100 ppm
- A3: 150 ppm

Testigo con AG3:

- 50ppm x 3 repeticiones
- 100ppm x 3 repeticiones

- 150ppm x 3 repeticiones

Factor B: Preenfriamiento

- B1:7 días x 3 repeticiones
- B2:14 días x 3 repeticiones
- B3:21 días x 3 repeticiones

Testigo sin Frio:

- 7 días x 3 repeticiones
- 14 días x 3 repeticiones
- 21 días x3 repeticiones

### 3. Tratamientos en Estudio

Las unidades en estudio fueron cuarenta y cinco para cada especie tanto para aliso como para el pino es decir 90 unidades experimentales por tratarse de dos especies diferentes así lo observamos en el Cuadro 1

- Factor A = 3

- Factor B = 3

- $T_s \text{ Frio} + T_s \text{ AG3} = 3+3$

- $T_s = 6$

- $r = 3$

- $UE = (a*b + T_s) r$

-  $UE = (3*3+6) 3$

-  $UE = 45$

Cuadro 1. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

TRATAMIENTOS		FA	F B	REP.	PLAN/U.E	PLAN/TRAT.
A1B1	50ppm - 7 días	A1	B1	3	100	300
A1B2	50ppm - 14 días	A1	B2	3	100	300
A1B3	50ppm - 21 días	A1	B3	3	100	300
A2B1	100ppm - 7 días	A2	B1	3	100	300
A2B2	100ppm - 14 días	A2	B2	3	100	300
A2B3	100ppm - 21 días	A2	B3	3	100	300
A3B1	150ppm - 7 días	A3	B1	3	100	300
A3B2	150ppm - 14 días	A3	B2	3	100	300
A3B3	150ppm - 21 días	A3	B3	3	100	300
Ts1	50ppm			3	100	300
Ts2	100ppm			3	100	300
Ts3	150ppm			3	100	300
Ts4	7 días			3	100	300
Ts5	14 días			3	100	300
Ts6	21 días			3	100	300
<b>TOTAL</b>					<b>1500</b>	<b>4500</b>

#### 4. Características Específicas del Campo Experimental

Este estudio se llevó a cabo en un vivero forestal, ubicado en la ciudadela politécnica perteneciente a la parroquia Veloz, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, la fase de campo se cumplió en el periodo comprendido entre Agosto de 2010 hasta Mayo de 2011. Además para desarrollar la investigación se ocupó un área de 50m<sup>2</sup>, sistema de nebulización para el riego donde se apoyó de 100 aspersores que alcanzan un consumo de

18 lt./minuto, la temperatura promedio fue de 32°C y la humedad del 70% con piso de pomina, camas con estructura de madera tipo mesa de 15m de largo por 1,2m de ancho, estructura metálica con plástico de invernadero y para manejar la temperatura interna ventanas con malla sarán.

## 5. Especificaciones del Campo Experimental

Número de Tratamientos: 15 con tres repeticiones

Número de unidades experimentales: 45/por especie

Número de cubetas: 45 cubetas de 100 alveolos, esto para cada especie.

Medida de cada unidad: 0.35 m<sup>2</sup> de área

Número total de plantas: 9000(entre pino y aliso)

Número de plantas por Tratamiento: 4500/por especie

Número de plantas evaluadas/ especie: el 10% del total de plantas repicadas en funda

Área Total requerida en el invernadero: 50 m<sup>2</sup>

## 6. Análisis de Varianza

Cuadro 2. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total [(a*b+Ts)r-1]	44
Factor A (a-1)	2
Factor B (b-1)	2
Interacción AB (a-1) (b-1)	4
Ts6. Vs Resto 2-1	1
Ts5. Vs Resto 2-1	1
Ts4. Vs Resto 2-1	1
Ts3. Vs Resto 2-1	1
Ts2. Vs Resto 2-1	1
Ts1. Vs Resto 2-1	1
Error	30



## 7. Análisis Funcional

- Análisis de varianza
- Prueba de Tukey al 5%
- Análisis económico de cada tratamiento por el método de Perrin.

## 8. Variables Evaluadas

- a. Porcentaje de prendimiento de plantas.
- b. Altura de las plántulas a 15, 30, 45 y 60 días.
- c. Número de hojas verdaderas a los 15, 30, 45 y 60 días

## 9. Manejo del Ensayo

### a. **Siembra**

#### 1) **Tratamientos Pregerminativos**

Utilizamos dos tratamientos pregerminativos: uno con frío (7, 14 y 21 días) y otro con dosis de ácido giberélico (50, 100 y 150ppm. de AG3), además la interacción obtenida de la combinación de los dos tratamientos. En los dos primeros casos es decir en los Testigos, se colocó 300 semillas en cada caja petric, las correspondientes al frío se colocaron en el refrigerador para que cumplan los días señalados y las que iban solo con AG3 se les dotó la dosis de AG3. Para la interacción del ( frío + AG3) se utilizó la misma cantidad de semillas (300 en cada caja petric) fueron colocadas en el refrigerador por los tiempos señalados para que una vez realizado este proceso se continúe a la siembra, esto para las semillas de pino y aliso. Señalar que colocamos 300 semillas en cada caja petric en vista que cada tratamiento tenía 3 repeticiones

#### 2) **Siembra de aliso y pino**

Conforme se fueron realizando los tratamientos se fue dando la siembra; es decir los testigos (T1, T2, T3) solo con ácido giberélico (50, 100 y 150 ppm) una vez realizada la aspersión, cada semilla fue depositada en el respectivo alveolo de cada bandeja.

Luego los testigos a sembrar fueron (T4, T5 y T6) utilizando preenfriamiento (7, 14 y 21 días frío) cada semilla era depositada en el respectivo alveolo de cada bandeja la cual contaba con el sustrato del caso a más del riego respectivo efectuado con aspersores. De igual modo se realizó el trabajo de siembra para la combinación del (frío + AG3) conforme se fueron cumpliendo los tiempos en el refrigerador esto para las dos especies en estudio pino y aliso. Se utilizaron semillas certificadas de aliso y de pino, las mismas que fueron adquiridas a Profafor y procedían de Rodal semillero.

### **3) Repique de aliso y pino**

Obtenida la germinación en las unidades experimentales y conforme fue su fecha de siembra, las plántulas de pino y aliso que contaban con 4 a 5 hojas y de 4 a 5 cm se repicaron en fundas de 3x7". El % de prendimiento se lo evaluó a los 60 días luego de que las plantas estaban a campo abierto o sea fuera del invernadero. El sustrato utilizado, fue una mezcla de tierra negra, pomina y turba, en una proporción de 3:1:1.

#### **b. Toma de datos de las especies en investigación**

Tanto en pino como aliso se procedió a la toma de datos con la misma metodología para determinar la altura y número de hojas que estaban contempladas dentro de las variables a evaluarse.

##### **1) Altura de plántulas emergidas**

Fue tomada 7 días después de haber efectuado el repique, con intervalos de 15 días hasta llegar a los 60 días. Se tomó al azar la altura del 10% de plantas vivas de cada unidad experimental.

##### **2) Número de hojas verdaderas.**

Realizamos la contabilización de hojas en aliso y de las acículas en el pino 7 días después de la siembra y con intervalos de 15 días hasta los 60 días que fue hasta donde se tomó tal información. El proceso a evaluarse fue bajo condiciones de invernadero.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### A. CULTIVO DE ALISO BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y DIFERENTES TIEMPOS DE ENFRIAMIENTO.

#### 1. Análisis de varianza para el número plantas de aliso repicadas, vivas, muertas y porcentaje de prendimiento.

El porcentaje de prendimiento de aliso fue de 95.15 plantas, con un coeficiente de variación de 2.99 %, al analizar los resultados experimentales según el ADEVA (Cuadro 3) se pudo identificar diferencias significativas al contrastar el testigo 1 con el 45.74 % y el testigo 6 con 40.17 % frente al resto de tratamientos alternativos.

**Cuadro 3. Cuadrados medios para el número de plantas de aliso repicadas, vivas, muertas y porcentaje de prendimiento bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y preenfriamiento.**

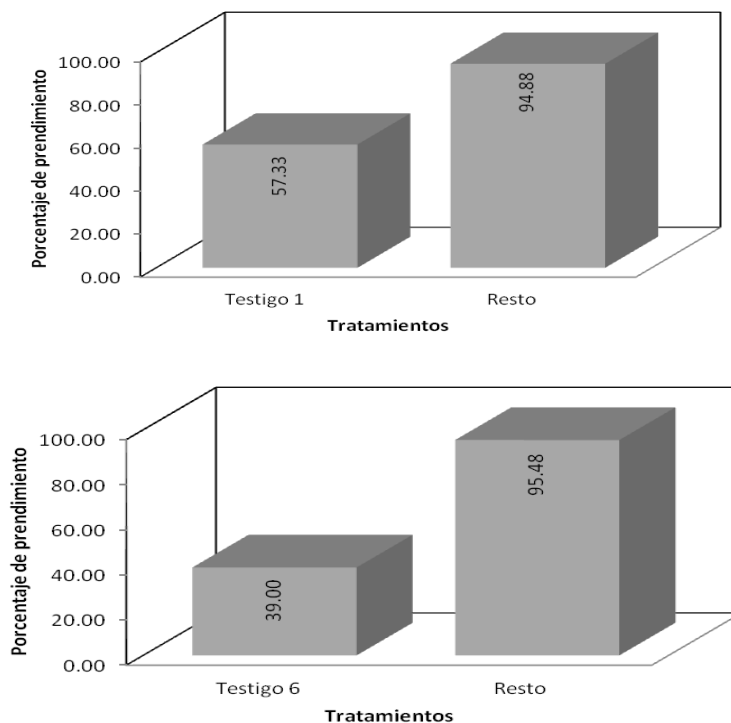
F. V	G.L	Cuadrado Medio para las Plantas de Aliso							
		Repicadas		Vivas		Muertas		Prendimiento	
Total	44								
Factor A	2	118.93	ns	121.44	ns	0.93	ns	15.58	Ns
Factor B	2	176.04	ns	170.33	ns	0.48	ns	0.79	Ns
Int. AB	4	339.20	*	258.61	*	3.70	ns	11.78	Ns
<b>T s1 vs Resto</b>	1	143.81	ns	225.60	ns	6.71	ns	<b>45.74</b>	<b>*</b>
Ts2 vs Resto	1	136.50	ns	91.08	ns	6.82	ns	4.81	Ns
Ts3 vs Resto	1	3611.11	**	3386.93	**	1.92	ns	30.56	Ns
Ts4 vs Resto	1	2606.71	**	2632.43	**	0.09	ns	11.76	Ns
Ts5 vs Resto	1	235.88	ns	225.85	ns	0.88	ns	0.34	Ns
<b>Ts6 vs Testo</b>	1	335.56	ns	396.03	*	5.07	ns	<b>40.17</b>	<b>*</b>
Error	30	88.87		83.38		1.98		8.12	
CV %		18.61		18.91		26.20		<b>2.99</b>	
Media		50.64		48.29		2.11		<b>95.15</b>	

En la prueba de Tukey al 5 %, (Cuadro 4 y Gráfico 1) para el prendimiento de plantas del aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos, Testigo 1 versus el resto, y el T6 versus el resto se determina dos rangos el **a** con una media de 94.88 y 95.48 para el resto de tratamientos y el rango **b** presenta una media de 57.33 y 39.00 que pertenece a los testigos 1 y 6 respectivamente. Estos tratamientos pregerminativos influyen significativamente en el prendimiento de plantas de aliso.

**Cuadro 4. Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de plantas del aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos.**

<b>Contraste 1</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Testigo 1	57.33	b
Resto	94.88	a
<b>Contraste 6</b>	<b>Media</b>	<b>rango</b>
Testigo 6	39.00	b
Resto	95.48	a

**Gráfico 1. Porcentaje de prendimiento de plantas para el contraste 1 de aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos**



**Gráfico 2. Porcentaje de prendimiento de plantas para el contraste 6 de aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos**

**2. Análisis de varianza para la altura del aliso a los 15, 30, 45 y 60 días, sometidos a diferentes dosis de ácido giberélico y preenfriamiento.**

Según el análisis de varianza ( ADEVA ) para la altura del aliso a los 60 días después de la siembra (Cuadro 5), presentó diferencias altamente significativas entre factor A, Ts2 vs Resto, Ts3 vs Resto, Ts4 vs Resto, con una significancia para la Interacción AB, Ts1 vs Resto, y no significativo para el factor B, Ts5 vs Resto, Ts6 vs Resto. La altura promedio del aliso a los 15, 30, 45 y 60 días fue 5.07, 7.70, 10.37 y 13.17 cm. con coeficientes de variación de 10.70, 7.39, 5.76 y 5.23 % respectivamente. En función a los resultados de crecimiento, debo manifestar que el promedio en altura al realizarlo cada 15 días fue de 2.7 cm es decir que durante los dos meses obtuvimos 8.1 cm de aumento en el crecimiento de las plantas de aliso, es decir de un 33.33%

**Cuadro 5. Cuadrados medios para la altura de aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.**

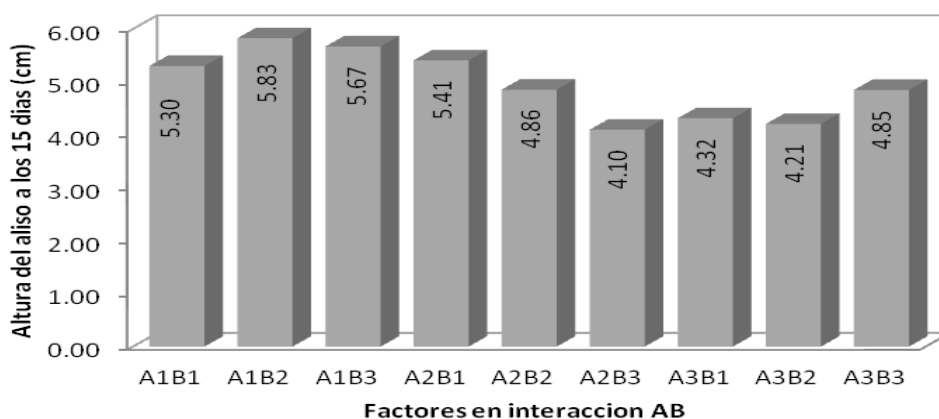
F. V	G.L	Cuadro Medio para la Altura del Aliso (cm)							
		15 días		30 días		45 días		60 días	
Total	44								
Factor A	2	<b>3.11</b>	**	<b>3.25</b>	**	<b>3.60</b>	**	<b>3.14</b>	**
Factor B	2	0.04	ns	0.06	ns	0.14	ns	0.22	ns
Int. AB	4	<b>0.91</b>	*	<b>0.99</b>	*	<b>0.98</b>	*	<b>1.43</b>	*
T s1 vs Resto	1	3.59	**	0.34	ns	0.98	ns	2.07	*
Ts2 vs Resto	1	<b>2.05</b>	*	<b>4.78</b>	**	<b>7.22</b>	**	<b>8.62</b>	**
Ts3 vs Resto	1	0.88	ns	1.45	*	2.98	**	3.61	**
Ts4 vs Resto	1	<b>9.29</b>	**	<b>7.20</b>	**	<b>5.71</b>	**	<b>4.17</b>	**
Ts5 vs Resto	1	0.00	ns	0.06	ns	0.34	ns	0.33	ns
Ts6 vs Testo	1	0.01	ns	0.05	ns	0.20	ns	0.50	ns
Error	30	0.29		0.32		0.36		0.47	
CV %		10.70		7.39		5.76		5.23	
Media		5.07		7.70		10.37		13.17	

En la prueba de Tukey al 5 %, (Cuadro 6 y Gráfico 3) para el altura de plantas del aliso bajo el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos, se obtuvo que el rango a permitió registrar un media 5.83 cm con el tratamiento A1B2 (50 ppm de AG3 y 14

días frío) a los 15 días, y el rango **b** alcanzó un promedio de 4.10 cm. En la interacción A2B3 (100 ppm de AG3 y 21 días frío), existe un incremento del 29.67% en altura, es decir 1.73 cm en referencia a los dos promedios. Esta investigación determina que la interacción de los tratamientos pregerminativos influyen significativamente en el incremento de altura de las plantas aliso repicadas.

**Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5% para la altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 15 días.**

Interacción AB	Media	Rango
A1B1	5.30	ab
<b>A1B2</b>	<b>5.83</b>	<b>a</b>
A1B3	5.67	a
A2B1	5.41	ab
A2B2	4.86	ab
<b>A2B3</b>	<b>4.10</b>	<b>b</b>
A3B1	4.32	ab
A3B2	4.21	b
A3B3	4.85	ab

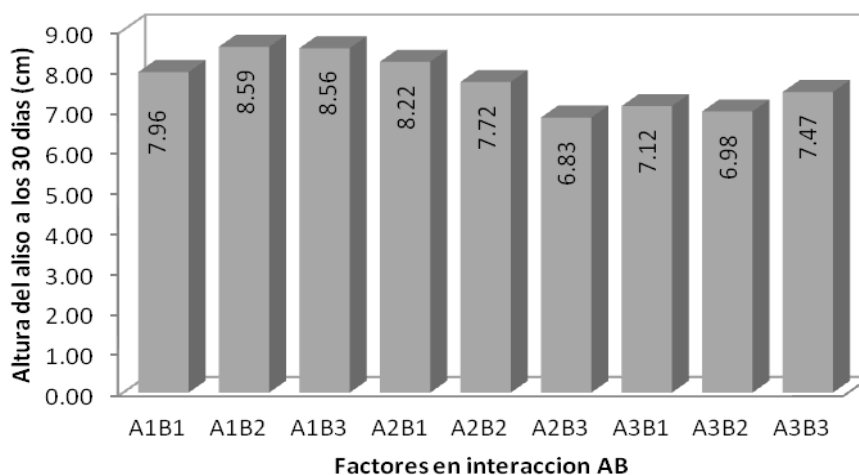


**Gráfico 3. Prueba de Tukey al 5% para la altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 15 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, (Cuadro 7 y Gráfico 4) para la altura de plantas de aliso señala que a los 30 días el comportamiento del tratamiento A1B2 (50 ppm de AG3 y 14 días frío) obtuvo el rango **a** y permitió registrar un media 8.59 cm y el rango **b** con el tratamiento A2B3 (100 ppm de AG3 y 21 días frío) el cual reportó 6.83 cm, es decir que existió un 20.48% de diferencia entre los dos tratamientos que equivale a 1.76 cm de altura.

**Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 30 días.**

Interacción AB	Media	Rango
A1B1	7.96	ab
<b>A1B2</b>	<b>8.59</b>	<b>a</b>
A1B3	8.56	a
A2B1	8.22	ab
A2B2	7.72	ab
<b>A2B3</b>	<b>6.83</b>	<b>b</b>
A3B1	7.12	ab
A3B2	6.98	b
A3B3	7.47	ab

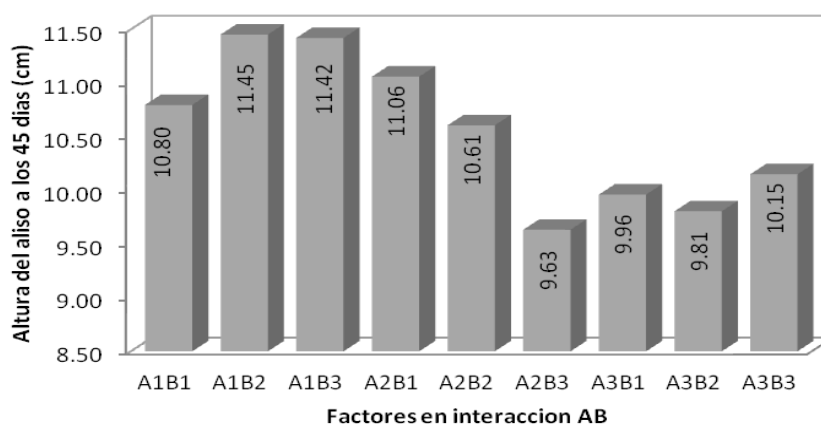


**Gráfico 4. Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 30 días.**

En función a la Prueba de Tukey del 5% (Cuadro 8 y Gráfico 5) altura del aliso a los 45 días, al aplicar los tratamientos A1B2 (50 ppm de AG3 y 14 días frío) obtuvo el rango **a** el cual reportó 11.45 cm, el mismo que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del A2B3 (100 ppm de AG3 y 21 días frío) que fue el rango **b** con el cual se obtuvo 9.63cm, acotando de que el valor de 11.45cm obtuvo un 15.89% de incremento en altura con respecto al promedio del tratamiento menor es decir 1.82 cm.

**Cuadro 8. Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 45 días.**

<b>Interacción AB</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
A1B1	10.80	ab
<b>A1B2</b>	<b>11.45</b>	<b>a</b>
A1B3	11.42	a
A2B1	11.06	ab
A2B2	10.61	ab
<b>A2B3</b>	<b>9.63</b>	<b>b</b>
A3B1	9.96	ab
A3B2	9.81	ab
A3B3	10.15	ab



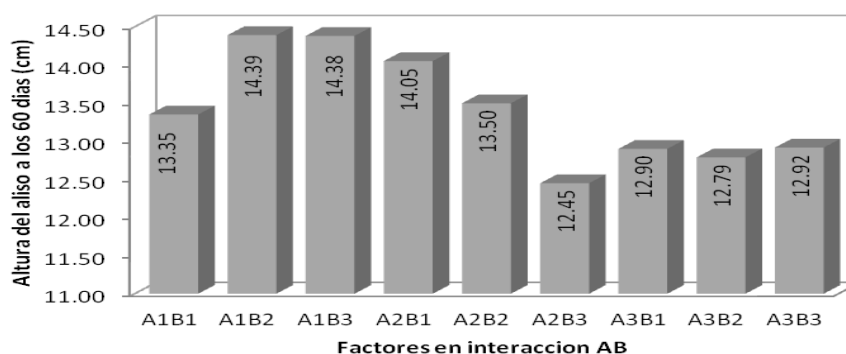
**Gráfico 5. Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 45 días.**



De acuerdo a Tukey al 5% (Cuadro 9 y Gráfico 6) el tratamiento A1B2 (50 ppm de AG3 y 14 días frío) como rango **a** registró 14.39cm a los 60 días, valor que difieren significativamente del tratamiento A2B3 (100 ppm de AG3 y 21 días frío) que fue el rango **b** con el cual se reportó 12.45 cm, esto posiblemente se deba a que la altura del aliso depende del tratamiento pregerminativo, es decir utilizando más cantidad de ácido giberélico no se adquiere plantas más altas, sino mas bien con el nivel de 50 ppm y 14 días frío. Teniendo así a los 60 días un 13.48% de incremento en altura con respecto al promedio del tratamiento menor, es decir la diferencia entre estos dos tratamientos en altura fue de 1.94cm.

**Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 60 días.**

<b>Interacción AB</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
A1B1	13.35	ab
<b>A1B2</b>	<b>14.39</b>	<b>a</b>
A1B3	14.38	a
A2B1	14.05	ab
A2B2	13.50	ab
<b>A2B3</b>	<b>12.45</b>	<b>b</b>
A3B1	12.90	ab
A3B2	12.79	ab
A3B3	12.92	ab

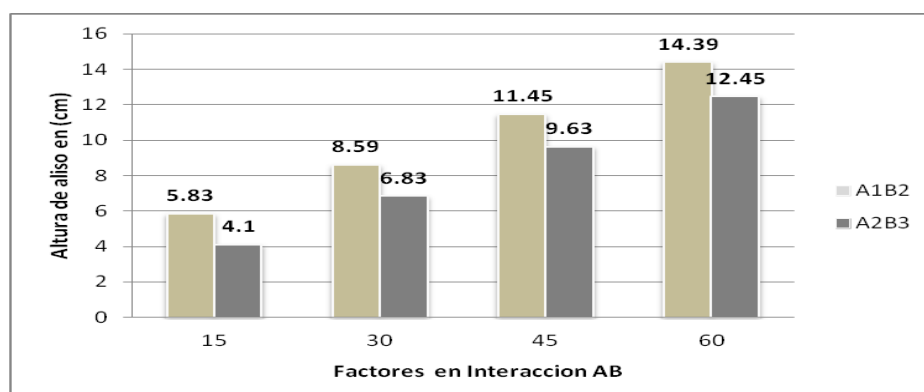


**Gráfico 6. Prueba de Tukey al 5% en altura de plantas de aliso producidas bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 60 días.**

En función al (Cuadro 10 y Gráfico 7) se puede señalar que de los 15 hasta los 60 días el tratamiento A1B2 (50 ppm de AG3 y 14 días frío) y A1B3 (50 ppm de AG3 y 21 días frío) han sido los de mejor resultado ya que los incrementos en altura fueron de 4.28 y 4.35 cm/mes; mientras que el tratamiento A2B3 (100 ppm de AG3 y 21 días frío) obtuvo promedios de 4,17cm/mes de crecimiento en altura siendo así el de menor desarrollo. Según <http://elsemillero.net> para disminuir la mortalidad de las plántulas durante el transplante y estimular el incremento de altura, se aplica en aspersion una solución de ácido giberélico (50, 150 ó 250 ppm)

**Cuadro 10. Prueba de Tukey General al 5% para las alturas del aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico en interacción con los días de preenfriamiento.**

Interacción AB	Días de evaluación de la altura del Aliso (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
A1B1	5.30 ab	7.96 ab	10.80 ab	13.35 ab
<b>A1B2</b>	<b>5.83 a</b>	<b>8.59 a</b>	<b>11.45 a</b>	<b>14.39 a</b>
<b>A1B3</b>	<b>5.67 a</b>	<b>8.56 a</b>	<b>11.42 a</b>	<b>14.38 a</b>
A2B1	5.41 ab	8.22 ab	11.06 ab	14.05 ab
A2B2	4.86 ab	7.72 ab	10.61 ab	13.50 ab
<b>A2B3</b>	<b>4.10 b</b>	<b>6.83 b</b>	<b>9.63 b</b>	<b>12.45 b</b>
A3B1	4.32 ab	7.12 ab	9.96 ab	12.90 ab
A3B2	4.21 b	6.98 b	9.81 ab	12.79 ab
A3B3	4.85 ab	7.47 ab	10.15 ab	12.92 ab



**Gráfico 7. Prueba de Tukey General al 5% para las alturas del aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico en interacción con los días de preenfriamiento.**

**3. Análisis de varianza para el número de hojas de aliso a los 15, 30, 45 y 60 días, sometidos a diferentes dosis de ácido giberélico y preenfriamiento**

Según el análisis de varianza ( ADEVA ) el número de hojas de aliso a los 15,30,45 y 60 días fue de 4.92, 5.63, 6.04 y 6.24 hojas con coeficientes de variación de de 11.15, 8.48, 10.94 y 12.31 %, (Cuadro 11), se determinó que existe diferencias significativas para el número de hojas a los 15 días para los niveles de ácido giberélico Factor A y al contrastar el tratamiento T3 (150ppm de AG3) vs el resto a los 15 y 30 días respectivamente, con el restante no hay significancia ni a los 45 y 60 días.

**Cuadro 11. Cuadrados medios para el número de hojas de aliso a los 15, 30, 45 y 60 días bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.**

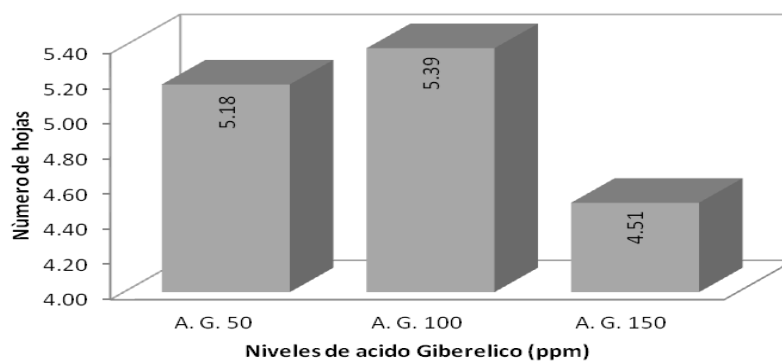
F. V	G.L	Cuadro Medio para el número de hojas del Aliso							
		15 días		30 días		45 días		60 días	
Total	44								
<b>Factor A</b>	2	<b>1.91</b>	<b>**</b>	0.51	ns	0.15	ns	0.64	ns
Factor B	2	0.40	ns	0.20	ns	0.22	ns	0.33	ns
Int. AB	4	0.54	ns	0.53	ns	0.35	ns	0.24	ns
Ts1 vs Resto	1	0.04	ns	0.26	ns	0.12	ns	0.09	ns
Ts2 vs Resto	1	0.15	ns	0.80	ns	1.69	ns	1.20	ns
<b>Ts3 vs Resto</b>	1	<b>2.89</b>	<b>**</b>	<b>1.55</b>	<b>*</b>	0.64	ns	0.06	ns
Ts4 vs Resto	1	0.22	ns	0.14	ns	0.82	ns	0.72	ns
Ts5 vs Resto	1	0.01	ns	0.21	ns	0.29	ns	0.82	ns
Ts6 vs Testo	1	0.17	ns	0.16	ns	0.00	ns	0.50	ns
Error	30	0.30		0.23		0.44		0.59	
CV %		<b>11.15</b>		<b>8.48</b>		<b>10.94</b>		<b>12.31</b>	
Media		<b>4.92</b>		<b>5.63</b>		<b>6.04</b>		<b>6.24</b>	

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 12 y Gráfico 8) a 15 días la utilización de T2 (100 ppm de ácido giberélico) que obtuvo el rango **a** permitió registrar 5.39 hojas, valor que difiere significativamente del tratamiento con T3 (150 ppm de ácido giberélico) que obtuvo el rango **b** con el cual se registró 4.51 hojas, esto se debe a que

posiblemente este tratamiento pregerminativo de alguna manera influyo en la reducción de hojas de aliso. Significa entonces que con este tratamiento de 100 ppm de AG3 se ha obtenido un 16.32% más de producción de hojas con respecto al promedio con 150 ppm de AG3.

**Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de aliso a los 15 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Niveles de Ácido Giberélico	Media	Rango
A. G. 50	5.18	a
A. G. 100	5.39	a
A. G. 150	4.51	b



**Gráfico 8. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de aliso a los 15 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico**

## **B. CULTIVO DE PINO BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y DIFERENTES TIEMPOS DE ENFRIAMIENTO.**

### **1. Análisis de varianza para el número de plantas de pino repicadas, vivas, muertas y porcentaje de prendimiento.**

El porcentaje de prendimiento de pino (Cuadro 13) fue de 91.28 plantas, con un coeficiente de variación (CV) de 3.24 %, al analizar los resultados experimentales según el Análisis de varianza (ADEVA) se pudo identificar diferencias

estadísticas significativas para los diferentes niveles de ácido giberélico factor A (AG3) con 97.57%, y también al contrastar el testigo T1 versus el resto (50ppm de AG3) con 38.40%, el resto de tratamientos no son significativos.

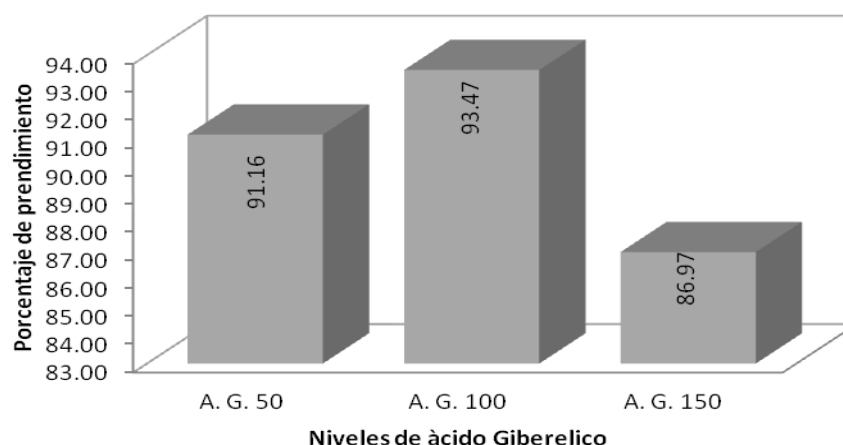
**Cuadro 13. Análisis de varianza en cuadrados medios para el número de plantas de pino repicadas, vivas, muertas y porcentaje de prendimiento bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y preenfriamiento.**

F. V	G.L	Cuadro medio para las plantas del Pino							
		Repicadas		Vivas		Muertas		Prendimiento	
Total	44								
<b>Factor A</b>	2	4845.04	**	4310.33	**	28.26	**	<b>97.57</b>	**
Factor B	2	1222.48	**	1110.33	**	3.37	ns	22.06	ns
Int. AB	4	44.43	*	28.00	ns	3.59	ns	17.80	ns
<b>T s1 vs Resto</b>	1	871.56	**	990.63	**	3.81	ns	<b>38.40</b>	*
Ts2 vs Resto	1	1857.23	**	1883.14	**	0.09	ns	27.65	ns
Ts3 vs Resto	1	25.85	ns	0.00	ns	25.85	**	30.02	ns
Ts4 vs Resto	1	1497.22	**	1489.45	**	0.01	ns	22.08	ns
Ts5 vs Resto	1	3103.47	**	2958.01	**	1.75	ns	23.49	ns
Ts6 vs Testo	1	1169.79	**	918.53	**	15.17	*	0.09	ns
Error	30	13.24		11.33		3.33		8.74	
<b>CV %</b>		5.11		5.14		31.72		<b>3.24</b>	
<b>Media</b>		71.20		65.44		5.76		<b>91.28</b>	

De acuerdo a la prueba de Tukey del 5% (Cuadro 14 y Gráfico 9) la utilización de 100 ppm de ácido giberélico AG3 que obtuvo el rango **a** permitió registrar 93.47% de prendimiento en pino, valor que difiere significativamente del resto de niveles, principalmente del nivel 150 ppm de ácido giberélico AG3 que obtuvo el rango **b** con el cual se determinó 86.97%, es decir existe un 6.5 % de diferencia entre el promedio mayor y el menor lo cual valida que los 100 ppm de AG3 es lo recomendado.

**Cuadro 14. Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de plantas de pino bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Niveles de A. G.	Media	Rango
A. G. 50	91.16	b
<b>A. G. 100</b>	<b>93.47</b>	<b>a</b>
A. G. 150	86.97	b



**Gráfico 9. Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de plantas de pino bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

**2. Análisis de varianza en altura del pino a los 15, 30, 45 y 60 días, sometidos a diferentes dosis de ácido giberélico y preenfriamiento**

La altura del pino al aplicar diferentes niveles de ácido giberélico y en diferentes periodos de enfriamiento permitió alturas a los 15, 30, 45 y 60 días de 4.85, 7.51, 10.21 y 13.09 cm y coeficientes de variación de 10.97, 7.63, 5.90 y 5.61 %. Al someter los resultados experimentales al análisis de varianza ADEVA (Cuadro 15) se pudo determinar diferencias altamente significativas para los niveles de AG3 (ácido giberélico) y periodos de frío en las cuatro mediciones quincenales respectivas, también se encontraron diferencias estadísticas significativas para los contrastes control 1 (50ppm AG3 vs el resto), control 3 (150 ppm AG3 vs resto) y control 4 (7 días frío vs resto).

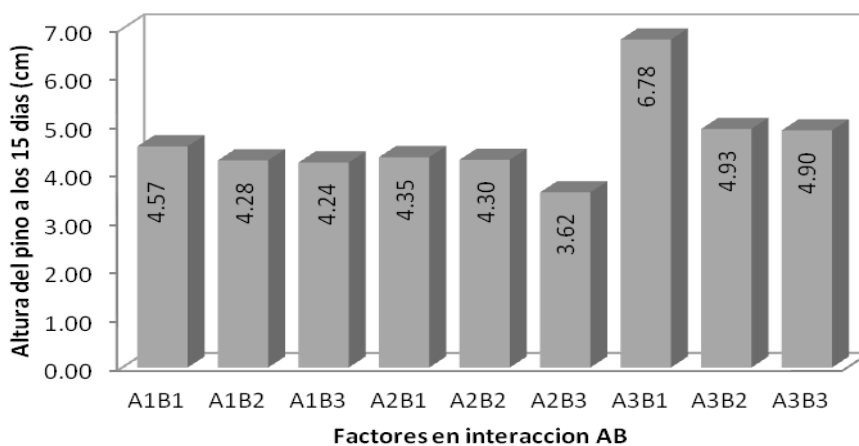
**Cuadro 15. Análisis de varianza en cuadrados medios para la altura de pino a los 15, 30, 45 y 60 días, bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.**

F. V	G.L	Cuadrados medios para la Altura del Pino (cm)			
		15 días	30 días	45 días	60 días
Total	44				
<b>Factor A</b>	2	<b>5.34 **</b>	<b>5.23 **</b>	<b>5.67 **</b>	<b>5.59 **</b>
<b>Factor B</b>	2	<b>2.34 **</b>	<b>2.44 **</b>	<b>3.16 **</b>	<b>3.35 **</b>
Int. AB	4	0.86 *	0.67 ns	0.61 ns	0.55 ns
<b>T s1 vs Resto</b>	1	<b>3.63 **</b>	<b>9.67 **</b>	<b>16.85 **</b>	<b>6.99 **</b>
Ts2 vs Resto	1	0.45 ns	0.36 ns	0.59 ns	0.08 ns
<b>Ts3 vs Resto</b>	1	<b>2.80 **</b>	<b>3.16 **</b>	<b>4.05 **</b>	<b>4.77 **</b>
<b>Ts4 vs Resto</b>	1	<b>2.35 **</b>	<b>3.49 **</b>	<b>4.54 **</b>	<b>5.55 **</b>
Ts5 vs Resto	1	0.09 ns	0.29 ns	0.64 ns	0.99 ns
Ts6 vs Testo	1	1.18 ns	1.92 *	2.86 **	3.55 *
Error	30	0.28	0.33	0.36	0.54
<b>CV %</b>		<b>10.97</b>	<b>7.63</b>	<b>5.90</b>	<b>5.61</b>
<b>Media</b>		<b>4.85</b>	<b>7.51</b>	<b>10.21</b>	<b>13.09</b>

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 16 y Gráfico 10) la utilización de A3B1 (150 ppm de AG3 + 7 días frío) que obtuvo el rango **a** registró una altura a los 15 días de 6.78 cm, valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del A2B3(100 ppm de AG3 + 21 días frío) que obtuvo el rango **b** con el cual se determinó 3.62 cm de altura; posiblemente se debe a que tanto el ácido giberélico AG3 como el frío tienen influencia en la altura de la planta puesto que se determinó diferencias estadísticas. Según (Ortiz, 2003) estableció que utilizando 300 ppm de ácido giberélico y 75 días frío, reportó una altura promedio de 5.77 cm. en orden descendente, 200 ppm con 25 días frío 4.22cm de altura de planta y con 100 ppm y 25 días frío 3.47 cm. de altura, con esto podemos señalar que en la presente investigación con 150 ppm de AG3 + 7 días frío hemos obtenidos 1.01 cm de incremento en altura con respecto a los 5.77 cm de la investigación que señala Ortiz.

**Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5% para la altura del pino a los 15 días bajo el efecto de los niveles de AG3 en interacción con los días de preenfriamiento.**

<b>Interacción AB</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
A1B1	4.57	b
A1B2	4.28	b
A1B3	4.24	b
A2B1	4.35	b
A2B2	4.30	b
<b>A2B3</b>	<b>3.62</b>	<b>b</b>
<b>A3B1</b>	<b>6.78</b>	<b>a</b>
A3B2	4.93	b
A3B3	4.90	b



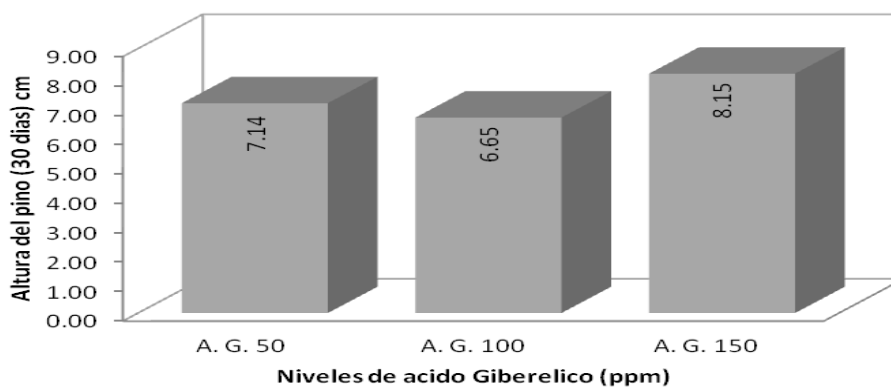
**Gráfico 10. Prueba de Tukey al 5% para la altura de las plantas de pino producidas bajo el efecto de diferentes niveles de AG3 en interacción con el periodo de preenfriamiento a los 15 días.**

La Prueba de Tukey al 5% (Cuadro 17 y Gráfico 11) la utilización de 150 ppm de ácido giberélico que obtuvo el rango **a** permitió registrar 8.15 cm de altura, el cual difiere significativamente del resto de niveles, principalmente del 100 ppm de ácido giberélico que obtuvo el rango **b** con el cual se reportó 6.65 cm, esto se debe a que por un lado el ácido giberélico influye en el desarrollo del pino, además de otros factores que no se encuentra en estudio. Efectuando un comparativo el tratamiento con promedio mayor (AG3 150ppm) a los 30 días tiene 1.5 cm de incremento con respecto al de menor promedio (AG3 100ppm) es decir el 18.4%.



**Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Niveles de Acido Giberélico	Media	Rango
A. G. 50	7.14	b
<b>A. G. 100</b>	<b>6.65</b>	<b>b</b>
<b>A. G. 150</b>	<b>8.15</b>	<b>a</b>

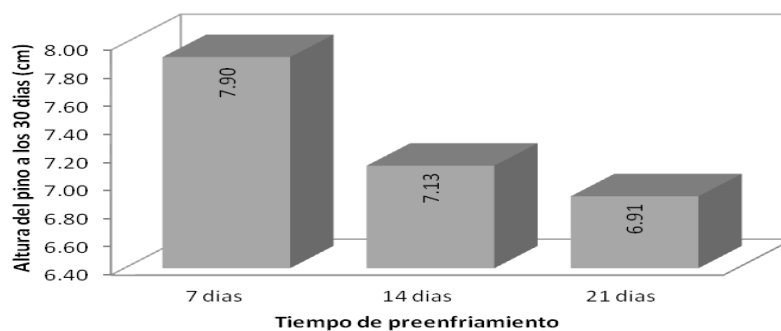


**Gráfico 11. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Tukey al 5% (Cuadro 18 y Gráfico 12) al permanecer la semilla de pino 7 días en frío obtuvo el rango **a** el cual registró 7.90 cm de altura a los 30 días, los cuales difieren significativamente del resto de tiempos frío, principalmente del enfriamiento de 21 días que obtuvo el rango **b** puesto que esta planta alcanzó una altura de 6.91 cm, teniendo así una diferencia de 0.99 cm en altura, lo que equivale al 12.53% entre los datos obtenidos de 7 vs 21 días.

**Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.**

Días Enfriamiento	Media	Rango
<b>7 días</b>	<b>7.90</b>	<b>a</b>
14 días	7.13	b
<b>21 días</b>	<b>6.91</b>	<b>b</b>

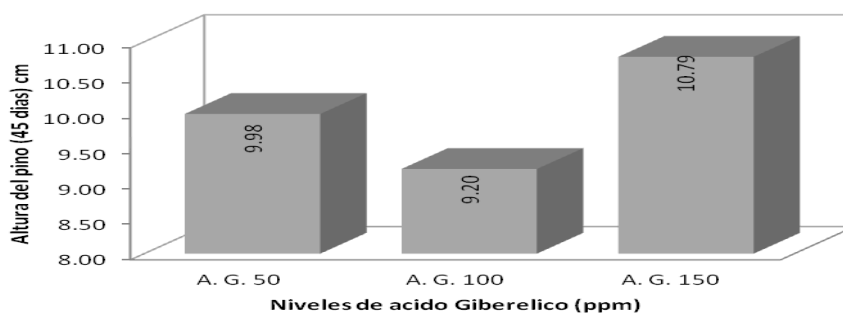


**Gráfico 12. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 30 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento**

Tukey al 5% (Cuadro 19 y Gráfico 13) a los 45 días con la utilización de 150 ppm de AG3 obtuvo el rango **a** permitiendo registrar 10.79 cm de altura, el mismo que difiere estadísticamente del resto de niveles, principalmente del 100 ppm de AG3 que obtuvo el rango **b** puesto que con este tratamiento se alcanzó 9.20 cm, es decir existió un 14.73% de incremento en lo que respecta a la altura o sea 1.59 cm de diferencia.

**Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Niveles de Ácido Giberélico	Media	Rango
A. G. 50	9.98	b
A. G. 100	9.20	b
A. G. 150	10.79	a

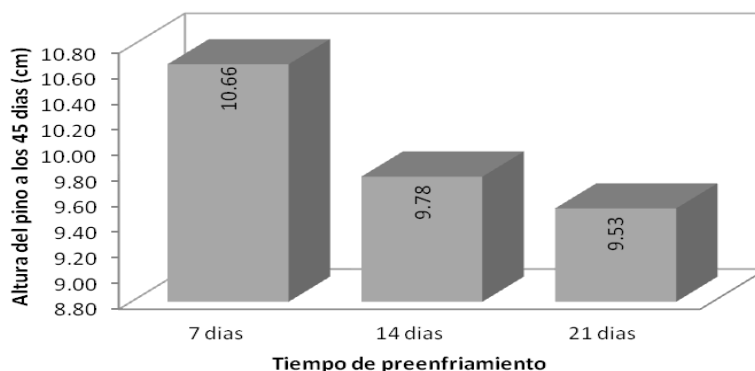


**Gráfico 13. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

De acuerdo a Tukey al 5% (Cuadro 20 y Gráfico 14) la permanencia de la semilla de pino en frío por 7 días obtuvo el rango **a** registrando 10.66 cm de altura a los 45 días, el mismo que difieren significativamente del resto de tiempos, principalmente del enfriamiento durante 21 días que obtuvo el rango **b** puesto que esta planta alcanzo una altura de 9.53 cm, es decir los 1.13cm de diferencia en altura del mayor vs el menor, lo que equivale a un 10.6%.

**Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.**

Días Enfriamiento	Media	Rango
<b>7 días</b>	<b>10.66</b>	<b>a</b>
14 días	9.78	b
<b>21 días</b>	<b>9.53</b>	<b>b</b>

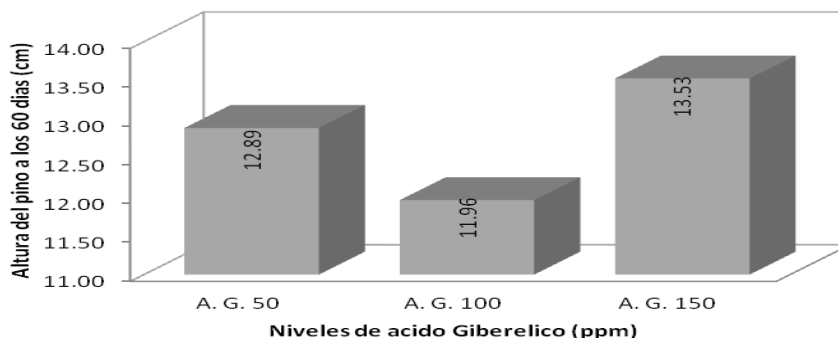


**Gráfico 14. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 45 días bajo el efecto de los días de preenfriamiento.**

En función a la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 21 y Gráfico 15) a los 60 días, la altura bajo la utilización de 150 ppm de ácido giberélico AG3 obtuvo el rango **a** registrando 13.53 cm de altura, el cual difiere significativamente del resto de niveles, principalmente del 100 ppm de ácido giberélico AG3 que obtuvo el rango **b** puesto que en este tratamiento se alcanzó 11.96 cm, siendo así este producto influyente en el desarrollo del pino. Entonces podemos concluir que el pino con el tratamiento mayor obtuvo 1.57 cm de crecimiento con respecto al menor es decir un 11.60% más en desarrollo de altura con respecto a los 100ppm de AG3.

**Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Niveles de Acido Giberélico	Media	Rango
A. G. 50	12.89	b
<b>A. G. 100</b>	<b>11.96</b>	<b>c</b>
<b>A. G. 150</b>	<b>13.53</b>	<b>a</b>

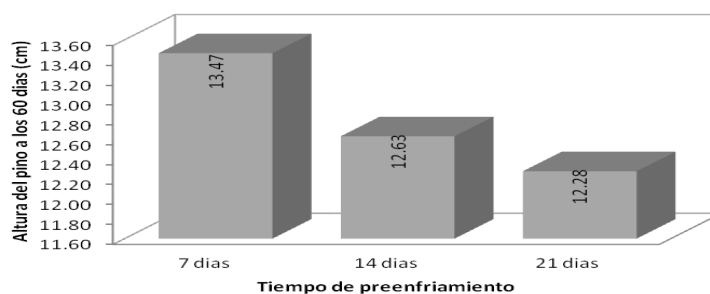


**Gráfico 15. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

En la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 22 y Gráfico 16) la permanencia de la semilla de pino en frío durante 7 días que obtuvo el rango **a**, permitió registrar 13.47 cm de altura a los 60 días, el mismo que difiere significativamente del resto de tiempos, principalmente del enfriamiento de 21 días que obtuvo el rango **b**, donde la planta alcanzó una altura de 12.28 cm, pudiendo manifestar que el enfriamiento de la semilla de pino influye en la altura del pino. Con esto determinamos que a los 60 días los 7 días frío obtuvieron un desarrollo de 6.73cm /mes vs los 6.14cm/mes que se obtuvieron con los 21 días frío, es decir en comparativo de promedios se obtuvo un 8.76% de incremento en altura de los 7 vs los 21 días.

**Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de días de preenfriamiento.**

Días Enfriamiento	Media	Rango
<b>7 días</b>	<b>13.47</b>	<b>a</b>
14 días	12.63	b
<b>21 días</b>	<b>12.28</b>	<b>b</b>



**Gráfico 16. Prueba de Tukey al 5% en altura del pino a los 60 días bajo el efecto de días de preenfriamiento.**

**3. Análisis de varianza para el número de hojas del pino a los 15, 30, 45 y 60 días, sometidos a diferentes dosis de ácido giberélico y preenfriamiento.**

El número de hojas a los 15, 30, 45 y 60 días fue de 4.95, 16.12, 27.52 y 42.50 hojas con coeficientes de variación de 7.99, 6.22, 4.96 Y 5.94 %, al someter los resultados experimentales al ADEVA (Cuadro 23) se obtuvo diferencias significativas al contrastar el tratamiento T1 vs el resto a los 15 días, a los 30, 45 y 60 días se encontró diferencias significativas al contrastar T3 vs el resto, el resto de tratamientos no presentaron significancia

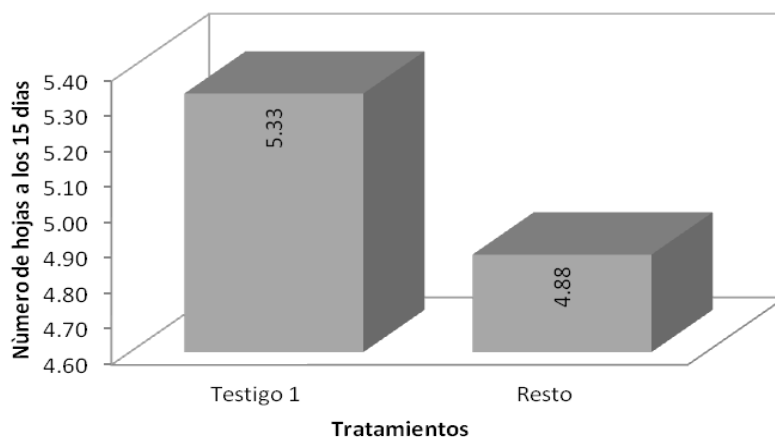
**Cuadro 23. Análisis de varianza para el número hojas de pino a los 15, 30, 45 y 60 días, bajo el efecto de dosis de ácido giberélico y preenfriamiento**

F. V	G.L	Cuadro medio para el número de hojas del Pino			
		15 días	30 días	45 días	60 días
Total	44				
Fatcor A	2	0,13 ns	0,72 ns	0,70 ns	1,49 ns
Factor B	2	0,33 ns	0,84 ns	5,31 ns	2,95 ns
Int. AB	4	0,17 ns	0,99 ns	2,18 ns	2,13 ns
<b>T s1 vs Resto</b>	1	<b>3,20 **</b>	0,19 ns	2,72 ns	5,04 ns
Ts2 vs Resto	1	0,00 ns	0,65 ns	3,06 ns	29,48 *
<b>Ts3 vs Resto</b>	1	0,24 ns	<b>14,84 **</b>	<b>37,28 **</b>	<b>56,93 **</b>
Ts4 vs Resto	1	0,26 ns	0,00 ns	0,02 ns	3,05 ns
Ts5 vs Resto	1	0,20 ns	0,06 ns	1,20 ns	13,27 ns
Ts6 vs Testo	1	0,11 ns	3,12 ns	5,34 ns	4,36 ns
Error	30	0,16	1,00	1,87	6,38
<b>CV %</b>		<b>7,99</b>	<b>6,22</b>	<b>4,96</b>	<b>5,94</b>
<b>Media</b>		<b>4,95</b>	<b>16,12</b>	<b>27,52</b>	<b>42,50</b>

En la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 24 y Gráfico 17) el número de hojas de pino a los 15 días al someter a los diferentes tratamientos registró que el control 1 (50 ppm de AG3) presentó un promedio 5.33 hojas/ planta el cual obtuvo el rango **a**, valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, donde se registró en promedio 4.88 hojas/planta el cual obtuvo el rango **b**, teniendo así un margen considerable con respecto al control.

**Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5% en número de hojas de pino a los 15 días bajo el efecto los días de preenfriamiento.**

Contraste 1	Media	Rango
Testigo 1	5,33	a
Resto	4,88	b

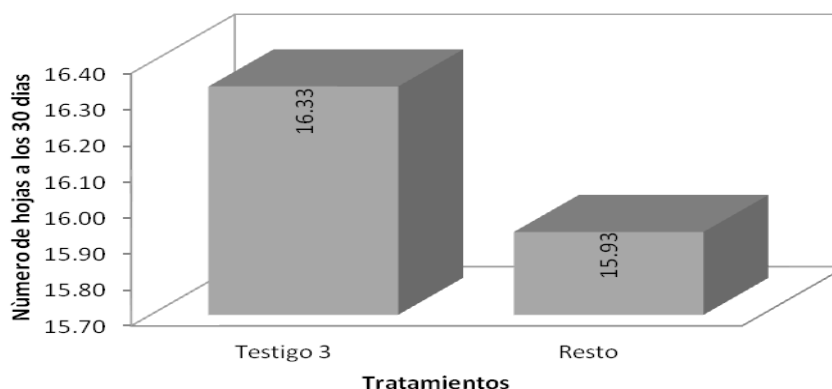


**Gráfico 17. Prueba de Tukey al 5% en número de hojas de pino a los 15 días bajo el efecto los días de preenfriamiento.**

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 25 y Gráfico 18) a los 30 días, la utilización de T3 (150 ppm de ácido giberélico AG3) registró 16.33 hojas /planta que obtuvo el rango **a**, el cual difiere significativamente del resto de niveles, puesto que alcanzó 15.93 hojas/planta que obtuvo el rango **b** influyendo este producto en la formación de hojas de pino.

**Cuadro 25. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

<b>Contraste 3</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Testigo 3	16,33	a
Resto	15,93	b

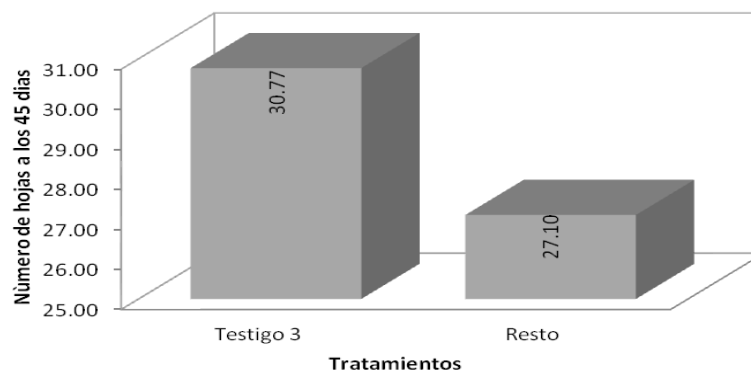


**Gráfico 18. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino a los 30 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

En la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 26 y Gráfico 19) transcurrido 45 días, el número de hojas del pino con la utilización de 150 ppm de AG3 sin preenfriamiento permitió registrar 30.77 hojas/planta que obtuvo el rango **a**, el cual difiere significativamente del resto de niveles, puesto que con en este tratamiento se alcanzó 27.10 hojas/planta que obtuvo el rango **b**, debiéndose así a sostener que los 150ppm de AG3 influyó en la formación de hojas de pino.

**Cuadro 26. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

<b>Contraste 3</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Testigo 3	30.77	a
Resto	27,10	b



**Gráfico 19. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas del pino a los 45 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

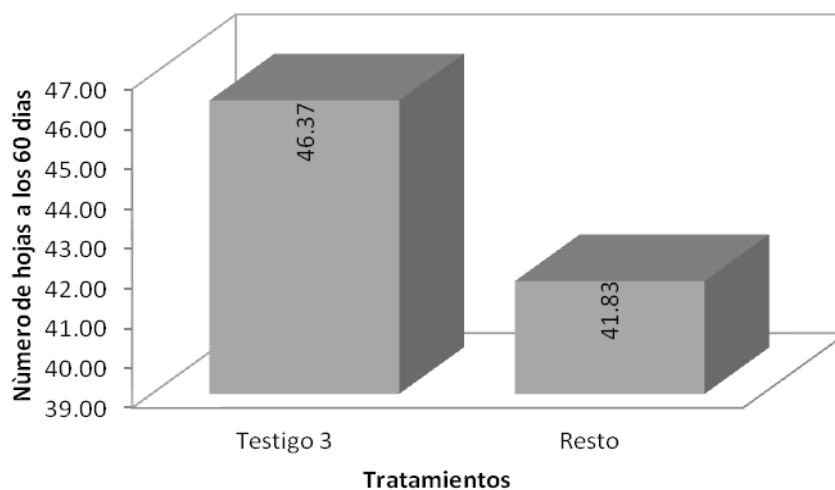
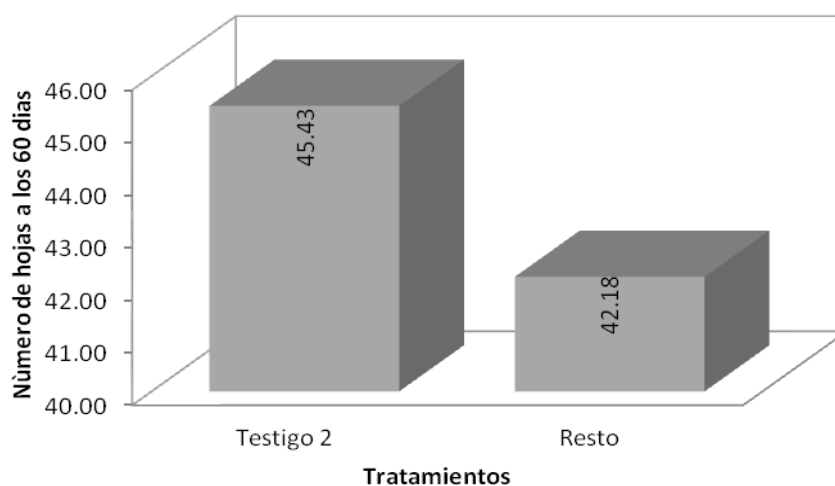
En función a la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 27, Gráfico 20) a los 60 días, la utilización de T2 (100 ppm AG3) que obtuvo el rango **a**, permitió registrar 45.43 hojas/planta el cual difiere significativamente del resto de niveles, con el cual se alcanzó 42.18 hojas/planta que obtuvo el rango **b** debiéndose a que este producto influyó en la producción de hojas. La otra significancia obtenida fue con el T3 (150 ppm de AG3) que obtuvo el rango **a**, alcanzó 46.37 hojas/planta, el mismo que supera del resto de tratamientos puesto que en promedio registró 41.83 hojas que obtuvo el rango **b**.

En resumen utilizando 100 ppm de AG3 y 150 ppm de AG3 vs el resto de niveles se obtuvo 22.71 y 23.18 hojas /planta/mes, efectuando el comparativo con el valor promedio del resto se obtuvieron resultados de 21.09 y 20.91 hojas/planta/mes; es decir 1.62 y 2.27 hojas de diferencia en lo que ha producción de acículas se refiere.

**Cuadro 27. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

Contraste 2	Media	Rango
Testigo 2	<b>45,43</b>	<b>a</b>
Resto	42,18	b
Testigo 3	<b>46,37</b>	<b>a</b>
Resto	41,83	b





**Gráfico 20. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de pino a 60 días bajo el efecto de los niveles de ácido giberélico.**

### **C. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO DE ALISO**

En función al Cuadro 28, la utilización de A3B1 (150 ppm de ácido giberélico AG3 + 7 días de preenfriamiento) permitió registrar un beneficio de \$6.40/parcela neta, la cual supera del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento A3B2 (150 ppm de ácido giberélico AG3 + 14 días de preenfriamiento) con el que se obtuvo \$ 2.79 con respecto a los costos variables.

**Cuadro 28. Análisis económico de aliso bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.**

Tratamientos	C. Variables			Producción		Ingreso Neto	Beneficio Neto
	Ácido Giberélico	Fundas	C. Variables	Plantas	Ajustada 10%		
Aliso							
A1B1	0.69	0.68	1.37	50.67	45.60	6.84	5.47
A1B2	1.39	0.69	2.08	52.00	46.80	7.02	4.94
A1B3	2.08	0.67	2.75	50.33	45.30	6.80	4.04
A2B1	0.69	0.48	1.17	35.67	32.10	4.82	3.65
A2B2	1.39	0.58	1.97	43.33	39.00	5.85	3.88
A2B3	2.08	0.70	2.78	52.33	47.10	7.07	4.28
<b>A3B1</b>	0.69	0.78	1.47	58.33	52.50	7.88	<b>6.40</b>
<b>A3B2</b>	1.39	0.46	1.85	34.33	30.90	4.64	<b>2.79</b>
A3B3	2.08	0.71	2.79	53.00	47.70	7.16	4.37

De acuerdo al (Cuadro 29) al realizar el respectivo análisis de dominancia, se puede mencionar que los tratamientos no dominados fueron A2B1 (100 ppm de AG3 con 7 días frío), A1B1 (50 ppm de AG3 con 7 días frío) y A3B1 (150 ppm de AG3 con 7 días frío) los cuales dominan al resto de tratamientos, esto se debe a una serie de factores que intervienen sobre todo los costos variables y los rendimientos productivos o número de plantas vivas. (Anexo 1)

**Cuadro 29. Análisis de dominancia del cultivo de aliso**

Tratamientos	C. Variables	Beneficio Neto	Dominancia
A2B1	1.17	3.65	ND
A1B1	1.37	5.47	ND
<b>A3B1</b>	<b>1.47</b>	<b>6.40</b>	<b>ND</b>
<b>A3B2</b>	<b>1.85</b>	<b>2.79</b>	<b>D</b>
A2B2	1.97	3.88	D
A1B2	2.08	4.94	D
A1B3	2.75	4.04	D
A2B3	2.78	4.28	D
A3B3	2.79	4.37	D

De acuerdo al (Cuadro 30) A1B1 (50 ppm de AG3 + 7 días de frío) y A3B1 (150 ppm de AG3 + 7 días frío) permitieron registrar una TRM de 912.50 % con referencia al tratamiento A2B1 (100 ppm de AG3 + 7 días frío); sin embargo el tratamiento A1B1 (50 ppm de AG3 + 7 días de frío) es el recomendable ya que realiza un incremento en la inversión de \$0.20 con respecto al tratamiento A2B1 y obtenemos como margen de beneficio \$1.83, a sabiendas de que la tasa de retorno marginal está en función de los costos variables.

**Cuadro 30. Tasa de retorno marginal del cultivo de Aliso**

Tratamientos	Costos Variables	Margen Costo	Beneficio Neto	Margen de Beneficio	TRM
A2B1	1.17		3.65		
<b>A1B1</b>	<b>1.37</b>	<b>0.20</b>	<b>5.47</b>	<b>1.83</b>	<b>912.50</b>
A3B1	1.47	0.10	6.40	0.93	912.50

#### D. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO DE PINO

En función al (Cuadro 31) la utilización de A1B2 (50 ppm de AG3 + 14 días frío ) permitió registrar un beneficio de \$13.78 por parcela neta, la misma que supera del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento A3B3 (150ppm de AG3 + 21 días frío) con el cual se determino \$1.58 con respecto a los costos variables.

**Cuadro 31. Análisis económico del pino bajo el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico y frecuencias de aplicación.**

Tratamientos	Costos Variables			Producción		Ingreso Neto	Beneficio Neto
	Ácido Giberélico	Fundas	Total	Plantas	Ajustada 10%		
Pino							
A1B1	0.69	0.96	1.65	72.00	64.80	12.96	11.31
<b>A1B2</b>	<b>1.39</b>	<b>1.21</b>	<b>2.60</b>	<b>91.00</b>	<b>81.90</b>	<b>16.38</b>	<b>13.78</b>
A1B3	2.08	0.84	2.93	63.33	57.00	11.40	8.47
A2B1	0.69	0.78	1.48	58.67	52.80	10.56	9.08
A2B2	1.39	0.90	2.29	67.67	60.90	12.18	9.89
A2B3	2.08	0.68	2.76	51.00	45.90	9.18	6.42
A3B1	0.69	0.41	1.10	30.67	27.60	5.52	4.42
A3B2	1.39	0.58	1.97	43.67	39.30	7.86	5.89
<b>A3B3</b>	<b>2.08</b>	<b>0.29</b>	<b>2.38</b>	<b>22.00</b>	<b>19.80</b>	<b>3.96</b>	<b>1.58</b>

De acuerdo al (Cuadro 32) los tratamientos no dominados fueron A3B1 (150 ppm de AG3 y 7 días frío), A2B1 (100 ppm de AG3 y 7 días frío), A1B1 (50 ppm de AG3 y 7 días frío) y A1B2 (50 ppm de AG3 y 14 días frío) los cuales dominan al resto de tratamientos, esto se debe a una serie de factores como los costos variables y los rendimientos productivos que intervienen en el cultivo de pino (Anexo 2)

**Cuadro 32. Análisis de dominancia del cultivo de pino**

Tratamientos	C. Variables	Beneficio Neto	Dominancia
A3B1	1.10	4.42	ND
A2B1	1.48	9.08	ND
A1B1	1.65	11.31	ND
A3B2	1.97	5.89	D
A2B2	2.29	9.89	D
<b>A3B3</b>	<b>2.38</b>	<b>1.58</b>	<b>D</b>
<b>A1B2</b>	<b>2.60</b>	<b>13.78</b>	<b>ND</b>
A2B3	2.76	6.42	D
A1B3	2.93	8.47	D

En función al (Cuadro 33) la utilización de los tratamientos A2B1 (100 ppm de AG3 con 7 días frío) y A1B1 (50 ppm de AG3 con 7 días frío) permitieron registrar una tasa de retorno marginal TRM de 1250.00 % con respecto al tratamiento A3B1 (150 ppm de AG3 y 7 días frío), pudiendo manifestar que A2B1 (100 ppm de AG3 con 7 días frío) con \$0.37 con respecto al tratamiento A3B1 y obtenemos como margen de beneficio de \$4.67 siendo así el más recomendable para garantizar nuestra inversión.

**Cuadro 33. Tasa de retorno marginal del cultivo de Pino**

Tratamientos	Costos Variables	Margen Costo	Beneficio Neto	Margen de Beneficio	TMR
A3B1	1.10		4.42		
<b>A2B1</b>	<b>1.48</b>	<b>0.37</b>	<b>9.08</b>	<b>4.67</b>	<b>1250.00</b>
A1B1	1.65	0.18	11.31	2.22	1250.00
A1B2	2.60	0.95	13.78	2.47	260.84

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Concluimos en aliso que el tratamiento T1 (50 ppm de AG3) y T6 (21 días frío) mostraron diferencias significativas en lo que concierne al prendimiento de plantas con respecto al resto de tratamientos a los 60 días.
2. El factor A solo con ácido giberélico (100 ppm AG3) registró mayor prendimiento en pino, valor que difiere significativamente, principalmente del nivel con (150 ppm AG3) con el que se obtuvo el menor prendimiento, es decir que los 100 ppm de AG3 nos ayudan a incrementar en un 6.5% el prendimiento de plantas con respecto al promedio inferior obtenido.
3. La interacción A1B2 (50 ppm de AG3 con 14 días frío) a los 60 días registró mayor valor en altura, el cual difiere significativamente de la interacción A2B3 (100 ppm de AG3 y 21 días frío) con el cual se reportó el menor crecimiento en altura, esto posiblemente se deba a que la altura del aliso depende del tratamiento pregerminativo, es decir utilizando mayor cantidad de ácido giberélico menor altura y a menor cantidad de ácido giberélico obtenemos mayor altura.
4. En función al análisis de dominancia para el aliso en lo que respecta a las interacciones A1B1 (50 ppm de AG3 con 7 días frío) y A3B1 (150 ppm de AG3 con 7 días frío) registraron una tasa de retorno marginal (TRM) de 912.5% con respecto a la del tratamiento A2B1 (100 ppm de AG3 con 7 días frío).
5. Con el análisis de dominancia para el pino, obtuvimos que las interacciones A2B1 (100 ppm de AG3 con 7 días frío) y A1B1 (50 ppm de AG3 con 7 días frío) registraron una tasa de retorno marginal (TRM) de 1250% con respecto al tratamiento A3B1 (150 ppm de AG3 con 7 días frío).
6. A los 60 días, la altura del pino utilizando (150 ppm AG3) obtuvo el mayor desarrollo en altura, difiriendo significativamente del resto de niveles, principalmente del (100 ppm AG3) con el cual se obtuvo menor crecimiento; concluyendo que con 150 ppm de AG3 a los 60 días, el pino creció 6.76cm/mes en altura, mientras que con 100 ppm de AG3 se obtuvo 5.98cm/mes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el tratamiento A1B1 (50 ppm de ácido giberélico con 7 días frío) es el que permite obtener \$1.83 dándonos una tasa de retorno marginal de 912.5% que es el más viable para garantizar nuestra inversión en función a nuestros costos variables.
2. El resultado obtenido nos señalan que el tratamiento A2B1 (100 ppm de ácido giberélico con 7 días frío) es el que permite obtener \$4.67, dándonos una tasa de retorno marginal de 1250% siendo la más viable para garantizar nuestra inversión.
- 3 La interacción A1B2 (50 ppm de AG3 con 14 días frío) a los 60 días registró el mayor valor en altura, esto posiblemente se deba a que la altura del aliso depende del tratamiento pregerminativo, es decir utilizando mayor cantidad de ácido giberélico obtenemos menor altura y a menor cantidad de ácido giberélico obtenemos mayor altura
4. La altura del pino a los 60 días utilizando el factor A (150 ppm de ácido giberélico AG3) registró el mayor desarrollo en altura, obteniendo 6.76 cm/mes en altura, mientras que con 100 ppm de AG3 se obtuvo 5.98cm/mes.
5. Realizar investigaciones in vitro a partir de plantaciones mejoradas genéticamente como son las de Huerto semillero para generar clones tanto en pino como en aliso, esto con la finalidad de acortar tiempo en el retorno de la inversión forestal y tener buenos resultados en la calidad de la madera.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propone: evaluar el efecto de dos tratamientos pregerminativos en semillas de aliso (*Alnus acuminata*) y pino (*Pinus patula*), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; además determinar la influencia del ácido giberélico y preenfriamiento en la ruptura de la latencia en las semillas de aliso, pino y realizar el análisis económico de los dos tratamientos pregerminativos. Las semillas de pino y aliso fueron certificadas y adquiridas a Profafor. Utilizando un DCA con arreglo combinatorio se utilizó Ácido Giberélico AG3 en dosis de (50, 100 y 150 ppm) y periodos de preenfriamiento de (7, 14 y 21 días) con dos controles uno con días frío y el otro solo con dosis de AG3. Fueron 15 tratamientos con tres repeticiones para cada especie, es decir el número de unidades experimentales por especie fue de 45, las unidades experimentales fueron de 0.35 m<sup>2</sup> (bandejas de germinación de 100 alveolos) por lo tanto en la presente investigación se ocupó 90 bandejas y el área ocupada dentro del invernadero fue de de 50 m<sup>2</sup>. Se utilizó 100 aspersores y el riego fue de 18lt/minuto. Utilizando (150 ppm de ácido giberélico y 7 días frío) en el cultivo de aliso se obtuvo un beneficio de \$6.4/parcela neta, el cual superó al resto de tratamientos especialmente al de (150 ppm de ácido giberélico y 14 días frío) con el cual se obtuvo apenas \$2.79 por parcela neta; realizado el análisis de dominancia la TRM ( tasa de retorno marginal fue de 912.5%. En pino utilizar (50 ppm de ácido giberélico y 14 días frío) permitió un beneficio de \$13.78/parcela, el cual supera al resto de tratamientos principalmente el de (150 ppm de ácido giberélico y 21 días frío) con el que se obtuvo \$1.58/ parcela neta; aplicado el análisis de dominancia utilizar (100 ppm de ácido giberélico con 7 días frío) y (50 ppm de ácido giberélico con 7 días frío) registraron una TRM (tasa de retorno marginal de 1250% )

## **IX. SUMMARY**

This research aims to: assess the effect of two pre-germination treatments in seeds of alder (*Alnus acuminata*) and pine (*Pinus patula*), in the canton Riobamba, Chimborazo province. Also determine the influence of gibberellic acid and pre-cooling in breaking dormancy in seeds of alder, pine and perform economic analysis of the two pre-germination treatments.

The seeds of pine and alder were certified and acquired Profafor. Using a combinatorial DCA under Gibberellic Acid GA3 was used at doses (50,100 and 150 ppm) and pre-cooling periods (7, 14 and 21 days) with two controls each cold day and the other only at doses AG3.

There were 15 treatments with three replicates for each species, the number of experimental units per species was 45, the experimental units were 0.35 square meters (100 germination trays alveoli) so in this investigation took 90 trays and the area occupied in the greenhouse was 50 square meters.

We used 100 sprinklers and irrigation was 18 liters/minute. Using (150 ppm gibberellic acid and cold 7 days) which was obtained with just \$2.97 per net plot, performed the analysis of dominance Marginal Rate of Return (MRR) was 912.5%

Pine should be used (50 ppm of gibberellic acid and 14 days cold) allowed a profit of \$13.78/parcel, which exceeds the other treatments primarily the 150 ppm of gibberellic acid and 21 days cold which got \$1.58/net plot, applied dominance analysis used (100 ppm gibberellic acid 7 day cold) and 50 ppm gibberellic acid with cold 7 days showed a 1250% MRR.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. DE LA VEGA, R. 1985. Efecto del ácido giberélico y del preenfriamiento sobre la ruptura del reposo en semillas de salvia (*Salvia splendens*). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 56 p.
2. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. España, Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero 184 p.
3. HERNÁNDEZ GIL, R. 1985. Acción de la luz y de las hormonas, ácido giberélico sobre la germinación de semillas de *Alnus acuminata*. Memorias del VIII Congreso Venezolano de Botánica, Facultad de Ciencias Forestales, Mérida. p. 97. Consultado Octubre 2011.
4. CORDOBA, J. V. 1976. Fisiología Vegetal. Editorial Blume. Madrid.
5. CORTES, F. 1980. Histología Vegetal Básica. Blume Ediciones. Madrid. DEVLIN, M. 1976. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega 5. A. Barcelona
6. ESAU, K. 1972 Anatomía Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona.
7. RICHTER, G. 1979. Fisiología del metabolismo de las plantas. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
8. [http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus\\_patula](http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_patula)» Consultado julio 2010
9. \_\_\_\_. 1985. Efecto de la temperatura sobre la germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) Memorias del VIII Congreso Venezolano de Botánica, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida. p. 101.
10. <http://elsemillero.net> Aliso y Pino Consultado Febrero de 2012

11. <http://scielo.cl> Consultado Julio de 2010
12. <http://fao.org>
13. <http://virtual.unal.edu.com> Consultado Julio de 2011
14. <http://forest.ula.ve>. Consultado en Septiembre de 2010
15. [www.horticom.com/empresas/ficha](http://www.horticom.com/empresas/ficha) Consultado Diciembre 2011
16. [www.valimex.es/tacos\\_prensados.html](http://www.valimex.es/tacos_prensados.html) Consultado en Enero 2012

## XI. ANEXOS

### ANEXO 1. GASTOS PRODUCIDOS EN EL ALISO

Actividades	Insumos	Cantidad	Costo (USD)	Equipo/ Material	Cantidad	Costo (USD)	Mano de Obra (jornal)	Costo (USD)
Construcción Mesones	---	---	---	Tablas de Encofrado	110	176	6	48
				Grasa	3	4.5		
				Clavos	5	10		
				Pingos	77	77		
				Pintura	5	60		
Desinfección Suelo	Previcur	4 frascos	44	Botas	1 pares	6	2	16
				Bomba Fumigar	0.5	30		
				Guantes de Nit.	3 pares	9		
				Mascarilla	1	12		
				Impermeable	1	15		
				Overol	1	18		
Adquisición de Sustrato	Klasma	1qq	40	---	---	---	2	16
Desinfección Bandejas y Equipos	Bandejas	45	157.5	Tanque 500 Lt.	0.5	100	2	16
	Cajas petri	45	4.5					
	Balanza	0.5	18					
	Papel Químico	1.5 pliegos	3					
	Glutacen	0,5 lit	10					
Preparación Sustrato	Tierra Negra	1/2 Bolqueta	50	Malla Fina	0.5	5	8	64
	Turba	30 Saquillos	25	Palas	1	9		
	Pomina	30 Saquillos	20	Saquillos	50	12.5		
	Fundas 3"x7"	3000	30	---	---	---		
Enfundado y Repique			---	Fundas 3"x7"	3000	---	5	40
Desinfección Sustrato	Vitavax	5 frascos	40	---	---	---	2	16
Siembra	Semilla Aliso	0.5 kg	114				5	40
Control Fitosanitario	Previcur	1 Frasco	12	---	---	---	3	24
Fertilización	Fert. Foliar	1 Lit	13	---	---	---	---	---
Manejo Experimento	Acido Giberélico	0.5Lt	62.5	---	---	---	---	---
<b>Subtotal</b>			<b>643.5</b>			<b>544</b>		<b>280</b>

<b>TOTAL</b>	\$	<b>1467.5</b>
--------------	----	---------------

**ANEXO 2. GASTOS PRODUCIDOS EN EL PINO**

Actividades	Insumos	Cantidad	Costo (USD)	Equipo/ Material	Cantidad	Costo (USD)	Mano de Obra (jornal)	Costo (USD)
Construcción Mesones	---	---	---	Tablas de Encofrado	110	176	6	48
				Grasa	3	4.5		
				Clavos	5	10		
				Pingos	77	77		
				Pintura	5	60		
Desinfección Suelo	Previcur	4 frascos	44	Botas	1 pares	6	2	16
				Bomba Fumigar	0.5	30		
				Guantes de Nitr.	3 pares	9		
				Mascarilla	1	12		
				Impermeable	1	15		
				Overol	1	18		
Adquisición de Sustrato	Klasma	1qq	40	---	---	---	2	16
Desinfección Bandejas y Equipos	Bandejas	45	157.5	Tanque 500 Lt.	0.5	100	2	16
	Cajas Petri	45	4.5					
	Balanza	0.5	18					
	Papel Quimico	1.5 pliegos	3					
	Glutacen	0,5 lit	10					
Preparación Sustrato	Tierra Negra	1/2 Bolqueta	50	Malla Fina	0.5	5	8	64
	Turba	30 Saquillos	25	Palas	1	9		
	Pomina	30 Saquillos	20	Saquillos	50	12.5		
	Fundas 3"x7"	3000	30	---	---	---		
Enfundado y Repique			---	Fundas 3"x7"	3000	---	5	40
Desinfección Sustrato	Vitavax	5 frascos	40	---	---	---	2	16
Siembra	Semilla Pino	1 kg	180	---	---	---	5	40
Control Fitosanitario	Previcur	1 Frasco	12	---	---	---	3	24
Fertilización	Fert. Foliar	1 Lit	13	---	---	---	---	---
Manejo Experimento	Acido Giberélico	0.5Lt	62.5	---	---	---	---	---
<b>Subtotal</b>			<b>709.5</b>			<b>544</b>		<b>280</b>

**TOTAL**

\$ **1533.5**

**ANEXO 3. COLOCACIÓN DE SEMILLAS EN CAJAS PETRIC**



**ANEXO 4. SIEMBRA DE SEMILLAS EN BANDEJAS DE 100 ALVEOLOS**



**ANEXO 5. COLOCACIÓN DE BANDEJAS DENTRO DEL INVERNADERO**



**ANEXO 6. GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN BANDEJAS**



## ANEXO 7. LLENADO DE FUNDAS



## ANEXO 8. PLANTAS DE ALISO RECIÉN REPICADAS BAJO INVERNADERO



## ANEXO 9. CRECIMIENTO DE PLANTAS EN BANDEJAS



## ANEXO10. CRECIMIENTO DE PLANTAS DE ALISO BAJO INVERNADERO





**ANEXO 11. TOMA DE DATOS DE CAMPO EN EL ALISO**



**ANEXO 12. TOMA DE DATOS DE CAMPO EN EL PINO**



**ANEXO 13. CUADRADO MEDIO PARA EL PRENDIMIENTO DE ALISO**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	98.63	100.00	98.15	98.93	0.96
Testigo-R1-100 PPM	90.00	95.83	95.16	93.66	3.19
Testigo-R1-150 PPM	93.75	93.75	88.24	91.91	3.18
Testigo-R1-7DIAS FRIO	97.50	97.26	96.63	97.13	0.45
Testigo-R1-14DIAS FRIO	100.00	96.23	88.00	94.74	6.14
Testigo-R1-21DIAS FRIO	89.80	90.63	94.44	91.62	2.48
T1-R1-50PPM - 7DIAS	94.83	100.00	93.94	96.26	3.27
T2-R1-100PPM - 7DIAS	98.31	96.88	95.71	96.96	1.30
T3-R1-150PPM - 7DIAS	96.15	95.83	100.00	97.33	2.32
T4-R1-50PPM - 14DIAS	100.00	100.00	93.55	97.85	3.72
T5-R1-100PPM - 14DIAS	94.59	90.91	93.75	93.08	1.93
T6-R1-150PPM - 14DIAS	96.36	94.55	94.55	95.15	1.05
T7-R1-50PPM - 21DIAS	95.24	90.63	91.94	92.60	2.38
T8-R1-100PPM - 21DIAS	97.14	94.44	94.59	95.39	1.52
T9-R1-150PPM - 21DIAS	94.64	98.18	91.23	94.68	3.48

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 14. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE ALISO A LOS 15 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	6.30	5.66	6.42	6.13	0.41
Testigo-R1-100 PPM	4.55	3.64	4.40	4.20	0.49
Testigo-R1-150 PPM	5.05	5.05	3.50	4.53	0.89
Testigo-R1-7DIAS FRIO	6.25	6.67	7.43	6.78	0.60
Testigo-R1-14DIAS FRIO	4.84	4.88	5.08	4.93	0.13
Testigo-R1-21DIAS FRIO	4.88	5.57	4.27	4.90	0.65
T1-R1-50PPM - 7 DIAS	5.23	4.98	5.70	5.30	0.37
T2-R1-100PPM - 7 DIAS	5.68	5.78	6.03	5.83	0.18
T3-R1-150PPM - 7 DIAS	5.60	5.40	6.02	5.67	0.31
T4-R1-50PPM - 14 DIAS	5.08	4.83	6.33	5.41	0.80
T5-R1-100PPM - 14 DIAS	4.65	5.00	4.92	4.86	0.18
T6-R1-150PPM - 14 DIAS	4.00	4.80	3.50	4.10	0.66
T7-R1-50PPM - 21 DIAS	4.95	4.10	3.90	4.32	0.56
T8-R1-100PPM - 21 DIAS	4.18	4.85	3.60	4.21	0.63
T9-R1-150PPM - 21 DIAS	4.90	4.25	5.40	4.85	0.58

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 15. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE ALISO A LOS 30 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	8.11	7.40	8.55	8.02	0.58
Testigo-R1-100 PPM	6.70	5.76	6.92	6.46	0.61
Testigo-R1-150 PPM	7.55	7.65	6.10	7.10	0.87
Testigo-R1-7DIAS FRIO	8.84	9.07	10.01	9.31	0.62
Testigo-R1-14DIAS FRIO	7.44	7.60	7.62	7.55	0.10
Testigo-R1-21DIAS FRIO	7.42	8.40	6.93	7.58	0.75
T1-R1-50PPM – 7 DIAS	7.83	7.63	8.43	7.96	0.42
T2-R1-100PPM – 7 DIAS	8.52	8.50	8.76	8.59	0.14
T3-R1-150PPM -7 DIAS	8.52	8.18	8.97	8.56	0.39
T4-R1-50PPM -14 DIAS	7.88	7.65	9.13	8.22	0.79
T5-R1-100PPM -14 DIAS	7.55	7.80	7.80	7.72	0.14
T6-R1-150PPM -14 DIAS	6.65	7.65	6.20	6.83	0.74
T7-R1-50PPM -21 DIAS	7.70	6.90	6.75	7.12	0.51
T8-R1-100PPM -21 DIAS	6.98	7.58	6.40	6.98	0.59
T9-R1-150PPM -21 DIAS	7.45	6.95	8.00	7.47	0.53

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 16. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE ALISO A LOS 45 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	9.61	9.22	10.62	9.82	0.72
Testigo-R1-100 PPM	9.07	8.16	9.52	8.91	0.69
Testigo-R1-150 PPM	10.10	10.10	8.50	9.57	0.92
Testigo-R1-7DIAS FRIO	11.48	11.70	12.60	11.93	0.60
Testigo-R1-14DIAS FRIO	10.08	10.32	10.10	10.16	0.13
Testigo-R1-21DIAS FRIO	10.12	11.13	9.57	10.27	0.79
T1-R1-50PPM - 7 DIAS	10.55	10.43	11.41	10.80	0.54
T2-R1-100PPM - 7 DIAS	11.38	11.38	11.60	11.45	0.13
T3-R1-150PPM -7 DIAS	11.42	10.96	11.88	11.42	0.46
T4-R1-50PPM - 14 DIAS	10.68	10.53	11.98	11.06	0.80
T5-R1-100PPM - 14 DIAS	10.50	10.58	10.74	10.61	0.12
T6-R1-150PPM - 14 DIAS	9.40	10.50	9.00	9.63	0.78
T7-R1-50PPM - 21 DIAS	10.60	9.73	9.55	9.96	0.56
T8-R1-100PPM - 21 DIAS	9.80	10.35	9.27	9.81	0.54
T9-R1-150PPM - 21 DIAS	10.15	9.80	10.50	10.15	0.35

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 17. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE ALISO A LOS 60 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	12.44	11.80	12.87	12.37	0.54
Testigo-R1-100 PPM	11.67	10.82	12.30	11.60	0.74
Testigo-R1-150 PPM	12.95	12.95	11.00	12.30	1.13
Testigo-R1-7 DIAS FRIO	14.10	14.31	15.30	14.57	0.64
Testigo-R1-14 DIAS FRIO	12.86	13.25	12.96	13.02	0.20
Testigo-R1-21 DIAS FRIO	12.82	13.90	12.23	12.98	0.85
T1-R1-50PPM - 7 DIAS	13.23	12.33	14.49	13.35	1.08
T2-R1-100PPM -7 DIAS	14.27	14.35	14.56	14.39	0.15
T3-R1-150PPM -7 DIAS	14.42	13.74	14.98	14.38	0.62
T4-R1-50PPM -14 DIAS	13.58	13.48	15.10	14.05	0.91
T5-R1-100PPM -14 DIAS	13.28	13.44	13.78	13.50	0.26
T6-R1-150PPM -14 DIAS	12.20	13.35	11.80	12.45	0.80
T7-R1-50PPM -21 DIAS	13.70	12.60	12.40	12.90	0.70
T8-R1-100PPM -21 DIAS	12.83	13.18	12.37	12.79	0.41
T9-R1-150PPM -21 DIAS	12.85	12.70	13.20	12.92	0.26

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 18. CUADRADO MEDIO PARA NÚMERO DE HOJAS DE ALISO A LOS 15 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	4.13	4.80	5.50	4.81	0.69
Testigo-R1-100PPM	5.00	4.80	4.33	4.71	0.34
Testigo-R1-150PPM	4.50	4.50	3.00	4.00	0.87
Testigo-R1-7DIAS FRIO	4.88	5.71	5.25	5.28	0.42
Testigo-R1-14DIAS FRIO	5.00	4.67	5.20	4.96	0.27
Testigo-R1-21DIAS FRIO	5.00	4.67	4.67	4.78	0.19
T1-R1-50PPM-7 DIAS	5.17	5.00	4.43	4.87	0.39
T2-R1-100PPM-7 DIAS	6.00	4.00	4.29	4.76	1.08
T3-R1-150PPM-7 DIAS	5.80	5.80	6.17	5.92	0.21
T4-R1-50PPM-14 DIAS	5.40	4.75	5.25	5.13	0.34
T5-R1-100PPM-14 DIAS	5.50	6.00	5.60	5.70	0.26
T6-R1-150PPM-14 DIAS	6.00	5.00	5.00	5.33	0.58
T7-R1-50PPM-21DIAS	4.50	5.00	4.00	4.50	0.50
T8-R1-100PPM-21DIAS	4.25	4.00	5.33	4.53	0.71
T9-R1-150PPM-21DIAS	5.00	4.50	4.00	4.50	0.50

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 19. CUADRADO MEDIO PARA EL NÚMERO DE HOJAS DE ALISO A LOS 30 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	5.38	5.00	5.67	5.35	0.33
Testigo-R1-100PPM	5.67	4.80	5.00	5.16	0.45
Testigo-R1-150PPM	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
Testigo-R1-7DIAS FRIO	5.75	6.00	6.13	5.96	0.19
Testigo-R1-14DIAS FRIO	5.63	5.00	5.80	5.48	0.42
Testigo-R1-21DIAS FRIO	5.60	5.33	5.67	5.53	0.18
T1-R1-50PPM-7DIAS	5.67	5.50	5.43	5.53	0.12
T2-R1-100PPM-7DIAS	6.67	5.25	5.57	5.83	0.74
T3-R1-150PPM-7DIAS	6.20	5.60	6.67	6.16	0.53
T4-R1-50PPM-14DIAS	5.40	5.75	5.25	5.47	0.26
T5-R1-100PPM-14DIAS	6.25	6.20	6.00	6.15	0.13
T6-R1-150PPM-14DIAS	6.50	6.50	6.00	6.33	0.29
T7-R1-50PPM-21DIAS	6.50	5.00	6.00	5.83	0.76
T8-R1-100PPM-21 DIAS	5.50	4.50	6.67	5.56	1.08
T9-R1-150PPM-21 DIAS	5.50	5.00	5.00	5.17	0.29

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 20. CUADRADO MEDIO PARA EL NÚMERO DE HOJAS DE ALISO A LOS 45 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	5.63	5.60	6.33	5.85	0.42
Testigo-R1-100 PPM	5.67	5.00	5.33	5.33	0.33
Testigo-R1-150 PPM	5.50	6.50	5.00	5.67	0.76
Testigo-R1-7DIAS FRIO	6.38	6.57	7.00	6.65	0.32
Testigo-R1-14DIAS FRIO	6.13	5.50	5.80	5.81	0.31
Testigo-R1-21DIAS FRIO	6.00	6.67	5.67	6.11	0.51
T1-R1-50PPM -7 DIAS	6.00	6.25	5.86	6.04	0.20
T2-R1-100PPM -7 DIAS	6.50	5.50	5.86	5.95	0.51
T3-R1-150PPM -7 DIAS	7.40	5.80	7.33	6.84	0.91
T4-R1-50PPM -14 DIAS	6.20	6.25	6.00	6.15	0.13
T5-R1-100PPM -14 DIAS	6.75	6.60	4.60	5.98	1.20
T6-R1-150PPM -14 DIAS	6.00	6.50	6.00	6.17	0.29
T7-R1-50PPM -21DIAS	7.00	5.33	6.50	6.28	0.86
T8-R1-100PPM -21 DIAS	6.25	5.00	6.67	5.97	0.87
T9-R1-150PPM -21 DIAS	5.50	7.00	5.00	5.83	1.04

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 21. CUADRADO MEDIO PARA EL NÚMERO DE HOJAS DE ALISO A LOS  
60 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50 PPM	5.88	6.00	6.33	6.07	0.24
Testigo-R1-100 PPM	5.50	5.60	5.83	5.64	0.17
Testigo-R1-150 PPM	5.50	7.00	6.00	6.17	0.76
Testigo-R1-7DIAS FRIO	6.38	6.71	7.25	6.78	0.44
Testigo-R1-14DIAS FRIO	6.38	5.33	5.60	5.77	0.54
Testigo-R1-21DIAS FRIO	5.80	6.67	5.33	5.93	0.68
T1-R1-50PPM-7DIAS	5.83	6.00	6.29	6.04	0.23
T2-R1-100PPM-7 DIAS	6.00	5.50	6.43	5.98	0.46
T3-R1-150PPM-7 DIAS	6.20	5.80	7.00	6.33	0.61
T4-R1-50PPM-14 DIAS	6.40	6.50	7.50	6.80	0.61
T5-R1-100PPM-14 DIAS	6.50	7.00	6.40	6.63	0.32
T6-R1-150PPM-14 DIAS	6.00	5.50	8.00	6.50	1.32
T7-R1-50PPM-21 DIAS	8.00	5.33	7.00	6.78	1.35
T8-R1-100PPM-21 DIAS	7.25	5.00	5.33	5.86	1.21
T9-R1-150PPM-21 DIAS	5.50	7.50	6.00	6.33	1.04

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 22. CUADRADO MEDIO PARA EL PRENDIMIENTO DE PINO**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	96.51	95.29	92.39	94.73	2.12
Testigo-R1-100PPM	93.68	94.85	93.33	93.95	0.79
Testigo-R1-150PPM	88.89	87.84	86.57	87.76	1.16
Testigo-R1-7DIAS FRIO	93.10	94.38	93.48	93.65	0.66
Testigo-R1-14DIAS FRIO	93.81	90.91	95.74	93.49	2.43
Testigo-R1-21DIAS FRIO	87.36	91.14	93.67	90.72	3.18
T1-R1-50PPM-7DIAS	96.05	92.00	89.16	92.40	3.47
T2-R1-100PPM-7DIAS	90.72	93.00	89.32	91.01	1.86
T3-R1-150PPM-7DIAS	94.12	89.33	86.76	90.07	3.73
T4-R1-50PPM-14DIAS	92.06	90.16	94.03	92.09	1.93
T5-R1-100PPM-14DIAS	95.59	93.06	94.67	94.44	1.28
T6-R1-150PPM-14DIAS	96.43	91.23	94.00	93.89	2.60
T7-R1-50PPM-21DIAS	91.18	92.50	82.76	88.81	5.28
T8-R1-100PPM-21DIAS	89.36	91.49	88.46	89.77	1.55
T9-R1-150PPM-21DIAS	89.29	78.57	79.17	82.34	6.02

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 23. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE PINO A LOS 15 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	3.68	3.46	4.24	3.79	0.41
Testigo-R1-100PPM	5.23	4.98	5.70	5.30	0.37
Testigo-R1-150PPM	5.68	5.78	6.03	5.83	0.18
Testigo-R1-7DIAS FRIO	5.60	5.40	6.02	5.67	0.31
Testigo-R1-14DIAS FRIO	5.08	4.83	4.83	4.91	0.15
Testigo-R1-21DIAS FRIO	6.33	4.65	5.00	5.33	0.88
T1-R1-50PPM-7DIAS	4.92	4.00	4.80	4.57	0.50
T2-R1-100PPM-7DIAS	3.50	4.95	4.40	4.28	0.73
T3-R1-150PPM-7DIAS	3.77	4.50	4.45	4.24	0.41
T4-R1-50PPM-14DIAS	3.90	4.90	4.25	4.35	0.51
T5-R1-100PPM-14DIAS	5.40	3.50	3.99	4.30	0.99
T6-R1-150PPM-14DIAS	3.87	3.50	3.50	3.62	0.21
T7-R1-50PPM-21DIAS	6.25	6.67	7.43	6.78	0.60
T8-R1-100PPM-21DIAS	4.84	4.88	5.08	4.93	0.13
T9-R1-150PPM-21DIAS	4.88	5.57	4.27	4.90	0.65

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 24. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE PINO A LOS 30 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	5.68	5.34	6.30	5.77	0.49
Testigo-R1-100PPM	7.83	7.63	8.43	7.96	0.42
Testigo-R1-150PPM	8.52	8.50	8.76	8.59	0.14
Testigo-R1-7DIAS FRIO	8.52	8.18	8.97	8.56	0.39
Testigo-R1-14DIAS FRIO	7.88	7.65	7.65	7.73	0.13
Testigo-R1-21DIAS FRIO	9.13	7.55	7.80	8.16	0.85
T1-R1-50PPM-7DIAS	7.80	6.65	7.65	7.37	0.63
T2-R1-100PPM-7DIAS	6.20	7.70	7.25	7.05	0.77
T3-R1-150PPM-7DIAS	6.57	7.30	7.18	7.01	0.39
T4-R1-50PPM-14DIAS	6.70	7.45	6.95	7.03	0.38
T5-R1-100PPM-14DIAS	8.00	5.68	6.69	6.79	1.17
T6-R1-150PPM-14DIAS	6.22	6.10	6.10	6.14	0.07
T7-R1-50PPM-21DIAS	8.84	9.07	10.01	9.31	0.62
T8-R1-100PPM-21DIAS	7.44	7.60	7.62	7.55	0.10
T9-R1-150PPM-21DIAS	7.42	8.40	6.93	7.58	0.75

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 25. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE PINO A LOS 45 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	7.98	7.37	8.40	7.92	0.52
Testigo-R1-100PPM	10.55	10.43	11.41	10.80	0.54
Testigo-R1-150PPM	11.38	11.38	11.60	11.45	0.13
Testigo-R1-7DIAS FRIO	11.42	10.96	11.88	11.42	0.46
Testigo-R1-14DIAS FRIO	10.68	10.53	10.53	10.58	0.09
Testigo-R1-21DIAS FRIO	11.98	10.50	10.58	11.02	0.83
T1-R1-50PPM-7DIAS	10.74	9.40	10.50	10.21	0.71
T2-R1-100PPM-7DIAS	9.00	10.60	10.15	9.92	0.83
T3-R1-150PPM-7DIAS	9.33	10.13	9.95	9.81	0.42
T4-R1-50PPM-14DIAS	9.55	10.15	9.80	9.83	0.30
T5-R1-100PPM-14DIAS	10.50	8.06	9.20	9.25	1.22
T6-R1-150PPM-14DIAS	8.53	8.50	8.50	8.51	0.02
T7-R1-50PPM-21DIAS	11.48	11.70	12.60	11.93	0.60
T8-R1-100PPM-21DIAS	10.08	10.32	10.10	10.16	0.13
T9-R1-150PPM-21DIAS	10.12	11.13	9.57	10.27	0.79

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 26. CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE PINO A LOS 60 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	11.75	10.59	12.50	11.61	0.96
Testigo-R1-100PPM	13.23	12.33	14.49	13.35	1.08
Testigo-R1-150PPM	14.27	14.35	14.56	14.39	0.15
Testigo-R1-7DIAS FRIO	14.42	13.74	14.98	14.38	0.62
Testigo-R1-14DIAS FRIO	13.58	13.48	13.48	13.51	0.06
Testigo-R1-21DIAS FRIO	15.10	13.28	13.44	13.94	1.01
T1-R1-50PPM-7DIAS	13.78	12.20	13.35	13.11	0.82
T2-R1-100PPM-7DIAS	11.80	13.70	13.05	12.85	0.97
T3-R1-150PPM-7DIAS	12.17	13.10	12.85	12.71	0.48
T4-R1-50PPM-14DIAS	12.60	12.85	12.70	12.72	0.13
T5-R1-100PPM-14DIAS	13.20	10.76	12.09	12.02	1.22
T6-R1-150PPM-14DIAS	11.43	11.00	11.00	11.14	0.25
T7-R1-50PPM-21DIAS	14.10	14.31	15.30	14.57	0.64
T8-R1-100PPM-21DIAS	12.86	13.25	12.96	13.02	0.20
T9-R1-150PPM-21DIAS	12.82	13.90	12.23	12.98	0.85

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011



**ANEXO 27. CUADRADO MEDIO PARA NÚMERO DE HOJAS DE PINO A LOS 15 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	6.13	5.43	6.29	5.95	0.46
Testigo-R1-100PPM	5.00	5.13	4.57	4.90	0.29
Testigo-R1-150PPM	5.17	5.60	4.67	5.14	0.47
Testigo-R1-7DIAS FRIO	4.88	5.29	5.25	5.14	0.23
Testigo-R1-14DIAS FRIO	4.50	4.50	4.75	4.58	0.14
Testigo-R1-21DIAS FRIO	5.00	4.33	4.67	4.67	0.33
T1-R1-50PPM-7DIAS	4.86	4.60	4.14	4.53	0.36
T2-R1-100PPM-7DIAS	5.38	4.71	4.29	4.79	0.55
T3-R1-150PPM-7DIAS	5.00	5.33	4.83	5.06	0.25
T4-R1-50PPM-14DIAS	5.60	5.40	4.33	5.11	0.68
T5-R1-100PPM-14DIAS	5.00	4.67	4.57	4.75	0.23
T6-R1-150PPM-14DIAS	5.40	4.60	5.50	5.17	0.49
T7-R1-50PPM-21DIAS	4.67	4.67	4.00	4.44	0.38
T8-R1-100PPM-21DIAS	4.50	5.00	5.50	5.00	0.50
T9-R1-150PPM-21DIAS	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 28. CUADRADO MEDIO PARA NÚMERO DE HOJAS DE PINO A LOS 30 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	14.50	15.86	17.29	15.88	1.39
Testigo-R1-100PPM	16.75	16.88	16.14	16.59	0.39
Testigo-R1-150PPM	18.67	18.40	17.67	18.24	0.52
Testigo-R1-7DIAS FRIO	15.63	15.86	16.25	15.91	0.32
Testigo-R1-14DIAS FRIO	16.63	14.88	15.88	15.79	0.88
Testigo-R1-21DIAS FRIO	15.60	13.00	16.33	14.98	1.75
T1-R1-50PPM-7DIAS	16.29	15.00	13.86	15.05	1.21
T2-R1-100PPM-7DIAS	17.00	15.86	15.57	16.14	0.76
T3-R1-150PPM-7DIAS	16.17	16.67	15.33	16.06	0.67
T4-R1-50PPM-14DIAS	16.60	16.00	15.00	15.87	0.81
T5-R1-100PPM-14DIAS	15.60	15.33	15.71	15.55	0.20
T6-R1-150PPM-14DIAS	16.40	15.80	18.50	16.90	1.42
T7-R1-50PPM-21DIAS	16.67	16.67	15.50	16.28	0.67
T8-R1-100PPM-21DIAS	15.50	16.50	17.75	16.58	1.13
T9-R1-150PPM-21DIAS	16.67	14.50	17.00	16.06	1.36

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 29. CUADRADO MEDIO PARA NÚMERO DE HOJAS DE PINO A LOS 45 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	25.75	27.86	31.71	28.44	3.02
Testigo-R1-100PPM	28.50	29.50	27.29	28.43	1.11
Testigo-R1-150PPM	31.00	31.80	29.50	30.77	1.17
Testigo-R1-7DIAS FRIO	27.25	26.57	27.25	27.02	0.39
Testigo-R1-14DIAS FRIO	27.38	27.38	28.38	27.71	0.58
Testigo-R1-21DIAS FRIO	26.00	25.00	26.33	25.78	0.69
T1-R1-50PPM-7DIAS	26.43	26.00	23.71	25.38	1.46
T2-R1-100PPM-7DIAS	28.25	26.86	27.86	27.65	0.72
T3-R1-150PPM-7DIAS	27.83	27.83	27.17	27.61	0.38
T4-R1-50PPM-14DIAS	28.00	26.20	26.33	26.84	1.00
T5-R1-100PPM-14DIAS	26.20	26.50	27.14	26.61	0.48
T6-R1-150PPM-14DIAS	27.80	28.20	30.50	28.83	1.46
T7-R1-50PPM-21DIAS	28.67	27.33	25.00	27.00	1.86
T8-R1-100PPM-21DIAS	26.00	26.75	29.25	27.33	1.70
T9-R1-150PPM-21DIAS	28.67	25.50	28.00	27.39	1.67

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011

**ANEXO 30. CUADRADO MEDIO PARA NÚMERO DE HOJAS DE PINO A LOS 60 DÍAS**

Factor A	Repeticiones			Media	D.EST.
	I	II	III		
Testigo-R1-50PPM	40.13	40.86	50.29	43.76	5.67
Testigo-R1-100PPM	45.63	46.25	44.43	45.43	0.93
Testigo-R1-150PPM	47.33	47.60	44.17	46.37	1.91
Testigo-R1-7DIAS FRIO	43.25	42.14	43.00	42.80	0.58
Testigo-R1-14DIAS FRIO	43.38	43.63	44.25	43.75	0.45
Testigo-R1-21DIAS FRIO	39.20	38.33	43.67	40.40	2.86
T1-R1-50PPM-7DIAS	45.86	42.40	36.43	41.56	4.77
T2-R1-100PPM-7DIAS	42.25	40.57	42.14	41.65	0.94
T3-R1-150PPM-7DIAS	41.50	42.00	43.17	42.22	0.86
T4-R1-50PPM-14DIAS	41.40	39.60	41.67	40.89	1.12
T5-R1-100PPM-14DIAS	41.00	41.00	42.43	41.48	0.82
T6-R1-150PPM-14DIAS	43.20	42.60	45.00	43.60	1.25
T7-R1-50PPM-21DIAS	45.00	41.67	38.50	41.72	3.25
T8-R1-100PPM-21DIAS	40.00	40.50	41.75	40.75	0.90
T9-R1-150PPM-21DIAS	44.00	37.50	42.00	41.17	3.33

Fuente: Datos Registrados, 2010

Elaboración: Ludeña J. 2011