



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA INGENIERÍA AGROPECUARIA

**EFFECTO DE CUATRO (4) PORCENTAJES DE ZEOLITA COMO
SUSTRATO Y DOS (2) MÉTODOS PREGERMINATIVOS EN DIEZ
(10) ESPECIES FORESTALES.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTORES:

PAULO CÉSAR VÁSQUEZ VINTIMILLA.

JUAN CARLOS YUNGA SARMIENTO

DIRECTOR:

ING. EDUARDO IDROVO MURILLO.

CUENCA - ECUADOR

2008

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis Padres, a mis hermanas quienes siempre estuvieron dispuestos a apoyarme para alcanzar esta meta. Pero de manera especial a mi esposa Verónica y a mi hijo Sebas, ya que ellos fueron y son mi inspiración y el pilar fundamental para cumplir mis objetivos.

Paulo César Vásquez Vintimilla

A mis hermanos, familiares, amigos y desde lo mas profundo de mi corazón a mis padres, quienes a pesar de mis tropiezos y en el momento que mas los e necesitado han estado siempre allí dispuestos a brindarme su apoyo incondicional.

Juan Carlos Yunga Sarmiento

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar nuestros estudios luego de cinco años de ardua lucha por conseguir nuestros ideales, es imprescindible mencionar a quienes hicieron posibles esta labor.

Primeramente a Dios soberano de todo quien hace y deshace según su voluntad; quien nos ha dado vida, salud y la fuerza necesaria para llevar a cabo nuestro proyecto.

A nuestros padres, hermanos y familiares que siempre nos han apoyado desinteresadamente para alcanzar nuestra meta.

A nuestros excelentes maestros que llevaron su misión con absoluta responsabilidad y que llegaron a ser nuestros amigos para encaminarnos en nuestra ciencia, especialmente al Ing. Eduardo Idrovo M. quien dedicando tiempo valioso nos supo guiar en todo el proceso de nuestro proyecto, así como a los Ing. Aida Cazar y Ricardo Escandón, miembros del tribunal de tesis, aportando con sus ideas para que el trabajo resulte de lo mejor.

Nuestros queridos compañeros de aula y de la vida que estuvieron presentes en el transcurso de nuestros estudios y nos brindaron su apoyo incondicional.

A todos aquellos que creyeron en nosotros les damos las gracias de todo corazón y a ellos va dedicado el presente trabajo.

RESUMEN.

La presente investigación se realizó en diez especies forestales, para determinar que método pregerminativo es el más conveniente para la propagación de cada especie, y que acorte el tiempo de germinación, debido a que actualmente se generaliza para la mayoría de especies forestales.

Además se probó que tan efectivo es adicionar zeolita en la mezcla de sustratos utilizada en viveros. Los porcentajes de este mineral fueron 10%, 30%, y 50%. Determinando cual influye de mejor manera en el mantenimiento y desarrollo de cada especie.

Recomendando así un método pregerminativo y una mezcla de sustrato específico para cada especie estudiada.

ABSTRACT.

The aim of the present work was to evaluate two different pre-germination methods (sand and water) in ten forest species growing in Azuay Province. Variables evaluated were germination time and percent of seeds germinated.

The addition of zeolite was tested to improve the germination rate at breeding ground condition. Different zeolite concentrations (10%, 30% and 50%) were added to substrate used to grown plants at breeding ground. Height and survival was evaluated after this treatment.

This experimental worked allowed us to evaluate the best conditions to keep the forest species until the transplantation. Moreover, we present a pre-germination method and a specific substrate mixture to each of the ten species studied.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la efectividad de la Zeolita en la germinación y desarrollo de las especies forestales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la Zeolita como alternativa de sustrato para la propagación y desarrollo de especies forestales. Determinar el porcentaje más efectivo para el crecimiento y desarrollo de las especies.
- Determinar el método pregerminativo que resulte más apropiado para la germinación de cada especie forestal.
- Establecer el sustrato más idóneo para la germinación de cada especie forestal utilizada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO:	PAGINA:
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
OBJETIVOS.....	vi
OBJETIVO GENERAL.....	vi
OBJETIVOS ESPECIFICOS	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I : FUNDAMENTACION TEORICA	
1. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1. LOS SUSTRATOS	3
1.1.1. ¿QUÉ ES UN SUSTRATO?.....	3
1.1.2. PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS.	3
1.1.2.1PROPIEDADES FÍSICAS	3
A) ESTRUCTURA.	3
B) GRANULOMETRÍA.....	4
c) DENSIDAD APARENTE.	4
d) POROSIDAD.....	4
e) AIREACIÓN.	5
f) RETENCIÓN DE AGUA.	5
1.1.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	6
1.1.2.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS.	7
a. <i>Velocidad de descomposición</i>	7
b. <i>Efectos de los productos de descomposición</i>	7
c. <i>Actividad reguladora del crecimiento</i>	8

1.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO IDEAL.....	8
1.1.3.1 Propiedades físicas:	8
1.1.3.2 Propiedades químicas:	8
1.1.3.3 Otras propiedades.....	9
1.1.4 TIPOS DE SUSTRATOS.....	9
1.1.4.1 SEGÚN SUS PROPIEDADES.....	9
1.1.4.2 SEGÚN EL ORIGEN DE LOS MATERIALES.....	9
1.1.4.2.1 Materiales orgánicos.....	9
1.1.4.2.2 Materiales inorgánicos o minerales.....	10
1.1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUSTRATOS.....	10
1.1.5.1 SUSTRATOS NATURALES.....	10
C.A) GRAVAS.....	10
C.B) ARENAS.....	11
C.C) TURBAS.....	11
C.D) LA CASCARILLA DE ARROZ.....	12
C.E) ASERRINES Y VIRUTAS.....	12
C.F) LADRILLOS Y TEJAS MOLIDAS.....	12
C.G) HUMUS DE LOMBRIZ.....	13
C.H) ZEOLITAS.....	14
A. TIPOS DE ZEOLITAS:.....	14
a) Zeolitas sintéticas.....	15
b) Zeolitas naturales.....	15
c) Composición química de las zeolitas naturales.....	17
d) Propiedades de las zeolitas naturales.....	18
Propiedades físicas.....	18
Propiedades químicas.....	18
B. USOS Y APLICACIONES DE LA ZEOLITA:	20
a) Beneficios que producen las Zeolitas en la agricultura:	21
b) Beneficios que producen las zeolitas En la producción de fertilizantes orgánicos:	23
c) Beneficios de las zeolitas en la producción de fertilizantes químicos y organominerales:.....	23
d) Beneficios que producen las zeolitas para la sanidad vegetal.....	25
e) Beneficios que producen las zeolitas para la mecanización agrícola.....	25

f) Beneficios que producen las zeolitas para el riego y el drenaje de los suelos.....	26
g) Beneficios que producen las zeolitas para los cultivos.....	26
1.2. SEMILLAS Y PREGERMINATIVOS	27
1.2.1 SEMILLAS	27
1.2.2 FASES PARA LA PROPAGACIÓN POR SEMILLA	27
1.2.2.1 RECOLECCIÓN DE LAS SEMILLAS.....	27
1.2.2.2 ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS.....	28
1.2.3. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS PARA LA REPRODUCCIÓN SEXUAL O POR SEMILLA.....	28
1.2.3.1 <i>Estratificación</i>	28
1.2.3.2 <i>Escarificación</i>	29
1.2.3.3 <i>Hormonas y otros estimulantes químicos</i>	30
1.2.4 SIEMBRA	30
1.2.4.1 SIEMBRA DIRECTA EN FUNDA.....	31
1.2.5 FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS.....	32
1.2.5.1 AGUA.....	32
1.2.5.2 TEMPERATURA.....	32
1.2.5.3 AIREACIÓN.....	33
1.2.5.4 LUZ.....	34
1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES SELECCIONADAS PARA EL ENSAYO	35
a) ACACIA DEALBATA.....	35
b) ACACIA MELANOXYLON.....	36
c) ALISO.....	37
d) ARUPO	37
e) CAÑARO	38
f) CAPULÍ.....	38
g) FRESNO	39
h) MOLLE.....	40
i) NOGAL.....	40
j) PINO	41

Capítulo II : DESARROLLO DEL PROYECTO

2. MATERIALES Y MÉTODOS	43
2.1 MATERIALES:.....	43
2.1.1 Localización de la investigación:	43
2.1.2 Características ecológicas:.....	43
2.1.3 Características de infraestructura:	43
2.1.3.1 Insumos:	43
2.1.4. Recursos humanos:	44
2.2. MÉTODOS:	44
2.2.1 MÉTODOS DE CAMPO:	44
2.2.2 PROCEDIMIENTOS	46
2.2.2.1 Diseño experimental:.....	46
2.2.2.2 Características del diseño estadístico:.....	46
2.2.2.3 Esquema del análisis estadístico:	47
2.2.2.4 Factores de estudio:	47
2.2.2.5 Tratamientos.....	48
2.2.2.6 Manejo de la investigación:	50
2.2.2.7 Variables a evaluar:	50

Capítulo III : RESULTADOS OBTENIDOS

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	52
3.1 RESULTADOS	52
3.1.1 Análisis de resultados obtenidos en Acacia dealbata.	52
3.1.1.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	52
3.1.1.2 Porcentajes de germinación a siembra directa en funda:	53
3.1.1.3 Incrementos Quincenales:	53
3.1.1.4 Altura Final:	54
3.1.2 Análisis de resultados obtenidos en Acacia Melanoxylón.	55
3.1.2.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	55
3.1.2.2 Porcentajes de germinación a siembra directa en funda	56
3.1.2.3 Incrementos Quincenales:	56
3.1.2.4 Altura Final:	57
3.1.3 Análisis de resultados obtenidos en Aliso	58
3.1.3.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	58

3.1.3.2 Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda.....	59
3.1.3.3 Incrementos Quincenales:	59
3.1.3.4 Altura Final:	60
3.1.4 Análisis de resultados obtenidos en Cañaro	61
3.1.4.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	61
3.1.4.2 Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:	62
3.1.4.3 Incrementos Quincenales:	62
3.1.4.4 Altura Final:	63
3.1.5 Análisis de resultados obtenidos en Capulí	64
3.1.5.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	64
3.1.5.2 Porcentajes de germinación a siembra directa en funda:	64
3.1.5.3 Incrementos Quincenales:	65
3.1.5.4 Altura Final:	66
3.1.6 Análisis de resultados obtenidos en Arupo	67
3.1.6.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	67
3.1.6.2 Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:	68
3.1.6.3 Incrementos Quincenales:	68
3.1.6.4 Altura Final:	69
3.1.7 Análisis de resultados obtenidos en el Fresno	70
3.1.7.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	70
3.1.7.2 Porcentajes de germinación a siembra directa en funda.	70
3.1.7.3 Incrementos Quincenales:	71
3.1.7.4 Altura Final:	72
3.1.8 Análisis de resultados obtenidos en Molle.....	73
3.1.8.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	73
3.1.8.2 Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:	74
3.1.8.3 Incrementos Quincenales:	74
3.1.8.4 Altura Final:	75
3.1.9 Análisis de resultados obtenidos en Nogal	76
3.1.9.1 Análisis de varianza para altura de plantas:	76
3.1.9.2 Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:	76
3.1.9.3 Incrementos Quincenales:	77
3.1.9.4 Altura Final:	78
3.1.10 Análisis de resultados obtenidos en Pino Pátula	79

3.1.10.1 Análisis de varianza para altura de plantas	79
3.1.10.2 Porcentajes de germinación directa en funda:	80
3.1.10.3 Incrementos Quincenales:	80
3.1.10.4Altura Final:	81

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:	82
Conclusiones específicas de cada especie:	82
a) Acacia dealbata:	82
b) Acacia melanoxylon:	82
c) Aliso:	83
d) Cañaro:	83
e) Capulí:	83
f) Arupo:	83
g) Fresno:	84
h) Molle:	84
i) Nogal:	84
j) Pino pátula:	84
Conclusiones generales:	85
Recomendaciones:	86

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	89
---	----

REFERENCIAS ELECTRONICAS	89
---------------------------------------	----

ANEXOS	93
---------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Porcentajes de germinación para Acacia dealbata	53
Figura 2	Incrementos quincenales en Acacia dealbata	53
Figura 3	Altura Final en Acacia dealbata	54
Figura 4	Porcentajes de germinación para Acacia melanoxylon	56
Figura 5	Incrementos quincenales en Acacia melanoxylon	56
Figura 6	Altura Final en Acacia melanoxylon	57
Figura 7	Porcentajes de germinación para Aliso	59
Figura 8	Incrementos quincenales en Aliso	59
Figura 9	Altura Final en Aliso	60
Figura 10	Porcentajes de germinación para Cañaro	62
Figura 11	Incrementos quincenales en Cañaro	62
Figura 12	Altura Final en Cañaro	63
Figura 13	Porcentajes de germinación para Capuli	64
Figura 14	Incrementos quincenales en Capuli	65
Figura 15	Altura Final en Capuli	66
Figura 16	Porcentajes de germinación para Arupo	68
Figura 17	Incrementos quincenales en Arupo	68
Figura 18	Altura Final en Arupo	69
Figura 19	Porcentajes de germinación para Fresno	70
Figura 20	Incrementos quincenales en Fresno	71
Figura 21	Altura Final en Fresno	72
Figura 22	Porcentajes de germinación para Molle	74
Figura 23	Incrementos quincenales en Molle	74
Figura 24	Altura Final en Molle	75
Figura 25	Porcentajes de germinación para Nogal	76
Figura 26	Incrementos quincenales en Nogal	77
Figura 27	Altura Final en Nogal	78
Figura 28	Porcentajes de germinación para Pino Pátula	80
Figura 29	Incrementos quincenales en Pino Pátula	80

Figura 30 Altura Final en Pino Pátula81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de varianza para Acacia dealbata	52
Tabla 2	Análisis de varianza para Acacia melanoxylon.....	55
Tabla 3	Prueba de Scheffé en Acacia melanoxylon.....	55
Tabla 4	Análisis de varianza para Aliso	58
Tabla 5	Prueba de Scheffé en Aliso	58
Tabla 6	Análisis de varianza para Cáñaro	61
Tabla 7	Análisis de varianza para Capulí	64
Tabla 8	Análisis de varianza para Arupo	67
Tabla 9	Prueba de Scheffé en Arupo	67
Tabla 10	Análisis de varianza para Fresno	70
Tabla 11	Análisis de varianza para Molle	73
Tabla 12	Prueba de Scheffé en Molle.....	73
Tabla 13	Análisis de varianza para Nogal	76
Tabla 14	Análisis de varianza para Pino Pátula	79

ANEXOS

Anexo 1	Cuadro de adquisición de semillas.....	93
Anexo 2	Ficha de características de las semillas	94
Anexo 3	Ficha de toma de datos.....	95
Anexo 4	Análisis de c.i.c de la zeolita adquirida para éste proyecto	96
Anexo 5	Certificación de la zeolita para el uso en la agricultura	97
Anexo 6	Medidas promedio finales utilizadas en el análisis estadístico	98
Anexo 7	Adecuación del vivero	100
Anexo 8	Provisión de sustratos	101
Anexo 9	Construcción de camas e instalación del sistema de riego.....	101
Anexo 10	Mezcla de sustratos.....	102
Anexo 11	Llenado y colocación de fundas para los distintos tratamientos...	104
Anexo 12	Rotulación de tratamientos	105
Anexo 13	Unidades experimentales.....	105
Anexo 14	Tratamientos pregerminativos.....	106
Anexo 15	Siembra de las diferentes especies forestales.....	106
Anexo 16	Germinación	107
Anexo 17	Toma de datos.....	108
Anexo 18	Controles fitosanitarios.....	109
Anexo 19	Conteo y toma de datos finales en las diez especies forestales	109

Vásquez Vintimilla Paulo César
Yunga Sarmiento Juan Carlos
Trabajo de Graduación
Director: Ing. Idrovo Murillo Eduardo
Julio 2008

***EFFECTO DE CUATRO (4) PORCENTAJES DE ZEOLITA COMO SUSTRATO Y DOS (2)
MÉTODOS PREGERMINATIVOS EN DIEZ (10) ESPECIES FORESTALES***

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el aumento desmesurado de la contaminación se debe principalmente a la destrucción de nuestro medio ambiente y gran parte de este problema es por causa de la deforestación. Los problemas que acarrea la deforestación son innumerables, entre ellos la falta de oxígeno, la escasez de agua, la extinción de especies animales y vegetales, que deterioran nuestro medio ambiente y ponen en riesgo en un futuro no muy lejano la existencia de la humanidad.

Es por ello que se busca alternativas que ayuden a conservar nuestro medio ambiente, incrementando la capacidad de producción de especies forestales.

Para esto hemos creído conveniente desarrollar técnicas que permitan la utilización de sustratos que se encuentren en la naturaleza, que aunque han sido utilizados en la agricultura aún no se sabe a ciencia cierta el beneficio que puede aportar.

En cuanto a la propagación de especies forestales en nuestro medio, y en especial aquellas que tienen auge en nuestro alrededor, han sido tratadas mediante técnicas germinativas inespecíficas y muchas veces inadecuadas, que retardan la propagación y que no ayudan al desarrollo

de las mismas, por lo tanto se hace necesario difundir el uso de sustratos que demuestren buenos resultados de germinación y crecimiento en dichas especies.

Debido a los factores germinativos de cada especie, estas aprovechan de manera distinta las determinadas sustancias: físicas, químicas y orgánicas que están dentro de un sustrato.

Estos problemas han llevado a la búsqueda de alternativas en la utilización de sustratos como la Zeolita que cumple la función de sostén, drenaje y aireación de la semilla y al mismo tiempo se convierte en una reserva de sustancias nutritivas para el desarrollo postgerminativo, basados en un manejo integrado de las mismas; cuya actividad se basa en la capacidad de obtener mejores resultados en la germinación, las mismas que presentarán un mayor vigor para un futuro crecimiento y desarrollo de la planta.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. LOS SUSTRATOS:

1.1.1. ¿QUÉ ES UN SUSTRATO?

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (CANOVAS, F.; DÍAZ, J.R. 1993)

1.1.2. PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS.

1.1.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS

A) ESTRUCTURA.

Puede ser granular como la mayoría de los sustratos minerales o fibrosos. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (www.usuarios.lycos.es)

B) GRANULOMETRÍA.

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. (www.infoagro.com)

C) DENSIDAD APARENTE.

Se denomina densidad aparente de un sustrato, al peso seco del mismo por unidad de volumen que incluyen todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos.

Esta característica es frecuentemente utilizada para estimar la capacidad total de almacenaje del medio de cultivo y su grado de compactación (Hillel, 1982; Miller and Donahue, 1995; Ansorena, 1994).

Un sustrato con baja densidad aparente resulta económicamente beneficioso, debido a que mejora significativamente la capacidad operacional del medio de cultivo, disminuyendo los costos de transporte y manipulación de materiales (Abad, 1993b).

D) POROSIDAD.

La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (Hillel, 1982; Burés, 1997).

La administración de los flujos de agua y aire dentro de un sustrato dependerán, principalmente, de la calidad del espacio poroso del medio. Sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que es necesario que ésta se encuentre convenientemente repartida entre poros de gran tamaño o macro poros, que se hallan ocupados por aire, y poros de menor tamaño o micro poros que alojan agua en su interior (Ansorena, 1994).

Al igual que en pleno suelo, los poros en un sustrato están determinados por la irregularidad en la forma de sus partículas primarias y agregados,

implicando una alta heterogeneidad en el tamaño, forma y dirección de los mismos. (Miller y Donahue, 1995).

E) AIREACIÓN.

Todas las plantas necesitan oxígeno para respirar. Desde el punto de vista de la planta una condición óptima es aquella donde el intercambio gaseoso con la atmósfera es rápido. (Miller y Donahue, 1995; Nelson, 1998).

El tipo de material utilizado, el tamaño y continuidad de sus poros, la temperatura, profundidad, humedad y actividad microbiológica de los sustratos, son aspectos que deben considerarse para entender la dinámica de los gases dentro de un medio de cultivo.

La utilización de sustratos en contenedores de volumen reducido modifica las propiedades de aireación y retención de agua del medio, afectando el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. (Nicolas y Cruzat, 1992; Hsu *et al*, 1996).

Múltiples investigaciones han encontrado importantes diferencias en la capacidad de intercambio gaseoso al modificar la naturaleza de los materiales del sustrato. Sustratos a base de cortezas, fibras de madera, perlita y turba, han mostrado algún grado de dificultad al paso del aire, debido al pequeño tamaño o discontinuidad de sus poros. (Caron *et al*, 1999).

F) RETENCIÓN DE AGUA.

El agua cumple un papel fundamental en la dinámica del continuo sustrato planta-atmósfera, debido a su participación en la mayoría de los procesos metabólicos de la planta. Junto con esto, el agua favorece la penetración de las raíces, a través de la lubricación del sustrato, y permite la absorción de los nutrientes.

Dentro de un sustrato, el agua es retenida de dos formas, como una delgada película que envuelve las partículas y agregados, adsorción, o en fase líquida dentro de los poros de menor tamaño. (Hillel, 1982).

La cantidad total de agua retenida por un sustrato en un contenedor dependerá de la proporción de poros de pequeño tamaño y del volumen del contenedor. Sin embargo, aunque la retención de agua sea elevada, puede ocurrir que una parte de ésta se encuentre adsorbida a las partículas del sustrato con una fuerza superior a la succión o tensión que la planta es capaz de ejercer, por lo que no se encontrará disponible. Interesa conocer, por tanto, la cantidad de agua disponible en el sustrato, la que dependerá del tamaño de los poros más pequeños y de la concentración de sales en la solución acuosa (Ansorena, 1994).

Así, se denomina agua fácilmente disponible a la diferencia en la cantidad de agua retenida por el sustrato después de haberlo saturado y drenado libremente a 10 cm de tensión mátric a, menos la cantidad de agua presente en dicho medio a una tensión de 50 cm. Por lo tanto, un sustrato será considerado como adecuado, cuando el agua fácilmente disponible fluctúe entre 20 a 30 % del volumen total del agua del medio (De Boodt *et al*, 1974).

Un sustrato puede presentar una pobre retención de agua fácilmente disponible cuando: 1) Su porosidad total es baja, 2) Los poros son grandes y gran parte del agua se pierde por gravedad, 3) Los poros son muy pequeños y la planta no es capaz de extraer una parte importante del agua, 4) Existe una elevada concentración de sales en la solución acuosa y 5) Una combinación de las situaciones anteriores. (Abad, 1993; Ansorena, 1994).

1.1.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.

Entre las principales características químicas tenemos:

- El pH. Nos informa de necesidades inminentes, valores bajos requieren de un encalado para subirlo. En el caso contrario puede utilizarse sulfato ferroso para bajarlo. Los valores adecuados oscilan entre 5.0/5.5 y 6.0
- La Conductividad eléctrica. Marca claramente la mayor o menor salinidad del sustrato.
- La Capacidad tampón capaz de mantener fijo un valor óptimo de pH.
- El Contenido de nutrientes, que limiten el suministro de fertilizantes exteriores. Presencia de metales pesados.
- Materia orgánica total.
- Relación carbono-nitrógeno (C/N). Proporciona una idea de la estabilidad o estado de fermentación o transformación del producto.
(www.fecyt.es)

1.1.2.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS.

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido.

Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

a. Velocidad de descomposición

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

b. Efectos de los productos de descomposición

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la

degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.

c. Actividad reguladora del crecimiento

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo.

(www.usuarios.lycos.es)

1.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO IDEAL.

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

1.1.3.1. Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción, o hinchazón del medio.

1.1.3.2. Propiedades químicas:

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

1.1.3.3. Otras propiedades.

- Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.
(www.infoagro.com)

1.1.4. TIPOS DE SUSTRATOS.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

1.1.4.1. SEGÚN SUS PROPIEDADES.

- **Sustratos químicamente inertes.** Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- **Sustratos químicamente activos.** Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc. (www.infoagro.com)

1.1.4.2. SEGÚN EL ORIGEN DE LOS MATERIALES.

1.1.4.2.1. Materiales orgánicos.

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).

- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.)(www.usuarios.lycos.es)

1.1.4.2.2. Materiales inorgánicos o minerales.

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc. (www.usuarios.lycos.es))

1.1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUSTRATOS.

1.1.5.1. SUSTRATOS NATURALES.

A) GRAVAS.

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500-1.800 kg/m³. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse.

Existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras.

(www.infoagro.com)

B) ARENAS.

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (www.usuarios.lycos.es)

C) TURBAS.

La turba es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

La formación de turba constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbón mineral. Se forma como resultado de la putrefacción y carbonificación parcial de la vegetación en el agua ácida de pantanos, marismas y humedales. La formación de una turbera es relativamente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana, debida a la acidez del agua o la baja concentración de oxígeno. El paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor, a un ritmo de crecimiento que se calcula de entre medio y diez centímetros cada cien años.

Composición:

Carbono	59 %
Hidrógeno	6 %
Oxígeno	33 %
Nitrógeno	2 %
Materias volátiles	60 %

(www.wikipedia.com)

D) LA CASCARILLA DE ARROZ.

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos en Colombia bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas. (www.drcalderonlabs.com)

E) ASERRINES Y VIRUTAS.

Tienen una velocidad de descomposición que depende del tipo de madera y que ocasiona en este proceso un alto consumo de nitrógeno, generando deficiencias de este elemento para las plantas cuando el suministro se hace a niveles normales en la solución nutritiva. (www.drcalderonlabs.com)

F) LADRILLOS Y TEJAS MOLIDAS.

Son buenos sustratos como retenedores de humedad, dada su extraordinaria porosidad. Es necesario cuidar su origen, en cuanto a la presencia de elementos calcáreos o de cemento. Las partículas de molienda, entre 0,5 y 2 cm., conforman una buena granulometría. Cuando las partículas son muy pequeñas presentan problemas de falta de

porosidad. Es un sustrato que tiende a degradarse físicamente y por lo irregular de sus partículas pueden presentar los mismos problemas de las gravas. Es pesado y de difícil manejo. (www.drcalderonlabs.com)

De origen volcánico con ciertas características: una multitud de poros y células cerradas dan por resultado una porosidad con una solidez de grano al mismo tiempo. Su porosidad le permite absorber y retener el agua. Libre de sales solubles en agua.

Sirve como aereador de suelos y al mismo tiempo retiene el agua en el área, permitiendo a las plantas permanecer verdes y saludables por periodos más prolongados entre lluvias o riegos. (www.infoagro.com)

G) HUMUS DE LOMBRIZ.

El humus de lombriz es un sustrato orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación del estiércol compostado de vacuno y caballar, por medio de la lombriz roja de california.

Este producto tiene unas propiedades específicas que lo convierten en un fertilizante extraordinario.

La primera y más importante, es su riqueza en flora microbiana (1gr. De humus contiene aproximadamente 2 billones de microorganismos vivos), que al ponerse en contacto con el suelo, aumenta la capacidad biológica de éste y como consecuencia su capacidad de producción vegetal sirve para restablecer el equilibrio biológico del suelo, roto generalmente por contaminantes químicos.

En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, hierro y sodio en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica.

Favorece la circulación del agua, el aire y las raíces. Las tierras ricas en humus son más esponjosas, más aireadas y menos sensibles a la sequía.

Facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata, siendo su acción prolongada a lo largo de todo el proceso vegetativo.

Contiene sustancias fitoregulatoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas.

El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que con su aplicación mejore la estructura y equilibrio del terreno y aumente su capacidad de producción vegetal. (www.agroterra.com)

H) ZEOLITAS.

Descripción: El nombre de Zeolita proviene de las palabras griegas: "zeein" = hervir y "lithos" = piedra; que significa "piedra hirviente". Este nombre fue dado por el investigador sueco, Barón de Cronsted, que en el año 1756 descubrió algunas variedades de zeolitas como cristales bien definidos, presentes en las cavidades de rocas basálticas, y ser los únicos silicatos de aluminio que hierven al ser calentados en un tubo de ensayo con bórax (sal blanca compuesta de: ácido bórico, sosa y agua). (www.soil-fertility.com)

Las Zeolitas se presentan de forma natural en rocas de origen volcánico, siendo una familia de minerales aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos de una estructura porosa con diámetros de poro mínimos de 3 a 10 ángstrom.

Una zeolita es un mineral aluminosilicato cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el cambio iónico y la deshidratación reversible. (www.fisicanet.com.ar)

A) TIPOS DE ZEOLITAS:

Para su mejor estudio y comprensión, existen dos grandes grupos de Zeolitas: las sintéticas o artificiales y las naturales.

a) Zeolitas sintéticas

Han sido producidas a nivel industrial, después de varios años de intenso trabajo investigativo y de laboratorio. Gracias a ello, se ha logrado un producto similar al obtenido en condiciones naturales, mediante la modificación de sus cationes.

En la producción de estos tipos de Zeolitas sintéticas, se ha tomado como patrón para su fabricación, las zeolitas naturales: Faujasita, Chabacita y Mordenita fundamentalmente. Esto significa que, la producción de zeolitas sintéticas ha sido a partir de patrones de zeolitas naturales, como requisito fundamental para su producción. (www.soil-fertility.com)

b) Zeolitas naturales

Se agrupan en cantidades significativas que constituyen yacimientos; y se conoce cerca de 50 minerales de esta familia, entre lo cuales tenemos los más conocidos y utilizados:

- Mordenita
- Clinoptilolita
- Chabazita
- Erionita
- Estilbita
- Ferrierita
- Filipsita
- Huelandita
- Laumantita

La Mordenita y la Clinoptilolita son los minerales zeolíticos más conocidos por sus usos y aplicaciones. La Clinoptilolita, es una Zeolita natural formada a partir de cenizas volcánicas en lagos o aguas marinas hace millones de años. Esta es la más estudiada y considerada de mayor utilidad; se conoce como adsorbente de ciertos gases tóxicos: como el sulfuro de hidrógeno y el dióxido de azufre. (es.wikipedia.org)

En Latinoamérica se han encontrado yacimientos zeolíticos en varios países como: Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú.

Los principales productores de zeolita natural en el mundo son: China, Japón, Corea del Sur, Estados Unidos, Cuba, Hungría, Turquía, Bulgaria, Eslovaquia, Sud África, Canadá, Grecia, Italia, Australia, Georgia, Nueva Zelanda. (US Geological Survey 2005).

La composición de las Zeolitas naturales es similar a la de los minerales arcillosos que forman los suelos, ya que ambos son aluminosilicatos (Al + Si); sin embargo, presentan diferencias marcadas en su estructura cristalina:

En las arcillas de los suelos, su estructura cristalina es laminar, conformada por láminas de silicio y aluminio (similar a un paquete de naipes o barajas), y se clasifica como filo-silicatos. La absorción de agua y de nutrientes, provoca la separación de las capas produciendo el aumento de volumen.

En contraste; las Zeolitas tienen una estructura cristalina tridimensional rígida (similar a un panal de abejas), conformado por una inmensa red de túneles y canales conectados entre sí, creando de ésta forma una inmensa área superficial para realizar el intercambio, absorción de nutrientes y de humedad. El agua puede entrar y salir libremente de estos poros y no produce cambios en la estructura del mineral, la cual permanece rígida.

Otro aspecto especial de la estructura de las Zeolitas es que las dimensiones de los poros es bastante uniforme permitiendo al cristal actuar como tamiz molecular. Esta porosidad de las Zeolitas, permite el almacenamiento de moléculas de agua y de iones como: Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio, así como también de una gran variedad de otros cationes, pero solamente de aquellos que poseen un tamaño adecuado para que penetren a través del sistema de poros.

La propiedad más importante de las Zeolitas es la habilidad de intercambiar cationes. Esto se produce cuando ocurre la sustitución de un ión de Aluminio por uno de Silicio en el enrejado cristalino de la zeolita, quedando

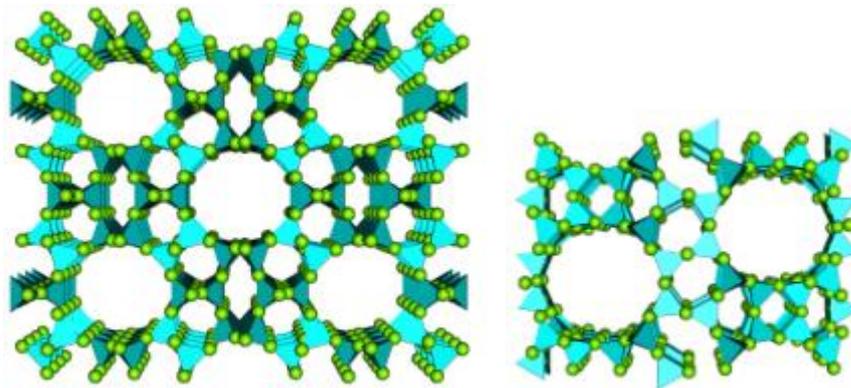
una carga negativa libre en la estructura de ésta, la cual provoca la entrada a los sitios de intercambio, de un catión para la compensación o neutralización eléctrica en el cristal. Esto hace que se incremente la capacidad de intercambio catiónico de la zeolita. (www.soil-fertility.com)

c) Composición química de las zeolitas naturales.

Formula general de las zeolitas naturales: $-(Na_2 K_2 Ca)[(Al,Si)O_2]_n \times H_2O$

NOMBRE:	FORMULA:
• Mordenita	$(Ca, Na_2, K_2)Al_2Si_{10}O_{24} \cdot 7H_2O$
• Clinoptilolita	$(Na, K, Ca)_{2-3}Al_3(Al, Si)_2Si_{13}O_{36} \cdot 12H_2O$
• Erionita	$(K_2, Ca, Na_2)_2Al_4Si_{14}O_{36} \cdot 15H_2O$
• Mordenita	$(Ca, Na_2, K_2)Al_2Si_{10}O_{24} \cdot 7H_2O$
• Estilbita	$NaCa_2Al_5Si_{13}O_{36} \cdot 14H_2O$
• Chabazita	$CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 6H_2O$

(www.uned.es)



Figuras a, b

Dos estructuras zeolíticas, note los tetraedros y las estructuras tipo túnel (poros) donde se acomodan los cationes (que compensan eléctricamente la estructura), el agua y otras moléculas. (www.uned.es)

d) Propiedades de las zeolitas naturales.**Propiedades físicas**

Las propiedades físicas de una zeolita deben de considerarse de dos formas:

Primero una descripción mineralógica de la zeolita desde el punto de vista de sus propiedades naturales, incluyendo la morfología, hábitos del cristal, gravedad específica, densidad, color, tamaño del cristal o grano, el grado de cristalización, resistencia a la corrosión y abrasión.

El segundo desde el punto de vista de su desempeño físico como un producto para cualquier aplicación específica, tomando en cuenta las características de brillantes, color, área superficial, tamaño de partícula, dureza, resistencia al desgaste.

La caracterización de cualquier zeolita siempre incluye la descripción básica de sus características mineralógicas y una evaluación al cambio con el efecto con la humedad las cuales son consideradas para las aplicaciones comerciales específicas.

Propiedades químicas

Las aplicaciones de las zeolitas naturales hacen uso de uno o más de sus propiedades químicas, que generalmente incluye el intercambio de iones, adsorción o deshidratación y rehidratación. Estas propiedades están en función de la estructura del cristal de cada especie, y su estructura y composición catiónica.

Mumpton describe las siguientes propiedades de la siguiente manera:

Propiedades de adsorción.- Las zeolitas cristalinas son los únicos minerales adsorbentes. Los grandes canales centrales de entrada y las cavidades de las zeolitas se llenan de moléculas de agua que forman las esferas de hidratación alrededor de dos cationes cambiables. Si el agua es eliminada y las moléculas tienen diámetros seccionales suficientemente pequeños para

que estas pasen a través de los canales de entrada entonces son fácilmente adsorbidos en los canales deshidratados y cavidades centrales como una esponja. Las moléculas demasiado grande no pasan dentro de las cavidades centrales y se excluyen dando origen a la propiedad de tamiz molecular una propiedad de las zeolitas.

Propiedad de intercambio de cationes.- Por procedimientos clásicos de intercambio catiónico de una zeolita se puede describir como la sustitución de los iones sodio de las zeolitas faujasitas por cationes de otros tamaños y otra carga. Esta es una de las características esenciales de las zeolitas. En efecto, así se consigue modificar considerablemente las propiedades y ajustar la zeolita a los usos más diversos.

El intercambio de iones en una zeolita depende de:

- La naturaleza de las especies catiónicas, o sea, del catión, de su carga, etc.
- La temperatura.
- La concentración de las especies catiónicas en solución.
- Las especies aniónicas asociadas al catión en solución.
- El solvente (la mayor parte de los intercambios se lleva a cabo en solución acuosa, aunque también algo se hace con solventes orgánicos) y,
- Las características estructurales de la zeolita en particular.

Deshidratación-Rehidratación basado en el comportamiento de deshidratación. Las zeolitas pueden ser clasificadas como:

Aquellas que muestran cambios estructurales no mayores durante la deshidratación y exhiben continua pérdida de peso como una función de la temperatura.

Aquellos que sufren mayores cambios estructurales, incluyendo colapsos (derrumbes) durante la deshidratación, y exhiben discontinuidades en la pérdida de peso. (www.fisicanet.com.ar)

B) USOS Y APLICACIONES DE LA ZEOLITA:

Antes de profundizar sobre los usos y aplicaciones de las Zeolitas es necesario explicar lo siguiente:

Cuando se va a decidir aplicar Zeolitas, es importante recordar que no todas los minerales de Zeolitas son iguales. Algunos pueden ser muy eficientes en el desarrollo de las plantas, mientras que otros pueden ser excelentes medios filtrantes, pero no significa que la misma Zeolita realice ambas funciones. Es sumamente importante entender que hay que conocer muy bien las características y propiedades de las Zeolitas para realizar la selección adecuada en función del tipo de aplicación. (www.soil-fertility.com)

- Las zeolitas naturales son vendidas como productos triturados y cribados, finalmente como pulverizados o micronizados a productos ultra finos. El producto triturado y cribado de estos materiales es de bajo costo y es usado en aplicaciones simples como son: acondicionamiento de suelos o como vivienda de animales domésticos, que toleran un equitativo y amplio rango de tamaño de partícula. Muchas zeolitas son trituradas, pulverizadas y clasificadas en un varios rangos. Micronizando productos tan finos de 5 a 10 mm y productos ultrafinos como de 1 mm. los cuales son preparados para usos especiales en papel filtro.
- El desempeño de las zeolitas naturales puede incrementarse lavándose con ácido y solución de NaCl para subir los contenidos de iones de H⁺ y Na⁺ respectivamente. Los productos de clinoptilolita son particularmente incrementados en la capacidad de intercambio ionico por lavado para reemplazar los iones de K⁺ por iones de Na⁺.
- En la agricultura como acondicionador y fertilizante de suelos, permitiendo que las plantas crezcan más rápido, pues les facilita la fotosíntesis y las hace más frondosas.
- Finalmente una diferencia que requiere especial atención es la composición catiónica intercambiable que posee las zeolitas. Los sitios de

intercambio de las zeolitas naturales están ocupados principalmente por los cationes de calcio, potasio, sodio y magnesio. La concentración de ellos estará en dependencia de las condiciones geológicas y ambientales de cada localidad. Las zeolitas permiten que estos cationes puedan ser sustituidos por otros a través de un proceso químico, lo cual hace que los investigadores puedan rediseñar la concentración de los cationes en el mineral de zeolita, de acuerdo a los objetivos que se persiguen en determinadas aplicaciones, por ejemplo: si queremos eliminar microorganismos patógenos en el proceso de potabilización de aguas, se modifica la zeolita con un catión que tenga un efecto bactericida; si queremos desarrollar plantas sobre un sustrato puramente de Zeolita, podemos suplir los cationes que posee el mineral por los macro y microelementos que necesita el cultivo y desarrollar el mismo sin necesidad de realizar la fertilización química.

En resumen, la zeolita es un mineral muy versátil, con varias propiedades que tienen puntos de contactos en un gran número de aplicaciones diferentes, lo cual hace que este mineral se convierta en una buena herramienta para ser utilizada en la solución de una gran cantidad de problemas.
(www.fisicanet.com.ar)

a) Beneficios que producen las Zeolitas en la agricultura:



- Mejora sus propiedades físicas (estructura, retención de humedad, aireación, porosidad, densidad, ascensión capilar, etc.).

- Mejora sus propiedades químicas (pH, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y micro nutrientes). Aumentando su capacidad de intercambio catiónico.
- Disminuye los contenidos de Sodio en el suelo, que pudieran ser tóxico para las plantas.
- Facilita una mayor estabilidad de los contenidos de materia orgánica del suelo, y no permite las pérdidas de materia orgánica por mineralización.
- Aumenta la retención de nutrientes, lo que permite reducir hasta un 50% la aplicación de los fertilizantes minerales que se aplican tradicionalmente.
- Aumenta la retención de humedad permitiendo reducir las dosis de riego en más de 15%.
- Mejora considerablemente la nivelación del terreno, debido al mejoramiento de su estructura.
- La aplicación de zeolita en el suelo, reduce significativamente la cantidad de agua y el costo en fertilizantes, mediante la retención de nutrientes en la zona de las raíces.
- Las zeolitas forman un depósito permanente de agua, asegurando un efecto de humedad prolongada, hasta en épocas de sequedad.
- Controla la acidez del suelo, incrementando el pH. Esto se produce por su capacidad alcalinizadora.
- Aumenta la resistencia a la compactación del suelo.
- Las condiciones físico - químicas de los suelos arenosos mejoran con la aplicación del zeolita debido a que aumenta su capacidad retenedora de humedad, y en los suelos arcillosos mejora las condiciones físicas, evitando la compactación de los mismos y mejorando la capacidad de penetración de agua en ellos.
- Aumenta el aprovechamiento de los fertilizantes químicos, pesticidas y otros productos aplicados al suelo, pues los incorpora a su masa porosa y los va liberando poco a poco.
- Mejoran la nitrificación en el suelo. Al suministrar una superficie ideal para la adherencia de las bacterias nitrificantes, ayuda a una mayor nitrificación. Por el mismo motivo, aumenta la población de bacterias del suelo que atacan a hongos patógenos.

- La estructura porosa de las zeolitas ayuda a mantener el suelo aireado. Una única aplicación de zeolita ofrece beneficios durante mucho tiempo debido a la estabilidad y la resistencia de esta sustancia
- Facilita la buena relación entre nutrientes.
- Facilita la solubilización del Fósforo (P) y la asimilación del Potasio (K). (Mupton, 1984)

b) Beneficios que producen las zeolitas En la producción de fertilizantes orgánicos:

- Disminuye los lixiviados que muchas veces en forma líquida, contaminan las fuentes de agua dulce.
- Controla en un 100% los olores desagradables en el proceso de compostaje.
- Aumenta la calidad agrícola y comercial del compost.
- Disminuye hasta en un 50% las pérdidas de nutrientes por volatilización, que se producen durante el proceso de producción.
- Acelera el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y su pronta conversión en abonos.

Al tener menos pérdidas de nutrientes incrementa la calidad biológica de los abonos orgánicos. (Soca, 1984)

c) Beneficios de las zeolitas en la producción de fertilizantes químicos y organominerales:

- Las zeolitas actúan como fertilizantes de liberación lenta. Tienen una estructura cargada negativamente que contiene nutrientes como son el Potasio y el Nitrógeno. Pueden cargarse con estos iones antes de utilizarse como medio de cultivo para después poder liberar los nutrientes cerca del sistema de raíces donde son necesarios para el crecimiento.
- Incrementa la eficiencia del uso de los fertilizantes químicos y organominerales, en más del 50%.
- No solamente puede actuar como un fertilizante de lenta liberación, retardando o reduciendo los lixiviados (movimiento en el suelo de nutrientes disueltos en agua), de la zona de la raíces, sino también reduciendo la

migración de los nutrientes de la zona de las raíces hacia aguas profundas, eliminando la posibilidad de contaminación ambiental.

- Muchos de los fertilizantes utilizados en el campo de la Agricultura, por ejemplo; nitrato de amonio, tienen una baja eficiencia en el uso de sus nutrientes, y en muy pocos casos la eficiencia es superior al 50 % para la mayoría de los cultivos. Las adiciones de zeolita pueden ayudar al incremento de la eficiencia de estos fertilizantes. En estas aplicaciones, se adiciona zeolita con fertilizantes solubles, como: el nitrato de amonio, urea, potasio y sulfato de amonio. Con el tiempo estos nutrientes se intercambian a sitios de la zeolita donde son disponibles para la absorción por parte de las plantas. La capacidad que tiene la zeolita de liberar nutrientes poco a poco, incrementa la eficiencia de los fertilizantes.
- La reducción de la lixiviación de fertilizantes por la adición de zeolitas incrementa la eficiencia del uso de éstos. Las adiciones de zeolita natural pueden también reducir o eliminar la lixiviación de fertilizantes a aguas subterráneas, ríos y lagos.
- Mejora las características de los fertilizantes sólidos. Su resistencia a la pulverización, baja capacidad erosiva y resistencia a la formación de terrones, así como su capacidad de absorber líquidos, las hace más apropiadas como acondicionador de fertilizantes químicos y también de pesticidas sólidos.
- Mejora las características de otros fertilizantes químicos. Cuando se emplean Mordenita y Clinoptilolita como aglutinantes de fertilizantes mezclados, controlan la liberación de amonio y otros cationes de los mismos. Esta propiedad permite la inclusión entre el 15 al 25 % de zeolitas en los fertilizantes minerales NPK, provocando la disminución de los nutrientes que tienen las diferentes fórmulas, sin que se produzca detrimento de la calidad del fertilizante, ni de los rendimientos agrícolas. Todo lo contrario, la calidad y los rendimientos serán mayores.
- Permite la inclusión de determinados nutrientes de forma intercambiable en la red cristalina del mineral de zeolita, los que son cedidos al medio a medida que las plantas los necesitan para su óptimo desarrollo, sustituyendo de forma total la aplicación de fertilizantes minerales.

- También permite la obtención de diferentes productos a partir de mezclas de la zeolita con otras fuentes de minerales como fosforitas, magnesitas y otros, aumentando la solubilidad de estos últimos, así como diferentes combinaciones con residuos orgánicos de origen animal y vegetal. (Soca, 1984)

d) Beneficios que producen las zeolitas para la sanidad vegetal.

- Adsorción, retención y neutralización de elementos pesados presentes en los pesticidas químicos evitando daños para los animales y las personas.
- Disminución en el suelo de la presencia de nemátodos parásitos y otros gérmenes que afectan a diferentes especies vegetales. El nemátodo no puede penetrar la zeolita, sin embargo la zeolita puede tomar el agua del medio donde está el nemátodo y este muere por falta de humedad.
- Facilita un crecimiento y desarrollo más sano de los cultivos, disminuyendo los riesgos por ataque de plagas y enfermedades. (Soca, 1984)

e) Beneficios que producen las zeolitas para la mecanización agrícola.

- La presencia de zeolitas en los suelos facilita las labores de mecanización, debido a que el suelo está más suelto y menos compactado por la presencia de la zeolita.
- Al ser menos compactado el suelo por el uso de la zeolita, se facilita mucho el uso de la tracción animal y su correspondiente efecto económico y ecológico.
- Incrementa la economía de las labores de cultivos debido a que se realizan en un menor tiempo y menor gasto de combustible.
- También facilita la aplicación mecanizada de fertilizantes, al disminuir su grado de humedad. (www.soil-fertility.com)

f) Beneficios que producen las zeolitas para el riego y el drenaje de los suelos.

- Gracias al efecto de las zeolitas hay una mayor economía del agua de riego, debido a que retiene una determinada cantidad y después la va suministrando poco a poco.
- Facilita el drenaje de los campos, producto a que produce en el suelo una mayor porosidad.
- Contribuye a mejorar la calidad del agua de riego, reteniendo los elementos dañinos (Sodio - metales pesados - algunos gérmenes patógenos), que pueden perjudicar a las plantas y a la salud de las personas

Este mineral posee la habilidad de absorber y entregar agua reversiblemente sin ningún cambio en su estructura. Pueden absorber hasta el 30% de su peso en agua; esto reviste vital importancia en regiones agrícolas de escaso abastecimiento de agua, permite el espaciamiento de la frecuencia de riego, disminuye el estrés hídrico de las plántulas cuando son plantadas en campo, absorción de la humedad residual de recristalización producida en el proceso de obtención de los fertilizantes minerales, disminuyendo la compactación de los mismos. (www.soil-fertility.com)

g) Beneficios que producen las zeolitas para los cultivos.

- Sustrato para cultivos en condiciones artificiales (zeopónicos). Su aplicación para estas condiciones tiene muchas ventajas sobre otros sustratos de origen mineral.
- Utilizando zeolita para los cultivos se consiguen beneficios tales como: reducción de la cantidad de fertilizante, reducción del consumo de agua, mejora la salud de las plantas, incremento de la productividad y reducción del tiempo de producción.
- Mejora el desarrollo del sistema radicular de las especies vegetales. Intensifica la coloración verde en muchas especies. (www.soil-fertility.com)

1.2. SEMILLAS Y PREGERMINATIVOS

1.2.1. SEMILLAS

Una semilla es un ovulo maduro, que consiste en embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras.

La reproducción sexual es la forma básica por la cual las plantas mantienen sus poblaciones, se adaptan a las condiciones cambiantes del medio ambiente y persisten de esta manera, a través del tiempo.

Por medio de la semilla se puede crear o mantener un amplio grado de variabilidad genética. Obteniéndose a la vez individuos más vigorosos, robustos y con caracteres modificados con respecto a sus progenitores. (HARTMANN Y KESTER, 1987)

1.2.2. FASES PARA LA PROPAGACIÓN POR SEMILLA

1.2.2.1. RECOLECCIÓN DE LAS SEMILLAS.

Las semillas destinadas a la reproducción deben ser bien conformadas, provenir de árboles adultos, de frutos preferentemente maduros, que el árbol sea sano, que las semillas estén libres de parásitos, que contengan todas sus partes y no presenten lastimaduras. Es decir que provengan de plantas madres (se entiende por plantas madres aquellas que por presentar características técnicas ideales, se las utiliza como progenitores).

En ciertas especies de árboles, la extracción de semillas de frutos inmaduros mejora la germinación al impedir el desarrollo de cubiertas duras. Esas semillas se deben sembrar de inmediato sin secarlas. (HARTMANN Y KESTER, 1987)

1.2.2.2. ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS.

Dependiendo de la semilla, una vez recolectada, esta recibe varios tratamientos como despulpado. Limpieza de impurezas como residuos de hoja, ramas, corteza, etc.; una vez limpia la semilla, puede o bien ser almacenada para su posterior utilización o ser sembrada de forma inmediata.

En el caso de ser almacenada. El local de almacenamiento debe tener un ambiente seco y frío, y poseer muy buena ventilación.

En ese lugar las semillas deben completar su ciclo de maduración, deshidratarse en forma paulatina y reposar durante un tiempo sin que existan cambios bruscos de temperatura.

Hay necesidad de protegerlas contra el ataque de insecto y roedores con algún repelente. (CALDERÓN, 1987).

1.2.3. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS PARA LA REPRODUCCIÓN SEXUAL O POR SEMILLA.

Los tratamientos para eliminar la latencia son:

1.2.3.1. *Estratificación*

Consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El período de estratificación varía según la especie. Se utiliza para superar latencias provenientes del embrión.

- Cálida. Si la estratificación se realiza a temperaturas altas (22 a 30 °C).
- Fría. Si la estratificación se realiza a temperaturas bajas (0 a 10 °C).

En el vivero también se puede estratificar empleando el mismo suelo o algún otro sustrato húmedo. La estratificación fría se realiza en invierno y la cálida en verano. (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988)

1.2.3.2. *Escarificación*

Es cualquier proceso de: romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

Mecánica. Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija o combinados con arena gruesa o grava.

Con agua caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100 °C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento.

Remojo en agua fría. El propósito de remojarlas en agua es el de modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación. El tiempo que dura este tratamiento depende de cada especie. Generalmente se emplean de 12 a 48 horas. Después se recogen las que se depositan en el fondo del agua desechando las que flotan, y se extiende un lienzo, exponiéndolas al aire libre y a la sombra. (Hartmann y Kester, 1987)

Con ácido. Las semillas secas se colocan en recipientes no de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante. (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988)

1.2.3.3. Hormonas y otros estimulantes químicos

Existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA₃), citokininas, entre otros. Todo este tipo de sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate.

Teniendo en cuenta lo anterior, es de gran importancia realizar el tratamiento pregerminativo que se recomienda para cada lote de semillas, ya que obtendrá resultados más rápidos y una producción de plantas más homogéneas. (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988)

1.2.4. SIEMBRA

La profundidad de siembra ya sea en el semillero, o en bolsa de polietileno especial para la propagación está en función del tamaño de ella y del tipo de suelo.

En general se considera que la profundidad de siembra debe ser de 2 a 3 veces el diámetro de la semilla, pudiendo aumentarse si el suelo es suelto y arenoso y disminuirse si, por el contrario es arcilloso y compacto. En el caso de semilla grande como en el caso del aguacate, basta una cubierta de suelo equivalente al propio diámetro y a veces menos.

Cuando una semilla queda colocada a una profundidad excesiva las sustancias de reserva contenidas en sus cotiledones pueden llegar a terminarse antes de que la plántula llegue a emerger del suelo e iniciar la actividad fotosintética, por lo que esta podría llegar a morir al no disponer de nutrientes. Igualmente el exceso de profundidad determina una deficiente aireación provocando de esta manera, un proceso germinativo lento y difícil.

Hay ciertas semillas, que deben ser utilizadas tempranamente para obtener un alto poder germinativo, la siembra puede realizarse tan pronto como son conseguidas las semillas, sin importar la época de siembra para ello.

Una vez alcanzadas las plantas una altura de 10 a 20 cm., deben ser transplantadas al lugar definitivo dependiendo de las especies. (CALDERON, 1987).

1.2.4.1. SIEMBRA DIRECTA EN FUNDA.

Las fundas de polietileno se usan de preferencia negras. El color negro de las fundas es conveniente para evitar el paso de la luz al interior de la mezcla de los suelos e imitar de manera precisa las condiciones normales de crecimiento radical de la planta, en el terreno de cultivo, a más de absorber una cantidad considerable de calor cuando se exponen al sol.

Es necesario efectuar en la parte inferior de las fundas un número suficiente de perforaciones de cierto tamaño, por las cuales pueda salir el exceso de agua.

Es conveniente realizar la siembra directa en funda, cuando el porcentaje de germinación de las semillas es alto, y cuando el trasplante de las pequeñas plantitas obtenidas previamente de los semilleros resulta ser difícil o con un bajo porcentaje de sobre vivencia al trasplante.

El tamaño de la funda dependerá de la especie a propagar. Es de gran importancia vigilar que el tamaño de la funda corresponda a un desarrollo normal del sistema radical de las plantas y que las raíces no se encuentren apretujadas, enrolladas formando una maraña. Y además se debe impedir que las plantas permanezcan en la funda más del tiempo necesario.

1.2.5. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS.

1.2.5.1. AGUA.

El contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 o 60 % de agua en la semilla, no se efectúa la germinación.

Las semillas secas tienen una gran capacidad de absorción de agua durante la imbibición debido a su naturaleza coloidal. Dicha capacidad varía con la naturaleza de la semilla y la permeabilidad de las cubiertas, pero la absorción depende también de la disponibilidad de agua en un medio circundante. Las temperaturas elevadas ayudan a la absorción de agua. Una vez que la semilla germine y emerja la radícula, la provisión de agua de la plántula depende de la capacidad del sistema radicular para crecer en el medio de germinación y de la capacidad de las nuevas raíces para absorber agua. (HARTMANN Y KESTER, 1987)

1.2.5.2. TEMPERATURA.

La temperatura es tal vez el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento de las plántulas. Las semillas secas que no han imbibido en agua pueden soportar temperaturas extremas. Es posible colocar las semillas en agua hirviendo durante cortos periodos sin perjudicarla. La temperatura óptima para las semillas de la mayoría de las plantas que no estén en letargo es de 25 a 30 °C. Las semillas de las diferentes especies, ya sean cultivadas o nativas, pueden ser divididas en cuatro grupos de requerimientos de temperatura:

Tolerancia a altas temperaturas. Las semillas de muchas especies nativas, germinan en una amplia gama de temperaturas, desde 4,5 °C hasta 40 °C. Sin embargo, es posible exponerlas a temperaturas elevadas durante periodos muy cortos, para combatir enfermedades.

Requerimiento de temperaturas bajas. Las semillas de algunas plantas de estación fría requieren temperaturas bajas y no germinan a temperaturas más elevadas que alrededor de 10 a 15 °C. La incapacidad para germinar a temperaturas elevadas es común en semillas recién cosechadas de muchas especies. Al parecer, las temperaturas elevadas, en combinación con una aireación reducida, es un agente principal en la inducción del letargo.

Requerimiento de temperaturas elevadas. Un amplio grupo de semillas, en especial de regiones tropicales y subtropicales, tienen un bajo porcentaje de germinación a temperaturas menores de 25 °C. El daño por las bajas temperaturas es aún mayor si las semillas están muy secas al inicio de la inhibición o si la provisión de oxígeno es limitada

Temperaturas Alternadas. Esta exigencia es de particular importancia para semillas en letargo, recién cosechadas. Las semillas de algunas especies no germinan a temperaturas constantes. Una de las razones por las cuales las semillas embebidas y enterradas a cierta profundidad en el suelo no germinan, es porque los cambios de temperatura del suelo desaparecen con el aumento de la profundidad del mismo. (HARTMANN Y KESTER, 1987).

1.2.5.3. AIREACIÓN.

Un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme. El oxígeno es esencial para el proceso de respiración de las semillas en germinación.

La provisión de oxígeno al embrión puede estar limitada por la condición del medio de suelo o por restricciones impuestas por las cubiertas de las semillas.

La provisión de oxígeno es escasa donde hay un exceso de agua en el medio de suelo. Las almácigas situadas a la intemperie y mal drenadas, en especial después de un riego o de una lluvia abundante, puede tener los espacios porosos del suelo tan llenos de agua que hay poco oxígeno disponible para las semillas. La cantidad de oxígeno presente en el medio

de germinación es afectado por su baja solubilidad en el agua su lenta difusión a un medio. En consecuencia, cuando la concentración de O_2 es del 20%, el intercambio de gases entre el medio de germinación y la atmósfera se reduce con la profundidad de suelo y en particular por una costra dura en la superficie, la cual puede limitar la difusión de oxígeno.

El bióxido de carbono (CO_2) es un producto de la respiración y en condiciones de mala aeración puede acumularse en el suelo. A profundidades escasas, el incremento de CO_2 puede inhibir la germinación en cierto grado. (HARTMANN Y KESTER, 1987).

1.2.5.4. LUZ.

Las semillas tienen una necesidad absoluta de luz y sin ella pierde su viabilidad en unas cuantas semanas. Existe un grupo numeroso de especies las cuales la germinación de las semillas es estimulada por la luz.

En un grupo mas reducido de especies la germinación de las semillas es inhibida por la luz. Las semillas sensibles a la luz a menudo son pequeñas y, por tanto, su germinación es favorecida estando cerca de la superficie del suelo de manera que las plántulas pueden emerger con rapidez e iniciar la fotosíntesis.

La supervivencia de las plantas se dificulta si las semillas germinan muy cerca de otras plantas, en donde habrá una intensa competencia por la luz, los nutrientes y el agua.

Para producir plántulas robustas y vigorosas es conveniente que halla luz de intensidad relativamente alta, en particular si se requiere hace trasplantes. La luz de baja intensidad produce ahilamientos y reducción de fotosíntesis, con baja supervivencia de la plántulas si se trasplantan.

Por otra parte, la luz de alta intensidad con frecuencia produce temperaturas altas que ocasionan daños por calor a las plántulas, en particular a nivel del suelo. En muchas especies, para evitar daños por el calor es conveniente sombrearlas en las primeras etapas de desarrollo de sus plántulas. (HARTMANN Y KESTER, 1987).

1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES SELECCIONADAS PARA EL ENSAYO

a) ACACIA DEALBATA

Nombre científico: *Acacia dealbata*.

Familia: *Mimosaceae* (Leguminosa)

Nombre común: *acacia, aroma.*



Árbol originario de Australia, tiene un rango de adaptación muy amplio, se lo puede encontrar desde los 2000 a 3000 m.s.n.m. Soporta bien el frío y las heladas que no sean frecuentes. Resiste la poda fuerte de rejuvenecimiento. Se desarrolla bien en un ambiente de pleno sol. Es rustica en cuanto a los suelos, soporta bien los suelos pobres, pero prefiere los sueltos, alcalinos y abonados. (IDROVO. Comunicación Personal, 1997)

Se trata de un árbol de entre 3 – 12 metros de altura, perenne. Corteza grisácea o blanca, muy ramificado. Hojas compuestas con 2 – 5 ejes secundarios pareados, que a su vez tienen 10 – 25 pares de hojuelas. Flores amarillas, agrupadas en cabezuelas redondas de 6 mm, con numerosos estambres. Su fruto es una legumbre cilíndrica de 4 – 7 cm. de largo. Ramas angulosas, pubescentes. Se multiplica por semillas.

Usada en parques, calles, paseos, aunque el uso más extendido es la jardinería, por el color de sus flores y el número de ellas, ofreciendo conjuntos de gran belleza. Se cultiva como fijador de terrenos y por la goma que se obtiene de su tronco de alto contenido en taninos. (www.wikipedia.com)

b) ACACIA MELANOXYLON

Nombre Científico: *Acacia melanoxylon.*

Familia: *Mimosaceae.*

Nombres comunes: *Acacia.*



Existen unas 1.300 especies en el mundo (unas 950 especies proceden de Australia).

Son especies que confieren un carácter específico al paisaje en el que crecen. Se los puede encontrar desde los 1800 a 2900 m.s.n.m, es resistente al frío. No es recomendable transplantar a raíz desnuda, soporta cualquier tipo de suelo pero prefiere el suelto y abonados con materia orgánica.

(Monreal Jose L, 1987, p.1377)

Alcanzan alturas de 10 a 12 metros. Su forma es ovoidal piramidal, La densidad de su follaje es espesa. Su tronco es leñoso, de madera dura, de corteza fina, de color gris verdoso. Forma un árbol fuerte y duradero. Sus hojas son lanceoladas, de 5 cm. De largo, de color verde oscuro con tres a seis nervios bien marcados. Florece casi todo el año. El fruto es una vaina de color verde que al madurar toma un color café. (IDROVO, 1997).

Las acacias son muy importantes ya que son plantas fijadoras de nitrógeno. De esta forma, contribuyen a la nitrificación del suelo y a que éste sea ideal para plantas, como las ornamentales que necesitan de suelos básicos. También facilitan acceso a este elemento de otras plantas.

Son de rápida germinación y de fácil cuidado. (www.wikipedia.com)

c) ALISO

Nombre científico: *Alnus acuminata* Kuntze.

Familia: Betulaceae.

Nombre común: Aliso, "Rambran en el Ecuador"



Existen 30 especies de árboles y arbustos (muy pocos de los cuales llegan a alcanzar gran tamaño) distribuidos por todo el mundo

Crece en forma natural en los Andes entre los 2000 a 3000 m.s.n.m. Se encuentra a orillas de los ríos o quebradas, en hondonadas o como pioneras de deslaves, prefiere los suelos húmedos, ácidos, profundos, humíferos, y de drenaje libre. (LOJAN, 1992)

Árbol de hoja caduca y de crecimiento medio.

La propagación se puede hacer por semilla o por estaca, La semilla debe ser recolectada cuando estén de color amarillo oscuro a marrón claro, antes de que se sequen en el árbol. (LOJAN, 1992)

Presentan hojas ovadas y de borde dentado o serrado. Las flores son en forma de amentos, los masculinos alargados y los femeninos cortos, ambos en la misma planta. El fruto es una piña leñosa. (www.wikipedia.com)

Tiene varios usos, la madera es utilizada para carpintería, su corteza para tintorería, las hojas tiene un valor medicinal contra el reumatismo, hemorragias, dolor de cabeza, etc. La hojarasca y materia orgánica que se encuentra en los bosquetes es utilizada como sustrato en los viveros. (LOJAN, 1992)

d) ARUPO

Nombre Científico: *Chionanthus pubescens* Kunth

Familia: Oleaceae.

Nombre Común: "arupo"



Origen: S. Ecuador - N. Perú. Crece en las laderas y los valles interandinos.

Árbol muy ramificado que alcanza los seis u ocho metros de altura con hojas coriáceas opuestas y con nervaciones. Las flores se agrupan en panículas colgantes y corola con cuatro pétalos de color blanco o rosado. El fruto es una drupa con una sola semilla Como planta ornamental

e) CAÑARO

Nombre científico: *Erythrina edulis*.

Familia: Fabaceae.

Nombres Comunes: Cañaro, Poroton, chachafruto, sachá poroto, balsui o balú.



Originario de los Andes tropicales, prospera entre los 1.200 y los 2.600 m.s.n.m. y requiere entre 1.500 a 2.000 mm. de lluvia al año. Es un árbol con ramas espinosas, pubescentes, que alcanza hasta 14 m de altura; 7 m de diámetro de follaje y 37 cm de diámetro del tronco. Hojas alternas pinnadas con tres folíolos, el terminal más grande que los laterales, caducas en las ramas en floración. Inflorescencias con 2 ó 3 racimos terminales o axilares largamente pedunculados de 30-45 cm de longitud, soportando muchas flores rojo anaranjadas. Vainas marrón oscuras sub-leñosas de 8 a 30 cm de largo, con constricciones poco profundas. (www.wikipedia.com)

f) CAPULÍ

Nombre Científico: *Prunus serotina* H. B. K.

Familia: Rosáceae.

Nombre Común: Capulí.



Árbol nativo. Crece entre los 2100 a 3900 m.s.n.m. Se adapta a todos los suelos pero prefiere los secos y arenosos. Requiere pleno sol. Se lo encuentra en la orillas de los ríos, retiro de viviendas, plantas solitarias en parterres amplios. (SAMANIEGO, 1991)

Alcanzan alturas de 10 a 15 metros, presenta forma ovoidal. Posee hojas lanceoladas con borde aserrado de un color verde claro, alternas. De follaje frondoso que deja pasar la luz. Las flores son de color blancas con estambres blancos sobresalientes, adrupados en racimos; su época de floración es de septiembre-octubre. El fruto es una drupa carnosa, con una sola semilla, el fruto al madurar adquiere un color oscuro. La corteza es de color gris. (BORJA Y LASSO, 1990).

Árbol de hoja caduca, crecimiento medio.

Se propaga por semilla, estacas y por plántula. La semilla germina a los quince y veinte días.

Se le utiliza como cortina rompevientos, cercas vivas, control de la erosión, ornamental, carpintería, carbón, leña. Su fruto es comestible. (SAMANIEGO, 1991).

g) FRESNO

Nombre científico: *Tecoma stans*.

Familia: Bignoniaceae.

Nombre Común: Bignonia amarilla, Roble amarillo, Trompeta de oro.



Origen: América Central y del Sur en lugares secos y abrigados. Desde 1400 a 2800 msnm.

Arbolito o arbusto perennifolio, de porte redondeado, que llega a medir una altura de hasta 8m. Posee un follaje persistente, con hojas formadas por 5-13 foliolos. (Borja,Lazo, 1990, p.30)

Su madera se utiliza para la fabricación de muebles y artículos torneados y carpintería.

Soporta sólo heladas muy ligeras (-2°C) y esporádicas.

Prefiere suelos arenosos, drenado, fresco, rico en materia orgánica.

Puede podarse después de la floración para mantener su forma arbustiva.

Produce las semillas en vainas maduras de color pardusco, que son difíciles de desprender y una vez secas se abren con facilidad desprendiendo las semillas que son livianas y aladas.

Puede utilizarse a orillas de los ríos, en parterres centrales amplios, y en parques (IDROVO, 1997)

h) MOLLE

Nombre Científico: *Schinus molle*.

Familia: *Anacardiaceae*.

Nombre Común: "Anacahuita", "Aguaribay", "Molle", "Pimentero".



Árbol que puede alcanzar de 8 a 10 metros de altura, resinoso. Tronco grueso con corteza persistente. Follaje persistente, copa amplia, ramillas colgantes de color verde claro. Hojas compuestas, pinnadas, alternas, glabras y raquis ligeramente alado con 10-12 pares de folíolos sésiles, dentados, flores amarillentas, dispuestas por lo general en panojas terminales. Fruto; drupa globosa, de color rojizo, reunidos en panojas uniseminados. Su habitat es en los montes de quebrada.

Área de dispersión: común en casi toda América del Sur, en nuestro país en la zona norte a partir de 2300 msnm. (Borja, 1992, p.64)

Los frutos tienen sabor a pimienta, usándose como condimento. La infusión de las hojas como medicinal. (www.infojardin.com)

i) NOGAL

Nombre Científico: *Juglans regia*.

Familia: *Juglandaceae*.

Nombre Común: *Nogal*.



Es un gran árbol caducifolio de entre 25 a 35 metros de altura y un tronco que puede superar los 2 m. de diámetro, aunque es de crecimiento más lento que su pariente el Nogal negro *Juglans nigra* y no suele llegar a alcanzar la altura máxima. Posee grandes hojas pinadas (25 a 40 cm) compuestas de 5 ó 9 folíolos de color rojizo al brotar y después se tornan verde oscuro. El tronco corto y robusto es de color blanquecino o gris claro, del cual salen gruesas y vigorosas ramas para formar una copa grande y redondeada.

En la misma planta se dan flores femeninas y masculinas, las primeras aparecen en las ramas del mismo año, agrupadas en racimos de dos a cinco florecillas pequeñas y de color rojizo, mientras que las masculinas brotan en ramas del año anterior formando amentos colgantes de entre 5-10 cm. de color púrpura verdoso. Las flores femeninas forman un fruto globular de cáscara verde semi-carnosa (fruto en drupa - llamada popularmente "nuez" pero botánicamente no lo es) con una semilla corrugada de color marrón en su interior que los romanos llamaban (*Jovis glans*), "bellotas de Júpiter", de este término deriva el nombre genérico *Juglans*. En otoño, todo el fruto, incluida la cáscara, caen al madurar. (www.wikipedia.com)

j) PINO

Nombre Científico: *Pinus patula*.

Familia: *Pinaceae*.

Nombre Común: *Pino*.



Árbol de las coníferas, muy resinoso, de tronco elevado y recto, las hojas son muy estrechas, puntiagudas y punzantes casi siempre por su extremidad, su fruto es la piña, la cual contiene las semillas llamadas piñones, los conos masculinos se desarrollan en la base de los brotes anuales. Las semillas son aladas con la cabeza más o menos lignificada. Presentan una ramificación frecuentemente verticilada y más o menos regular. La copa puede ser piramidal o redondeada y en los árboles adultos, anchos y deprimidos.

Numerosas especies se cultivan desde muy antiguo por sus piñones o con fines ornamentales o forestales, lo que dificulta el establecimiento de sus áreas originales. (www.wikipedia.com)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES:

2.1.1. Localización de la investigación:

Esta investigación se realizó en la Hacienda La Trabana, perteneciente a la Universidad del Azuay, la cuál esta ubicada en el cantón Cuenca, en la provincia del Azuay. El mismo que se encuentra a una altura 2400 m.s.n.m. con las siguientes coordenadas: Latitud 2°55", longitud 78° 58".

2.1.2. Características ecológicas:

- Una temperatura promedio de 15 grados centígrados.
- Su topografía es irregular, con una pendiente de 10 a 30%.
- En su entorno existen maizales, árboles (nogales, eucaliptos, cipreses, frutales), arbustos y pastos.
- Las corrientes de viento soplan de norte a sur.

2.1.3. Características de infraestructura:

2.1.3.1. Insumos:

Para la siguiente investigación se utilizaron los siguientes materiales:

Químicos

- pregerminativos naturales
- desinfectantes para semilla
- Captán

- aditivos para preservar las instalaciones
- herbicidas para el control de malezas alrededor del vivero.

Físicos

- pregerminativos: agua, arena
- Para la construcción del vivero y su adecuación se utilizó:
 - Estructura con postes de madera
 - Cubierta de zarán
 - Paredes zarán y plástico de invernadero
 - Piso con 30 cm. de ripio
 - Instalación de riego mediante tubería de pvc, y aspersores
 - Clavos, grapas, alambre de distinto calibre para determinar el área de las camas y templones.
 - Fundas plásticas
 - Semillas de las 10 especies forestales
 - Sustratos: zeolita, arena, tierra vegetal, humus
 - Camas para posición de fundas mediante: estacas, tiras de madera y alambre.
 - Herramientas de construcción.
 - Para muestreo: Flexómetro, Balanzas, cámara fotográfica, fichas para apuntes.

2.1.4. Recursos humanos:

Dadas las exigencias del trabajo de adecuación y control del vivero, así como la toma de datos la cual tenía que ser semanal se realizó el manejo de la investigación estrictamente bajo nuestra responsabilidad.

2.2. MÉTODOS:

2.2.1. MÉTODOS DE CAMPO:

Adecuación del vivero.- este se construyó en el local antes descrito, con las siguientes características: vivero de 144m² de superficie x 2.5 m de altura, estructura con postes de 3 m de madera de eucalipto, cubierta de zarán,

paredes de plástico de invernadero y zarán, piso de 0.30 m de ripio luego de un terraplenado con el fin de evitar malezas, humedad y facilitar el drenaje subterráneo. Pintura y aditivos para cubrir las bases de las estructuras de madera, aumentando la durabilidad del vivero, y a su vez se obtuvo un manejo adecuado. (Ver Anexo 7).

Construcción de camas para las fundas.- para su construcción se necesitó los siguientes materiales: estacas de eucalipto de 0.5 m de largo, alambre galvanizado calibre 4, tiras de madera y herramientas de trabajo.

Cada cama tenía una longitud de 12 m de largo por 1.5 m de ancho y caminos de 0.40 m entre camas. (Ver Anexo 9).

-Instalación del sistema de riego.- se utilizó tubería p.v.c para el sistema, instalados mediante aspersores dispuestos longitudinalmente cada dos metros a la posición de cada cama mediante alambres sujetos al piso, obteniendo así un riego uniforme en cada tratamiento. Todo este sistema se instaló en una tubería principal activada mediante una llave de paso. (Ver Anexo 9).

-Llenado de fundas.- se llenó con la mezcla de los sustratos tradicionales más zeolita dispuesto en porcentajes de 0, 10, 30 y 50%; utilizando la misma cantidad de volumen para cada funda. (Ver Anexo 11).

-Rotulación.- Esto con es propósito de ubicar tratamientos y repeticiones, y de esta manera se obtuvo los datos estadísticos estrictamente reales. (Ver Anexo 12).

-Pretratamiento, desinfección y siembra.- el pretratamiento se realizó mediante las dos técnicas pregerminativas (agua y arena) en cada una de las variedades forestales, al igual que la desinfección de la semilla mediante tratamientos específicos, proseguidos de la siembra en cada una de las fundas llenadas. (Ver Anexo 14. Anexo 15. Anexo 18).

-Germinación. Se realizó un conteo de las plantas germinadas en el tiempo establecido para cada especie forestal, de esta manera se determinó el método pregerminativo de mayores resultados. (Ver Anexo 16).

2.2.2. PROCEDIMIENTOS

2.2.2.1. Diseño experimental:

Se utilizó el Diseño completo de bloques al azar (B.C.A), con arreglo factorial, 4x2 en 3 repeticiones.

Cada repetición constó de 30 unidades experimentales (fundas), utilizando las 10 especies forestales.

Las técnicas de campo utilizadas fueron mediante:

- Registros.
- Observación.

2.2.2.2. Características del diseño estadístico:

TIPO DE DISEÑO.....B.C.A.

NÚMERO DE REPETICIONES..... 3

NUMERO DE TRATAMIENTOS.....8

En esta investigación se utilizó diez especies forestales, cuatro porcentajes de zeolita en una mezcla de sustrato común y dos tratamientos pregerminativos:

Área útil del ensayo.....144 m²

Área de pretratamientos.....25 m²

Área total del vivero.....169 m²

2.2.2.3. Esquema del análisis estadístico:

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza ADEVA, SCHEFFÉ al 5%.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
TOTAL	23
TRATAMIENTOS	7
REPETICIONES	2
SUSTRATOS	3
PREGERMINATIVOS	1
S X P	3
ERROR	14

2.2.2.4. Factores de estudio:

A) SUSTRATOS:		
S4	ZEOLITA (50%)	50%
	Humus (16.66%) - tierra vegetal (16.66%) - arena (16.66%)	50%
S3	ZEOLITA (30%)	30%
	Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%)	70%
S2	ZEOLITA (10%)	10%
	Humus (30%) - tierra vegetal (30%) - arena (30%)	90%
S1	ZEOLITA (0%)	0%
	Humus (33.33%) - tierra vegetal (33.33%) - arena (33.33%)	100%

B) PREGERMINATIVOS:		
P1	Remojo en agua (10 °C)	24 horas
P2	Estratificación en arena	10 días

2.2.2.5. Tratamientos

De la combinación de los Factores en estudio citados, se obtuvieron los siguientes tratamientos:

T1	S1+P1
T2	S1+P2
T3	S2+P1
T4	S2+P2
T5	S3+P1
T6	S3+P2
T7	S4+P1
T8	S4+P2

- **En el tratamiento T1s1p1:**

SUSTRATO {(Humus (33.33%) - tierra vegetal (33.33%) - arena (33.33%) = 100% + (zeolita) = 0%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

- **En el tratamiento T2s1p2:**

SUSTRATO {(Humus (33.33%) - tierra vegetal (33.33%) - arena (33.33%) = 100% + (zeolita) = 0%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

- **En el tratamiento T3s2p1:**

SUSTRATO {(Humus (30%) - tierra vegetal (30%) - arena (30%) = 90% + (zeolita) = 10%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

- **En el tratamiento T4s2p2:**

SUSTRATO {(Humus (30%) - tierra vegetal (30%) - arena (30%) = 90% + (zeolita) = 10%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

- **En el tratamiento T5s3p1:**

SUSTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

- **En el tratamiento T6s3p2:**

SUSTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

- **En el tratamiento T7s4p1:**

SUSTRATO {(Humus (16.66%) - tierra vegetal (16.66%) - arena (16.66%) = 50% + (zeolita) = 50%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

- **En el tratamiento T8s4p2:**

SUSTRATO {(Humus (16.66%) - tierra vegetal (16.66%) - arena (16.66%) = 50% + (zeolita) = 50%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

De esta manera pudimos comprobar los resultados de germinación y crecimiento de cada especie forestal obtenidos mediante la incorporación de sustratos comunes más zeolita y pregerminativos; evaluados entre si.

Tratamientos	Repeticiones	# de fundas x repetición	# de fundas x tratamiento
T1	3	30	90
T2	3	30	90
T3	3	30	90
T4	3	30	90
T5	3	30	90
T6	3	30	90
T7	3	30	90
T8	3	30	90
TOTAL	24	240	720

2.2.2.6 Manejo de la investigación:

- La semilla de algunas especies como el capulí, cañaro, molle y nogal fueron recolectados en un mismo sitio (cada especie) y a una misma edad fisiológica con el fin de no alterar resultados, mientras las otras semillas fueron adquiridas en una misma casa comercial. (Ver Anexo 1 Anexo 2)
- La preparación de cada mezcla de sustrato se realizó de forma uniforme para cada tratamiento.
- La aplicación de pregerminativos para cada especie se realizó de manera uniforme para todos los tratamientos.
- La desinfección de semillas se hizo de forma igual para cada especie.
- La siembra se efectuó de manera uniforme y total, en un mismo periodo de tiempo.
- Se realizó riego uniforme en el área del ensayo.
- Se realizó controles fitosanitarios uniformes y constantes en el transcurso del proyecto.
- La toma de datos se realizó en 10 plantas al azar en cada repetición para así obtener datos fiables.
- La toma de datos se realizó de manera uniforme y específica con los mismos materiales utilizados en el transcurso del proyecto.

2.2.2.7. Variables a evaluar:

En la determinación de cuál de los sustratos y métodos pregerminativos influyen de mejor manera en la germinación y la adaptabilidad de las 10 especies forestales, se llevó a cabo revisiones periódicas en las siguientes variables:

-Días a la Germinación.- se tomó el momento de germinación en cada una de las especies forestales. Evaluando así la efectividad de los pregerminativos. (Ver Anexo 16).

-Porcentaje de Germinación.- se obtuvo el porcentaje de germinación en cada 100 semillas sembradas. Evaluando así la efectividad germinativa en siembra directa.

-Altura de la Planta.- se llevó a cabo la medición de alturas de las diez especies cada 15 días para determinar el incremento en cada uno de los tratamientos. (Ver Anexo 17- Anexo 19).

-Producción de Plantas.- realizamos el conteo del número de plantas en cada especie al final de la investigación. Comprobando la efectividad del manejo. (Ver Anexo 19).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. RESULTADOS

Con el presente trabajo se analiza el porcentaje de germinación sus incrementos y altura final en cada una de las especies forestales, mediante tablas que detallan los resultados en los respectivos tratamientos.

3.1.1. Análisis de resultados obtenidos en *Acacia dealbata*.

3.1.1.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 1
ADEVA

F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	498,44				
TRATAMIENTO	7	243,5	34,8	2,54^{N.S}	2,76	4,28
REPETICIÓN	2	63,5	31,7	2,32^{N.S}	3,74	6,51
ERROR	14	191,5	13,7			

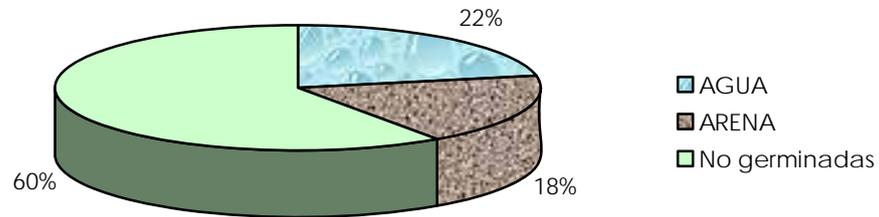
Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que no existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (2,54) no supera el valor de F.t. (2,76) al nivel del 5%.

Sin embargo, observamos en el cuadro de altura final (fig.3) que el tratamiento de mejores resultados es:

T3s2p1: SUSTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

3.1.1.2. Porcentajes de germinación a siembra directa en funda:

Figura 1

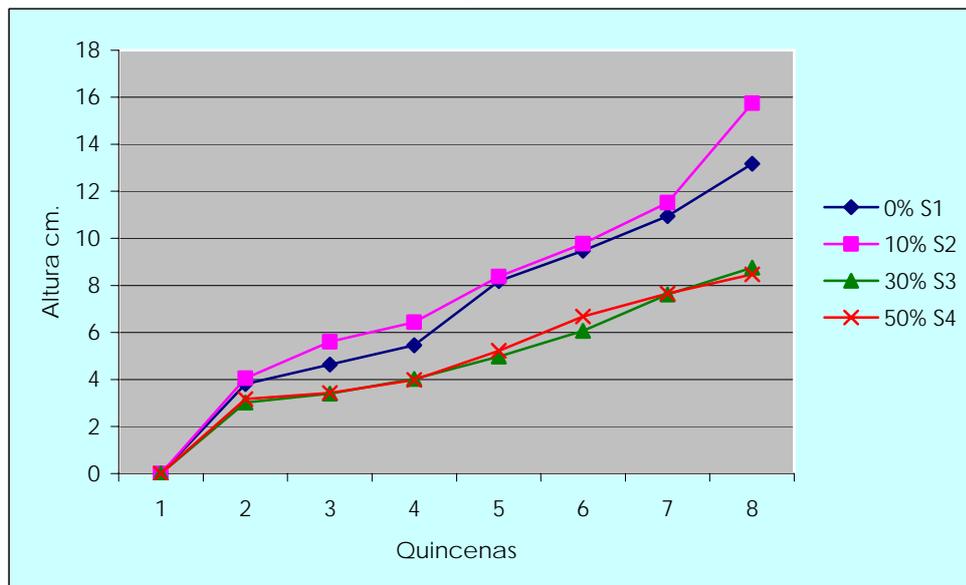


En la figura 1. Observamos que de cada cien semillas de Acacia dealbata, 18 germinaron en arena, 22 en agua y 60 no germinaron.

En este caso el agua resulto el medio mas apropiado para la germinación de esta especie.

3.1.1.3. Incrementos Quincenales:

Figura 2

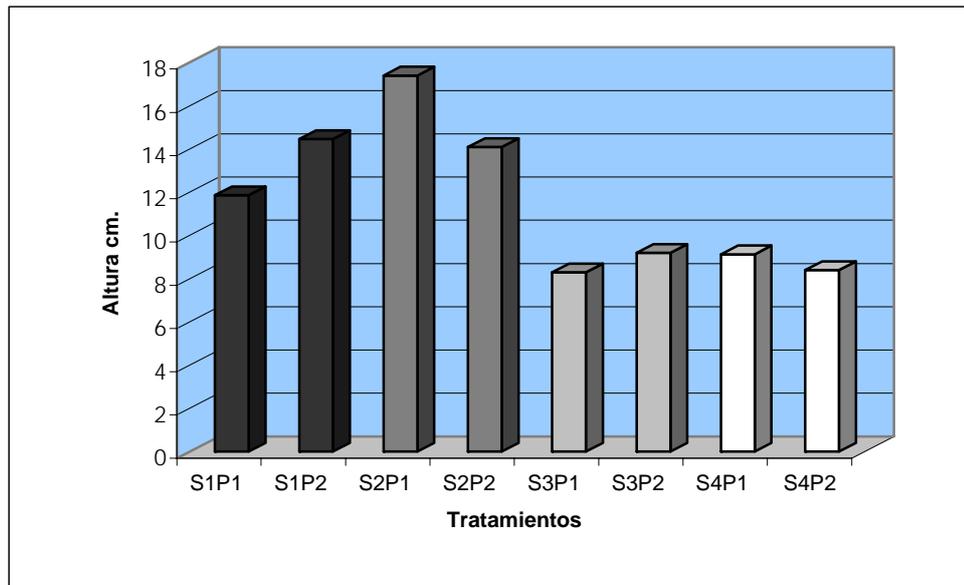


En la figura 2. Se observan los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 10% de zeolita

(S2) obtuvo los mejores rendimientos (15,75 cm.) desde el inicio hasta el final, resultando con una considerable diferencia frente al testigo y más aun con respecto al 30 y 50% de zeolita.

3.1.1.4. Altura Final:

Figura 3



En la figura 3. Apreciamos las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S2P1 (10% zeolita, pregerminativo agua), alcanzó la mayor altura (17,40 cm.) respecto al resto de los tratamientos.

3.1.2. Análisis de resultados obtenidos en Acacia Melanoxylón.

3.1.2.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 2

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	815,52				
TRATAMIENTO	7	557,68	79,67	5,76*	2,76	4,28
REPETICIÓN	2	64,04	32,02	2,31^{N.S}	3,74	6,51
ERROR	14	193,80	13,84			

Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (**5,76**) supera el valor de F.t. (2,76) al nivel del 5%.

Sin embargo en el cuadro de altura final (fig. 6) El tratamiento de mejores resultados es:

T4s2p2: SUSTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

Prueba de Scheffé al 5% para el efecto de tratamientos

Tabla 3

Tratamiento N°:	T4	T2	T1	T3	T6	T7	T8	T5
Media producción:	25,07	21,87	20,87	20,47	17,6	12,5	12,43	11,23

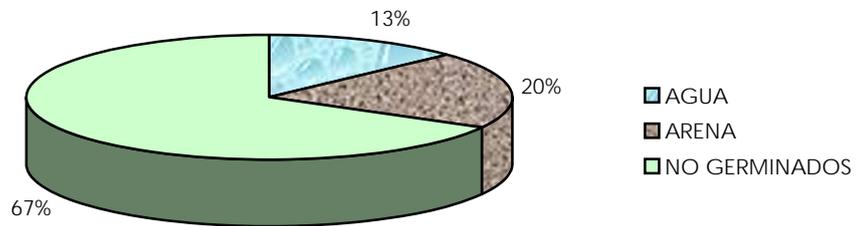
	a							

							ab	b

De acuerdo a la prueba de Scheffé se observan dos rangos, encontrándose en el primer rango siete medidas de tratamientos, de los cuales el mejor es el tratamiento T4 con una medida de altura de 25,07 cm.

3.1.2.2. Porcentajes de germinación a siembra directa en funda

Figura 4

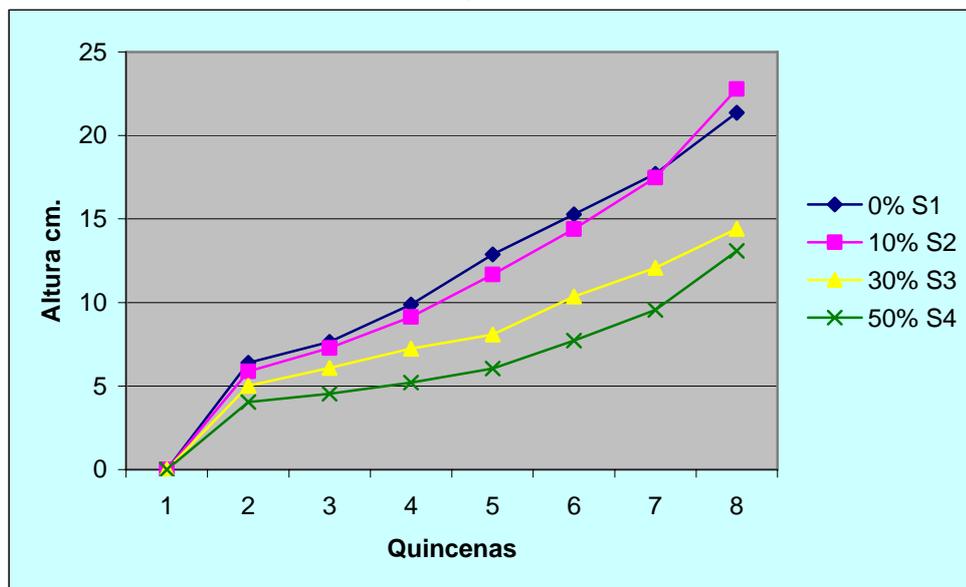


En la figura 4. Podemos observar que de cada cien semillas de acacia Melanoxylón, 20 germinaron en arena, 13 en agua y 67 semillas no germinaron.

En este caso la estratificación en arena resulto el medio más apropiado para la germinación de esta especie.

3.1.2.3. Incrementos Quincenales:

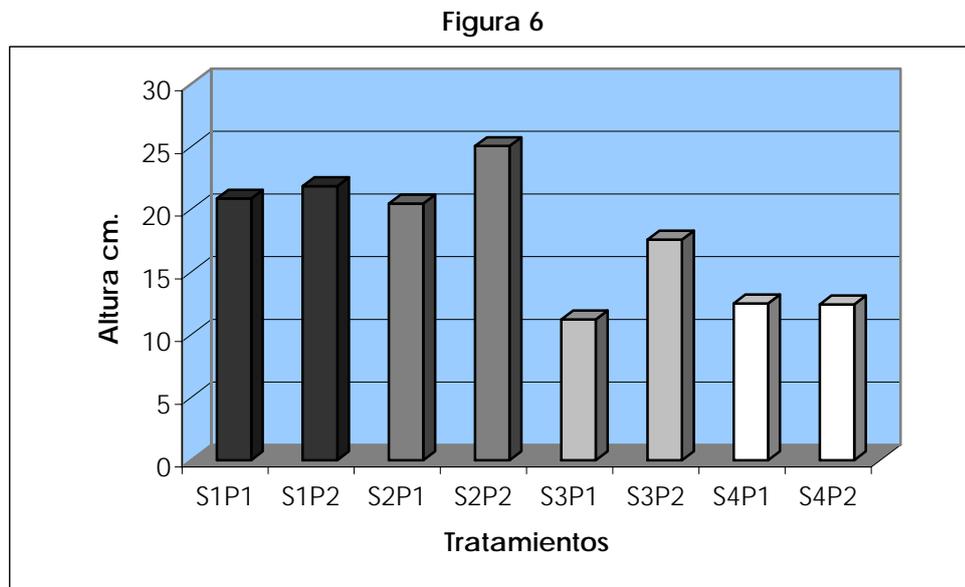
Figura 5



En la figura 5. Podemos observar los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 10% de zeolita

(S2) y el tratamiento testigo (S1) obtuvieron similares incrementos desde la germinación, variando únicamente en el mes final, donde el tratamiento con 10% de zeolita alcanzó un mejor resultado.

3.1.2.4. Altura Final:



En la figura 6. Podemos apreciar las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S2P2 (10% zeolita, pregerminativo estratificación en arena), alcanzó la mayor altura (25.1cm.) respecto al resto de los tratamientos.

3.1.3. Análisis de resultados obtenidos en Aliso

3.1.3.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 4

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	201,83				
TRATAMIENTO	7	122,12	17,45	3,27 *	2,76	4,28
REPETICIÓN	2	4,95	2,48	0,46^{N.S}	3,74	6,51
ERROR	14	74,75	5,34			

Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que si existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (**3,27**) supera el valor de F.t. (2,76) al nivele del 5%

Observando el cuadro de altura final (fig. 9) el tratamiento de mejores resultados es:

T4s2p2: SISTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

Prueba de Scheffé al 5% para el efecto de tratamientos

Tabla 5

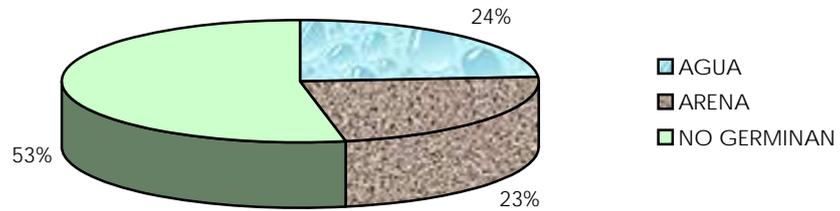
Tratamiento N°:	T2	T4	T3	T1	T6	T5	T7	T8
Media producción:	10,03	9,63	8,17	7,83	5,40	5,20	4,33	4,17

a

De acuerdo a la prueba de Scheffé se observa un solo rango, en el cual se encuentran las ocho medidas de tratamientos, de los cuales el mejor es el tratamiento T2 con una medida de altura de 10,03 cm.

3.1.3.2. Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda

Figura 7

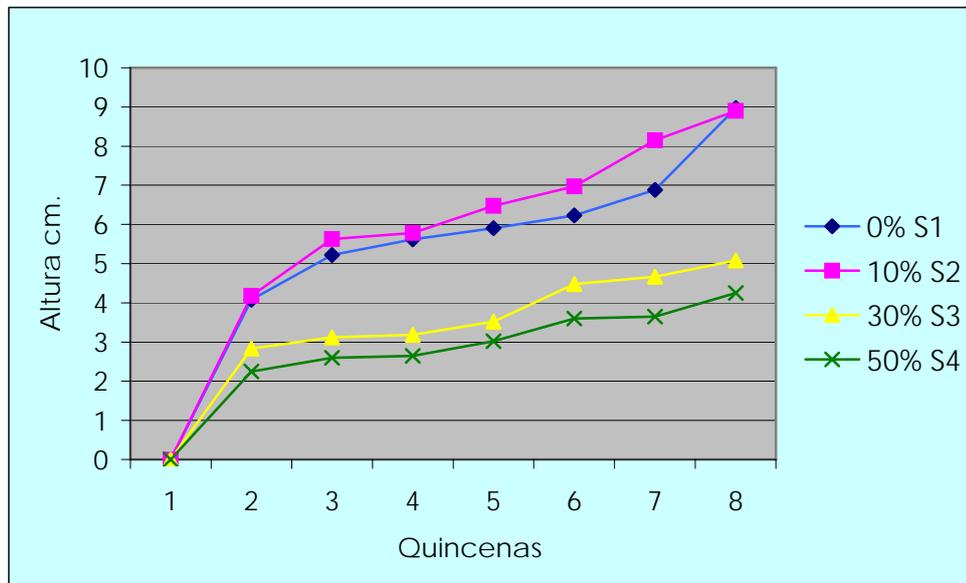


En la figura 7. Podemos observar que de cada cien semillas de aliso, 23 germinaron en arena, 24 en agua y 53 semillas no germinaron.

En este caso el remojo en agua resultó ligeramente superior siendo el método más apropiado para la germinación de esta especie.

3.1.3.3. Incrementos Quincenales:

Figura 8

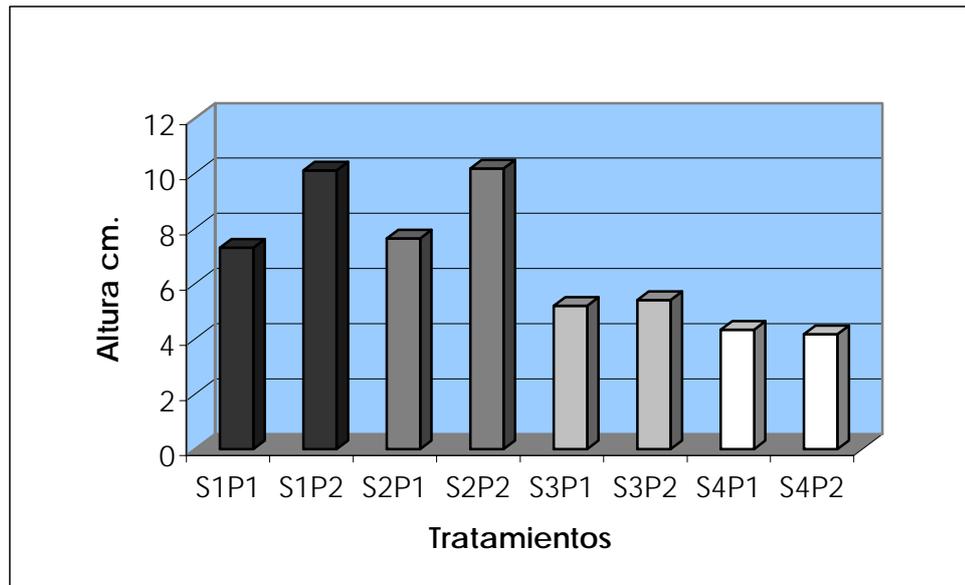


En la figura 8. Podemos observar los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 10% de zeolita

(S2) y el tratamiento testigo (S1) obtuvieron similares incrementos desde la germinación, variando en la sexta y séptima semana pero nuevamente resultando valores similares al final del cuarto mes.

3.1.3.4. Altura Final:

Figura 9



En la figura 9. Apreciamos las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S2P2 (10% zeolita, pregerminativo estratificación en arena) y S1P2 (0% de zeolita, pregerminativo arena) obtuvieron mayor altura con respecto a los dos restantes tratamientos.

3.1.4. Análisis de resultados obtenidos en Cañaro

3.1.4.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 6

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	270,86				
TRATAMIENTO	7	104,78	14,97	1,43 N.S	2,76	4,44
REPETICIÓN	2	19,53	9,77	0,93 N.S	3,74	6,51
ERROR	14	146,55	10,47			

Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que no existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (1,43) no supera los valores de F.t. (2,76 y 4,28) a los niveles de 5 y 1%.

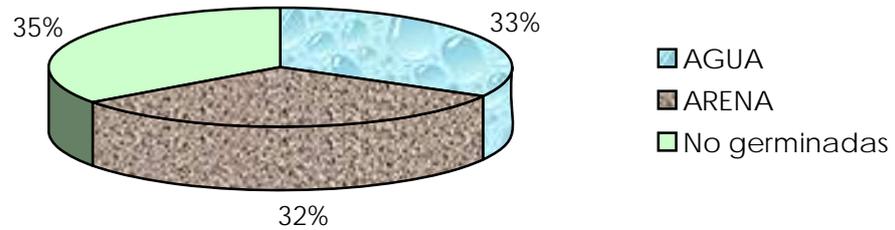
Sin embargo, observamos en el cuadro de altura final (Fig.12) que los tratamientos de mejores resultados son:

T2s1p2: SUSTRATO {(Humus (16.66%) - tierra vegetal (16.66%) - arena (16.66%) = 50% + (zeolita) = 50%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

T5s3p1: SUSTRATO {(Humus (30%) - tierra vegetal (30%) - arena (30%) = 90% + (zeolita) = 10%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

3.1.4.2. Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:

Figura 10

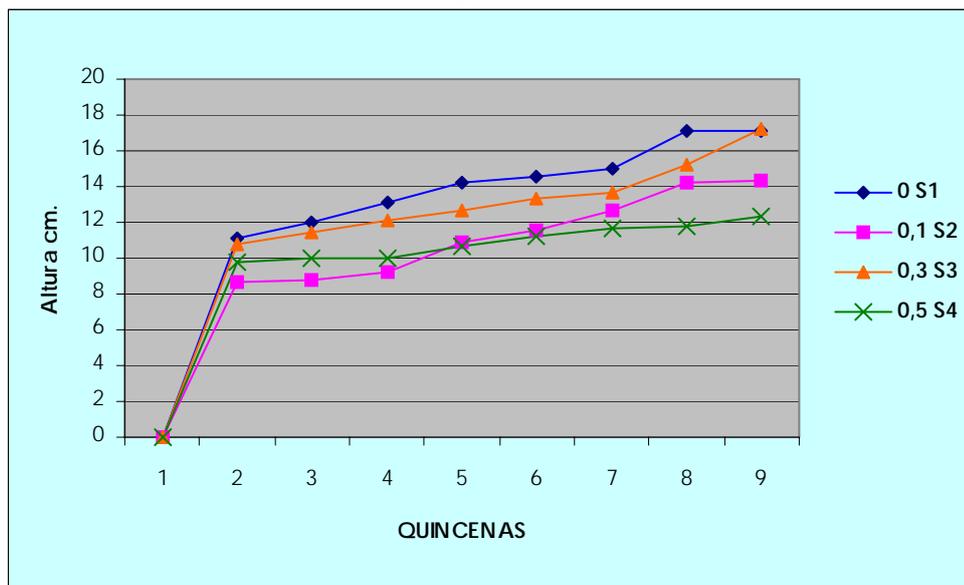


En la figura 10. Podemos observar que de cada cien semillas de Cañaro, 32 germinaron en arena, 33 en agua y 35 semillas no germinaron.

En este caso el remojo en agua como la estratificación en arena nos dio similares resultados.

3.1.4.3. Incrementos Quincenales:

Figura 11

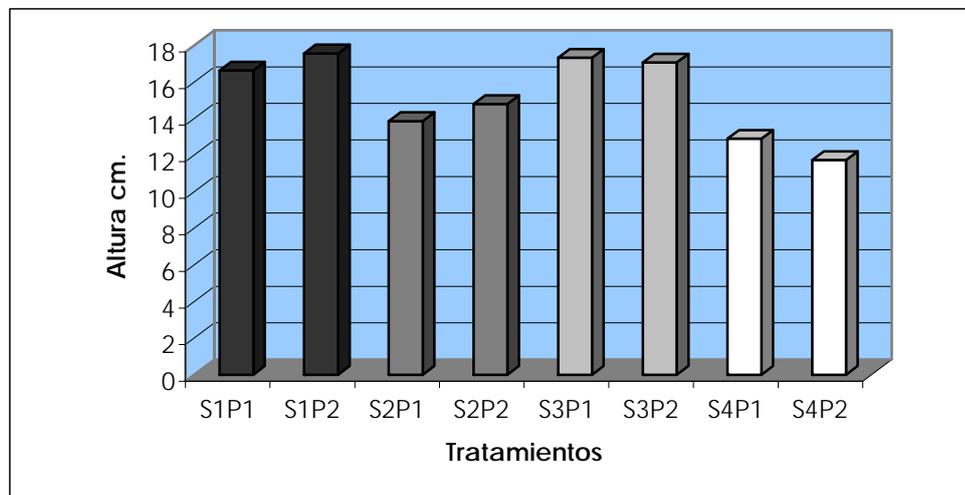


En la figura 11. Podemos observar los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 30% de zeolita (S3) y el tratamiento testigo (S1) obtuvieron similares incrementos desde la germinación siendo los más significativos.

En esta especie el tratamiento con 50% (S4) de zeolita resultó con incrementos muy bajos en relación a los otros tratamientos.

3.1.4.4. Altura Final:

Figura 12



En la figura 12. Podemos apreciar las alturas finales alcanzadas en 4 meses y medio de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S3P1 (30% zeolita, pregerminativo, remojo en agua) y S1P2 (0% de zeolita, pregerminativo arena) obtuvieron mayor altura, aunque S3P2 (30% zeolita y pregerminativo estratificación en arena) y S1P1 (0% de zeolita, pregerminativo remojo en agua), mostraron valores muy apreciables. Por lo que podemos anotar que tanto el 30% de zeolita como el testigo son los de mayor rendimiento en cuanto a altura.

3.1.5. Análisis de resultados obtenidos en Capulí

3.1.5.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 7

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	102,50				
TRATAMIENTO	7	27,42	3,92	0,74 ^{N.S}	2,76	4,28
REPETICION	2	1,17	0,58	0,11 ^{N.S}	3,74	6,51
ERROR	14	73,91	5,28			

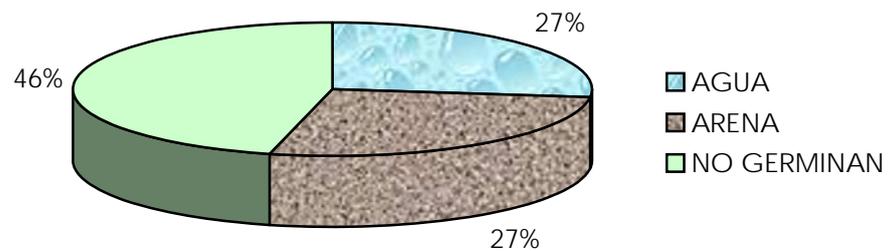
Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que no existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (0,74) no supera los valores de F.t. (2,76 y 4,28) a los niveles de 5 y 1%.

No obstante el cuadro de altura final (fig.15) el tratamiento de mejores resultados es:

T5s3p1: SUSTRATO {(Humus (30%) - tierra vegetal (30%) - arena (30%) = 90% + (zeolita) = 10%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

3.1.5.2. Porcentajes de germinación a siembra directa en funda:

Figura 13

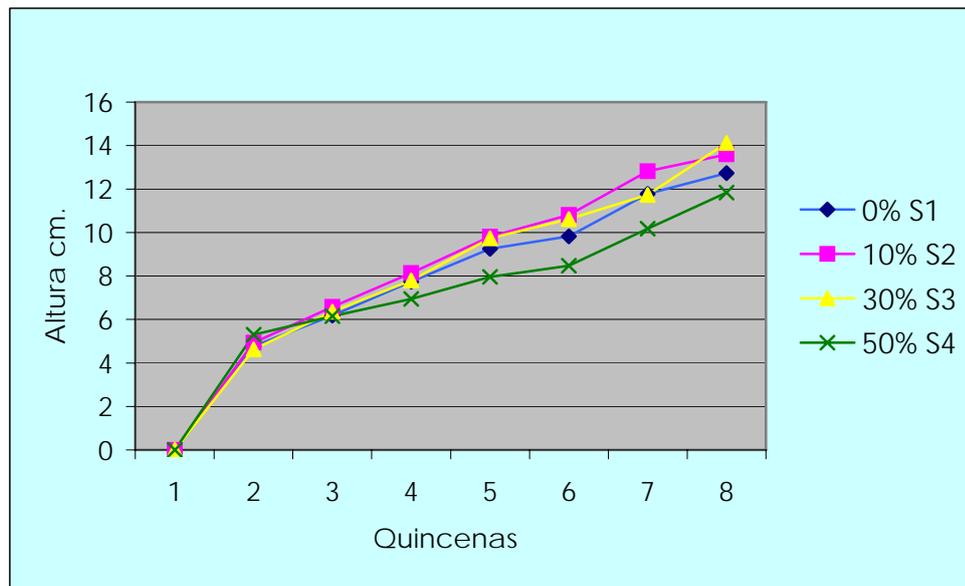


En la figura 13. Podemos observar que de cada cien semillas de Capuli, 27 germinaron en arena, 27 en agua y 46 semillas no germinaron.

En este caso el remojo en agua como la estratificación en arena nos dio similares resultados.

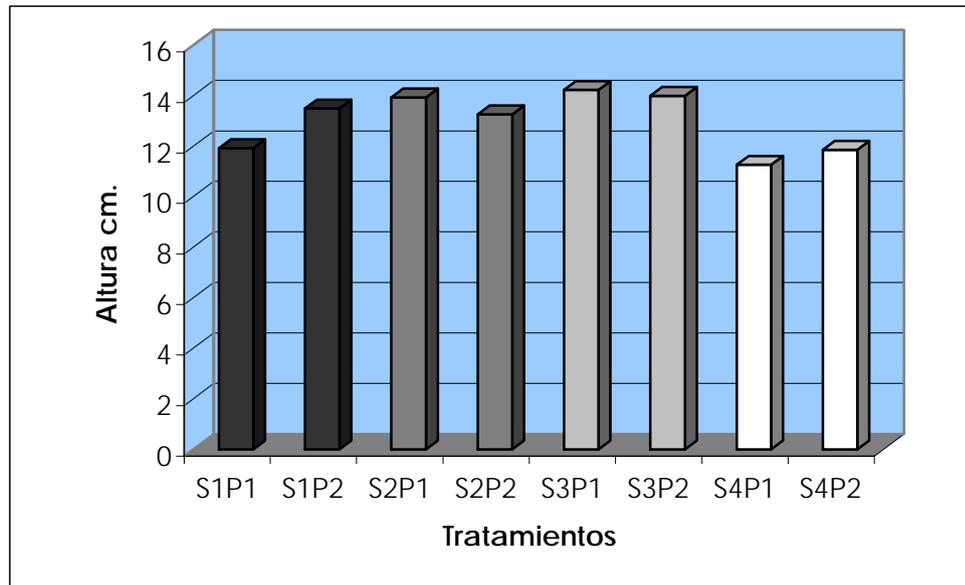
3.1.5.3. Incrementos Quincenales:

Figura 14



En la figura 14. Podemos observar los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 30% de zeolita (S3) y el tratamiento 10% de zeolita (S2) obtuvieron similares incrementos desde la germinación siendo los más significativos.

En esta especie el tratamiento con 50% (S4) de zeolita resultó con incrementos muy bajos en relación a los otros tratamientos.

3.1.5.4. Altura Final:**Figura 15**

En la figura 15. Vemos una marcada similitud entre los tratamientos, únicamente S4P1 y S4P2, tienen un nivel inferior al resto. Por lo tanto los valores alcanzados en cuanto a altura por el resto de tratamientos es muy similar.

3.1.6. Análisis de resultados obtenidos en Arupo

3.1.6.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 8

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	19,97				
TRATAMIENTO	7	11,90	1,70	4,01*	2,76	4,44
REPETICIÓN	2	2,13	1,06	2,51 N.S	3,74	6,51
ERROR	14	5,94	0,42			

Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que hay diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (**4,01**) supera el valor de F.t. (2,76) al nivele del 5%

Si observamos el cuadro de altura final (fig. 18) El tratamiento de mejores resultados es:

T6s3p2: SUSTRATO {(Humus (30%) - tierra vegetal (30%) - arena (30%) = 90% + (zeolita) = 10%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

Prueba de Scheffé al 5% para el efecto de tratamientos

Tabla 9

Tratamiento N°:	T6	T3	T1	T7	T8	T4	T5	T2
Media producción:	8,75	7,75	7,50	6,75	6,33	6,33	6,25	6,25

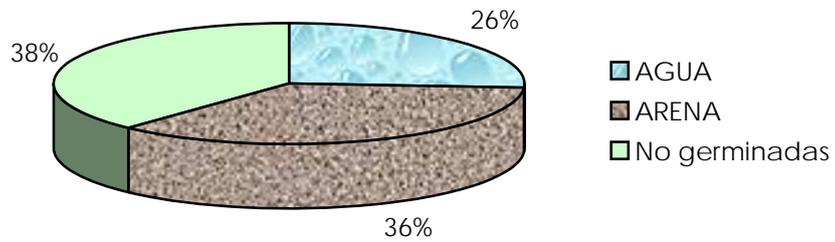
	a							

	ab			b				

De acuerdo a la prueba de Scheffé se observan dos rangos, encontrándose en el primer rango cuatro medidas de tratamientos, de los cuales el mejor es el tratamiento T6 con una medida de altura de 8,75 cm.

3.1.6.2. Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:

Figura 16

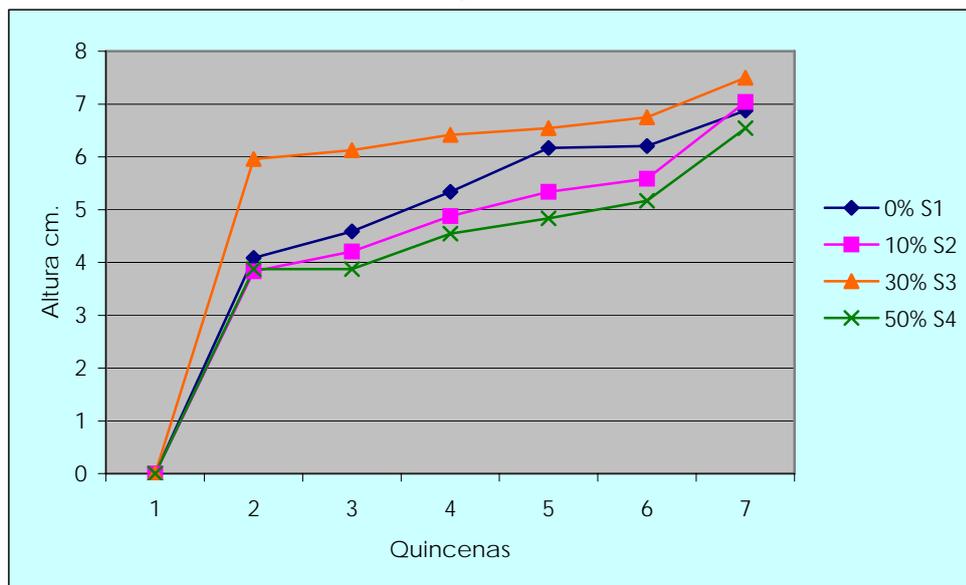


En la figura 16. Observamos que de cada cien semillas de Arupo, 36 germinaron en arena, 26 en agua y 38 no germinaron.

En este caso la arena resultó el método mas apropiado para la germinación de esta especie.

3.1.6.3. Incrementos Quincenales:

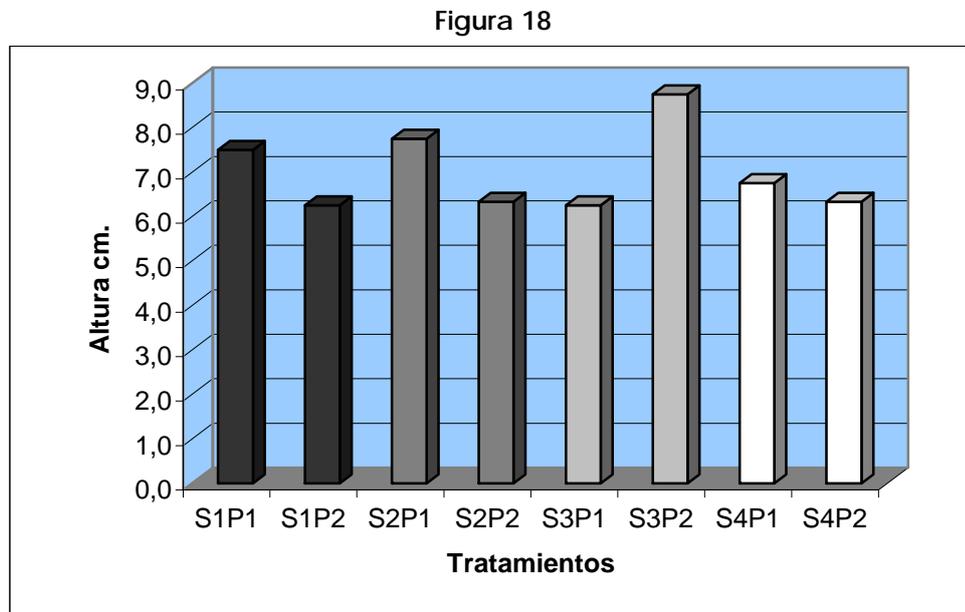
Figura 17



En la figura 17. Podemos observar los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 30% de zeolita

(S3) obtuvo los mayores incrementos desde el inicio hasta el final, resultando una buena diferencia con el resto de tratamientos

3.1.6.4. Altura Final:



En la figura 18. Apreciamos las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S3P2 (30% zeolita, pregerminativo arena), alcanzó la mayor altura (8,8 cm.) respecto al resto de los tratamientos.

3.1.7. Análisis de resultados obtenidos en el Fresno

3.1.7.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 10

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	163,82				
TRATAMIENTO	7	27,41	3,92	0,48 ^{N.S}	2,76	4,44
REPETICIÓN	2	23,12	11,56	1,43 ^{N.S}	3,74	6,51
ERROR	14	113,28	8,09			

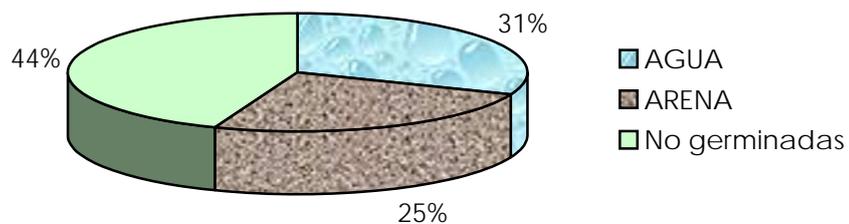
Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que en esta especie forestal no existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (0,48) no supera los valores de F.t. (2,76 y 4,28) a los niveles de 5 y 1%. Todos los tratamientos se comportan de manera similar.

Sin embargo, observando el cuadro de altura final (Fig.21) el tratamiento de mejores resultados es:

T7s4p1: SUSTRATO {(Humus (33.33%) - tierra vegetal (33.33%) - arena (33.33%) = 100% + (zeolita) = 0%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

3.1.7.2. Porcentajes de germinación a siembra directa en funda.

Figura 19

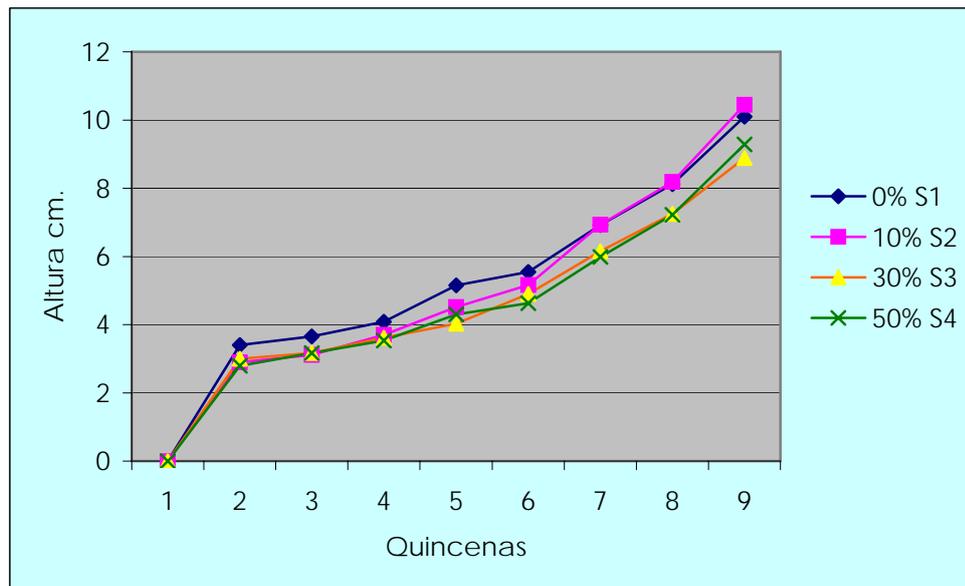


En la figura 19. Notamos que de cada cien semillas de fresno, 25 germinaron en arena, 31 en agua y 44 no germinaron.

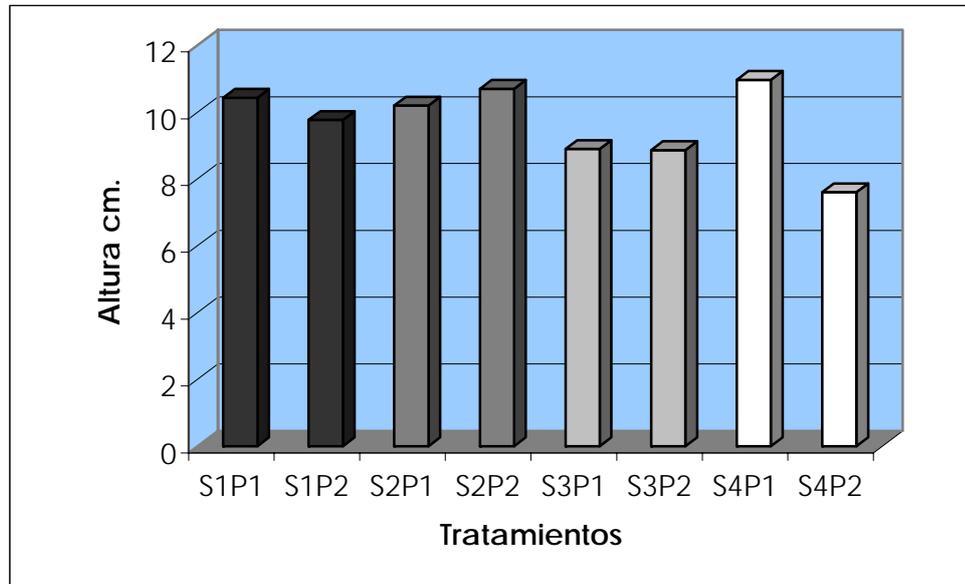
En este caso el agua resulto el medio más apropiado para la germinación de esta especie.

3.1.7.3. Incrementos Quincenales:

Figura 20



En la figura 20. Observamos los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 10% de zeolita (S2) obtuvo mayores incrementos (10.45 cm.) a la semana final, existiendo a su vez poca diferencia al resto de tratamientos

3.1.7.4. Altura Final:**Figura 21**

En la figura 21. Podemos apreciar las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S4P1 (50% zeolita, pregerminativo agua), alcanzó la mayor altura (11 cm.) respecto al resto de los tratamientos.

3.1.8. Análisis de resultados obtenidos en Molle

3.1.8.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 11

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	109,63				
TRATAMIENTO	7	70,70	10,10	3,77 *	2,76	4,44
REPETICIÓN	2	1,39	0,70	0,26 N.S	3,74	6,51
ERROR	14	37,54	2,68			

Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas concluimos que si existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (3,77) supera el valor de F.t. (2,76) al nivele del 5%

No obstante Observando el cuadro de altura final (fig. 24) El tratamiento de mejores resultados es:

T5s3p1: SUSTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (remojo de la semilla en agua a 10 °C durante 24 horas)

Prueba de Scheffé al 5% para el efecto de tratamientos

Tabla 12

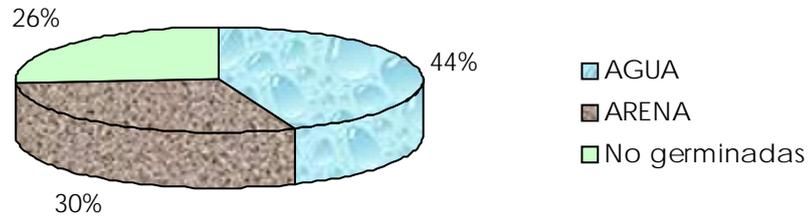
Tratamiento N°:	T5	T6	T3	T1	T4	T7	T8	T2
Media producción:	16,40	15,07	14,47	13,10	12,47	12,20	11,53	11,20

a

De acuerdo a la prueba de Scheffé se observa un solo rango, en el cual se encuentran las ocho medidas de tratamientos, de los cuales el mejor es el tratamiento T5 con una medida de altura de 16,40 cm.

3.1.8.2. Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:

Figura 22

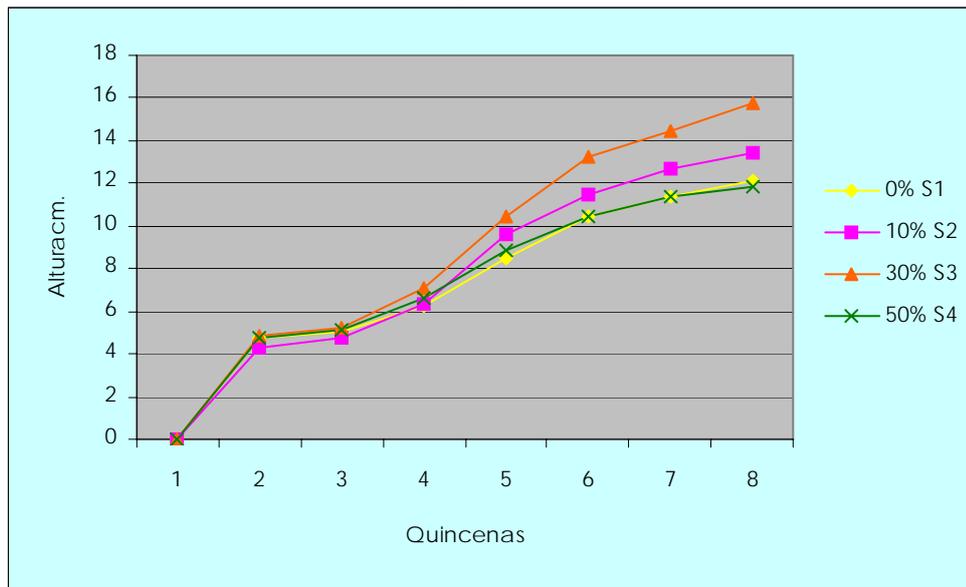


En la figura 22. Se observa por cada cien semillas de molle sembradas, 30 germinaron en arena, 44 en agua y 26 no germinaron.

En este caso el agua resultó el medio mas apropiado para la germinación de esta especie.

3.1.8.3. Incrementos Quincenales:

Figura 23

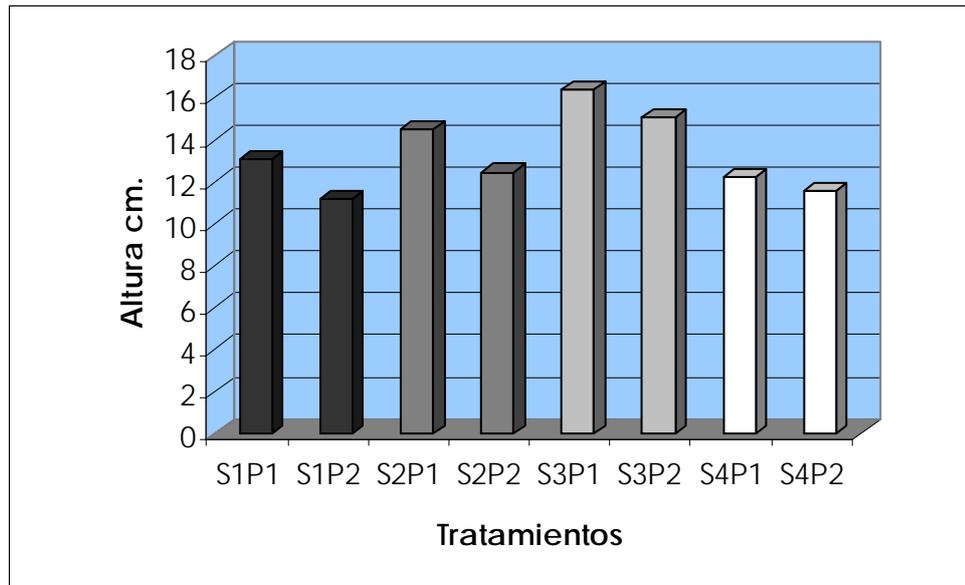


En la figura 23. Se observa los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 30% de zeolita

(S3) obtuvo los mejores incrementos quincenales, desde el inicio hasta el final, resultando con una considerable diferencia frente al testigo, 30 y 50% de zeolita.

3.1.8.4. Altura Final:

Figura 24



En la figura 24. Apreciamos las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S3P1 (30% zeolita, pregerminativo agua), alcanzó la mayor altura (16,40 cm.) respecto al resto de los tratamientos.

3.1.9. Análisis de resultados obtenidos en Nogal

3.1.9.1. Análisis de varianza para altura de plantas:

Tabla 13

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	98,06				
TRATAMIENTO	7	14,08	2,01	0,42 N.S	2,76	4,44
REPETICIÓN	2	16,67	8,34	1,73 N.S	3,74	6,51
ERROR	14	67,30	4,81			

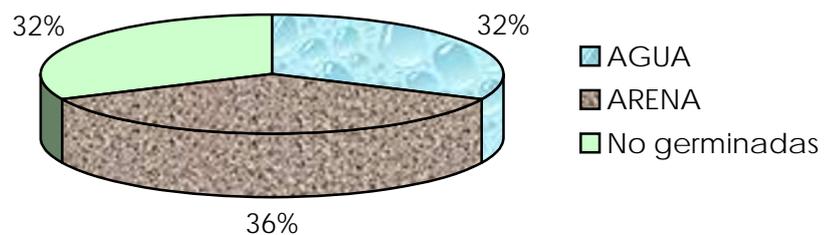
Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas, concluimos que estadísticamente no existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (0,42) no supera los valores de F.t. (2,76 y 4,28) a los niveles de 5 y 1%. Todos los tratamientos se comportan de manera similar.

Al observar el cuadro de altura final (Fig. 27) el tratamiento de mejores resultados es:

T6s3p2: SUSTRATO {(Humus (23.33%) - tierra vegetal (23.33%) - arena (23.33%) = 70% + (zeolita) = 30%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

3.1.9.2. Porcentajes de Germinación a siembra directa en funda:

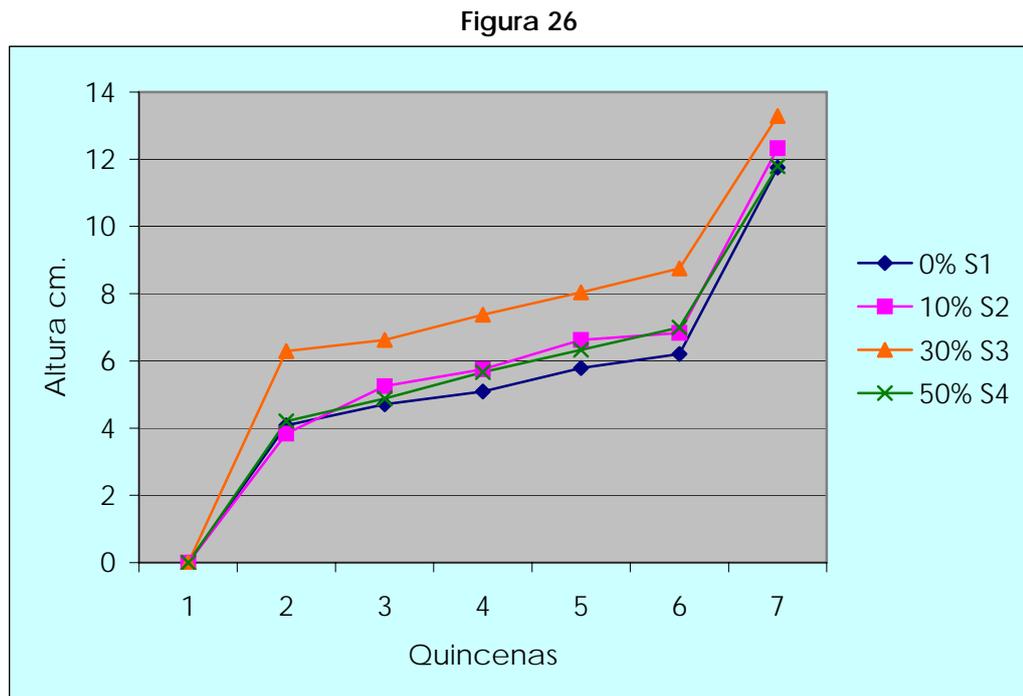
Figura 25



En la figura 25. Observamos que de cada cien semillas de nogal, 36 germinaron en arena, 32 en agua y 32 no germinaron.

En este caso la arena resultó el método mas apropiado para la germinación de esta especie.

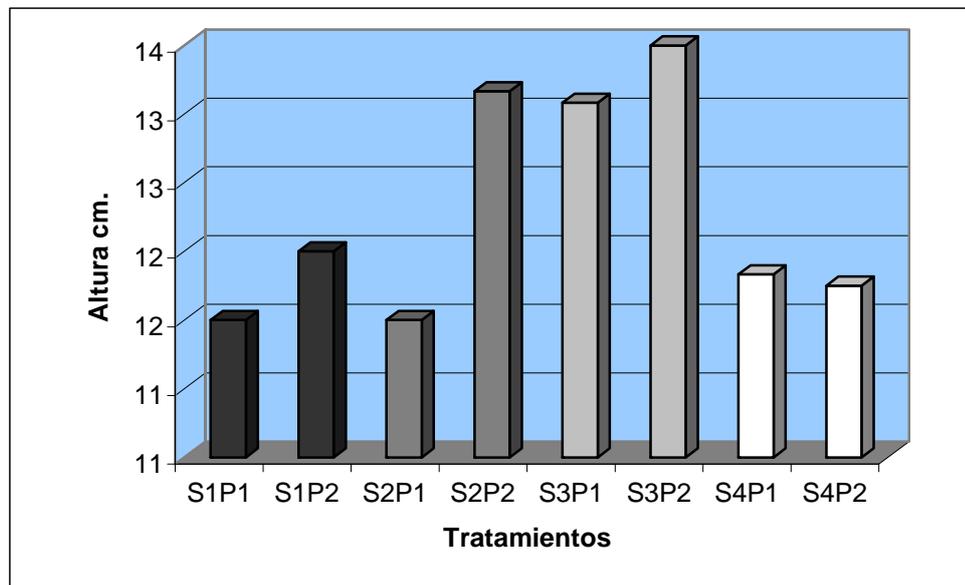
3.1.9.3. Incrementos Quincenales:



En esta figura 26. Podemos ver los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento con la adición del 30% de zeolita (S3) obtuvo los mejores incrementos, desde el inicio hasta el final, obteniendo diferencia aunque no muy alta, con respecto al resto de tratamientos.

3.1.9.4. Altura Final:

Figura 27



En la figura 27. Podemos apreciar las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

El tratamiento S3P2 (30% zeolita, pregerminativo arena) y S3P1 (30% zeolita, pregerminativo agua), alcanzaron la mayor altura (13,5 y 13,1cm. respectivamente) respecto al resto de los tratamientos. En este caso si hay una diferencia considerable.

3.1.10. Análisis de resultados obtenidos en Pino Pátula

3.1.10.1. Análisis de varianza para altura de plantas

Tabla 14

ADEVA						
F. de V.	g.de l.	S.C	C.M	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	23	18,85				
TRATAMIENTO	7	5,13	0,73	0,78 ^{N.S}	2,76	4,44
REPETICIÓN	2	0,63	0,31	0,33 ^{N.S}	3,74	6,51
ERROR	14	13,09	0,94			

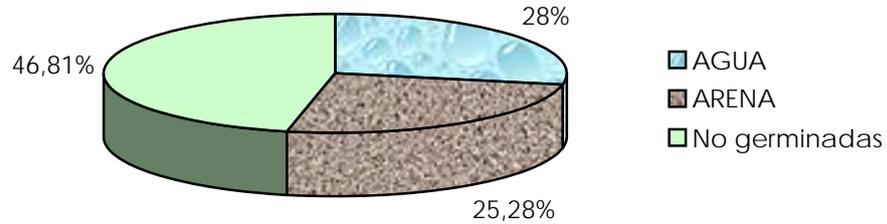
Al interpretar el presente ADEVA para la variable: altura de plantas, concluimos que en esta especie no existe diferencia significativa entre tratamientos; por cuanto el valor de f.c (0,78) no supera los valores de F.t. (2,76 y 4,28) a los niveles de 5 y 1%. Todos los tratamientos se comportan de manera similar.

Al observar el cuadro de altura final (Fig. 30) el tratamiento de mejores resultados es:

T2s1p2: SUSTRATO {(Humus (33.33%) - tierra vegetal (33.33%) - arena (33.33%) = 100% + (zeolita) = 0%} Y PREGERMINATIVO (estratificación de semilla en arena durante 10 días)

3.1.10.2. Porcentajes de germinación directa en funda:

Figura 28

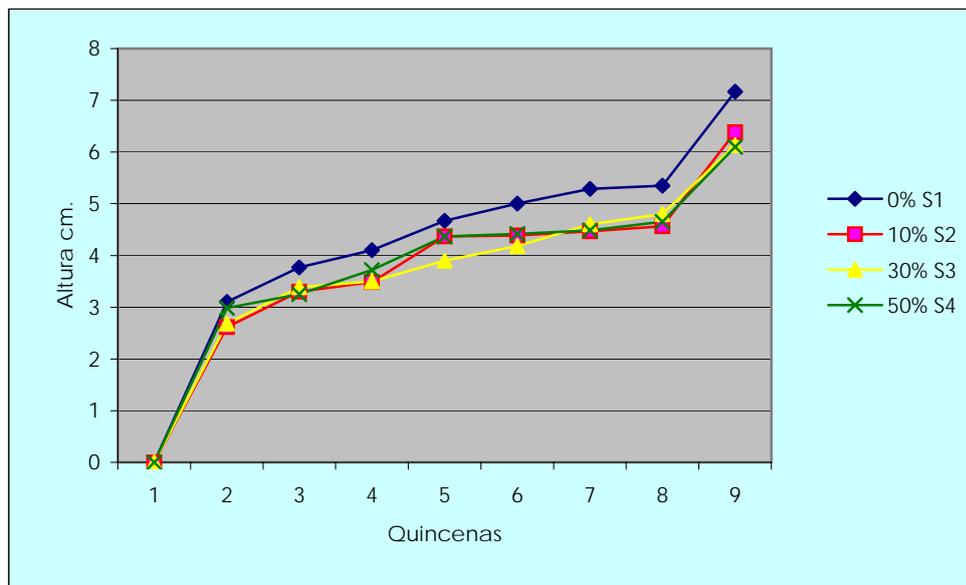


En la figura 28. Podemos observar que de cada cien semillas de Pino Pátula sembrados, 25 germinaron en arena, 28 en agua y 47 no germinaron.

Resultando así el agua mas apropiado como método pregerminativo para esta especie.

3.1.10.3. Incrementos Quincenales:

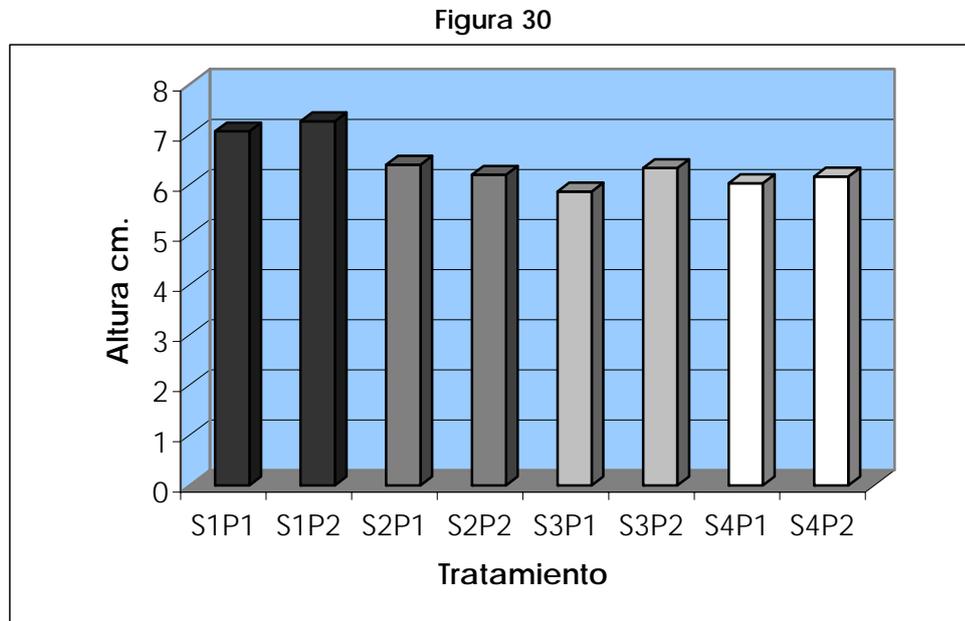
Figura 29



En la figura 29. Podemos observar los niveles de incremento a partir de la germinación. En este caso el tratamiento testigo (S1) obtuvo los mejores

incrementos (7,17 cm.) desde el inicio hasta el final, resultando con diferencia frente a los demás tratamientos.

3.1.10.4. Altura Final:



En la figura 30. Apreciamos las alturas finales alcanzadas en 4 meses de crecimiento post-germinativo, en cada uno de los tratamientos.

Todos los tratamientos alcanzan una buena altura, pero sobresalen los tratamientos testigo con una superioridad de 1 cm.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

En el desarrollo de este trabajo logramos obtener conclusiones generales y de cada una de las especies en estudio, la cuál detallamos a continuación:

Conclusiones específicas de cada especie:

a) **Acacia dealbata:**

- La siembra directa en funda no es un método adecuado para la germinación de esta especie.
- la germinación en remojo en agua (P1) es mejor que la escarificación en arena (P2).
- Aunque estadísticamente no existe diferencia entre tratamientos, matemáticamente, las semillas germinadas en remojo en agua, más la adición del 10% de zeolita (S2P1), ofrecen los mejores incrementos quincenalmente.
- Esta misma combinación (S2P1) arroja el mejor resultado en cuanto a crecimiento (altura final) en un periodo determinado.

b) **Acacia melanoxylon:**

- La siembra directa en funda no es un método adecuado para la germinación de esta especie.
- La germinación de semillas aplicando la escarificación en arena (P2), es mejor que el remojo en agua (P1).
- La adición del 10% de zeolita, a las semillas sometidas a escarificación en arena (S2P2) arroja el mejor resultado en cuanto a crecimiento (altura final) en un periodo determinado.

c) Aliso:

- La siembra directa en funda no es un método adecuado para la germinación de esta especie.
- En este caso es ligeramente superior el pregerminativo remojo en agua (P1) a pretratamiento en arena (P2).
- La adición del 10% de zeolita, a las semillas sometidas a escarificación en arena (S2P2) arroja el mejor resultado en cuanto a crecimiento (altura final) en un periodo determinado.

d) Cañaro:

- En este caso la siembra directa en funda responde de manera efectiva para la germinación del Cañaro.
- Los dos pregerminativos; remojo en agua (P1) y escarificación en arena (P2), arrojan buenos resultados, esta especie tiene un alto poder germinativo.
- La adición del 30% de zeolita (S3) y el tratamiento testigo (S1), nos dan los mejores resultados, es aconsejable adicionar a la mezcla la zeolita por una leve superioridad de altura al final.

e) Capulí:

- El Capulí responde de buena manera a la siembra directa en funda.
- Tanto el remojo en agua (P1) y la escarificación en arena (p2), arrojan los mismos resultados.
- La adición del 30% de zeolita (S3), influyo para alcanzar la mayor altura al final de esta investigación.

f) Arupo:

- La siembra directa en funda no es un método adecuado para la germinación de esta especie.
- El pretratamiento germinativo en arena (S2) es superior al remojo en agua (P1).
- La adición del 30% de zeolita (S3) a las semillas germinadas en arena (S2) ofrecen los mejores incrementos quincenalmente y en la altura final.

g) Fresno:

- En el Fresno la siembra directa en funda no es un método adecuado para la germinación de esta especie.
- la germinación en remojo en agua (P1), es mejor que la escarificación en arena (P2).
- A pesar de que los resultados fueron muy parejos la adición del 10% de zeolita (S2) obtuvo en mejor rendimiento en cuanto a altura en el tiempo establecido.

h) Molle:

- El Molle es una especie que se adapta a la siembra directa en funda.
- La aplicación del remojo en agua (P1), es altamente superior a la escarificación en arena (P2).
- Los incrementos siempre fueron mejores con la adición del 30% de zeolita (S3).
- El tratamiento S3P1 30% de zeolita más germinación en agua alcanzó la mayor altura al final de la investigación.

i) Nogal:

- En este caso la siembra directa en funda es un método adecuado para la germinación.
- La escarificación en arena (S2), dio mejores resultados que el remojo en agua (P1).
- En la adición del 30% de zeolita a las semillas sometidas a arena (S3) obtuvo los mejores incrementos a lo largo del experimento.
- Al final, la adición del 30% de zeolita a las semillas germinadas en arena (S3P2) fueron las que alcanzaron la mayor altura.

j) Pino pátula:

- La siembra directa en funda no resultó un método adecuado para la germinación de esta especie.
- La germinación en remojo en agua (P1), es mejor que la escarificación en arena (P2).

- En este caso la mezcla tradicional utilizada como testigo (S1), obtuvo los mejores resultados en cuanto a incrementos quincenales y de altura al final de la investigación.

Conclusiones generales:

- Es necesario un tratamiento pregerminativo; ya que mejora y favorece una alta germinación.
- Las semillas grandes reaccionan mejor a la escarificación en arena y por lo general puede ser sembradas directamente en funda.
- La Adición de Zeolita Reduce considerablemente la aparición de malezas luego del deshierbe.
- El estado general (no necesariamente en altura) de las plantas a las cuales se adiciono zeolita a la mezclas, se les notaba visualmente de mayor calidad; el color del follaje, el tamaño de las hojas y el grosor del tallo se mostraban de mejor manera en comparación a los que no se les adiciono zeolita.
- La adición de Zeolita Aumenta la retención de humedad en la funda.
- La adición de Zeolita Mantiene al sustrato de la funda suelto, evita la compactación del sustrato y la formación de costras que luego tiene que ser eliminadas manualmente.
- La adición de Zeolita Permite el desarrollo radicular óptimo en cada especie forestal, lo que se refleja en una planta sana.

Recomendaciones:

A continuación se detallan las recomendaciones obtenidas en la investigación de manera individual y general:

Recomendaciones Individuales:**a) Acacia Dealbata:**

- No reacciona de manera óptima a la siembra directa en funda, por lo que se debe previamente hacerlo germinar en un semillero.
- Como pregerminativo se recomienda aplicar el remojo en agua.
- Adicionar un 10% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

b) Acacia Melanoxylon:

- Esta especie se debe germinar en semillero
- Como método pregerminativo es recomendable la escarificación en arena, donde obtuvimos los mejores resultados.
- Adicionar un 10% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

c) Aliso:

- No reacciona de manera óptima a la siembra directa en funda, por lo que se debe previamente hacerlo germinar en un semillero.
- Como pregerminativo se recomienda aplicar el remojo en agua.
- Adicionar un 10% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

d) Cañaro:

- Esta especie nos permite sembrarla directamente en funda.
- Tanto el remojo en agua como la escarificación en arena responden de manera efectiva como método pregerminativo.
- Adicionar un 30% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

e) Capulí:

- Esta especie es apta para ser sembrada directamente en funda.
- Tanto el remojo en agua como la escarificación en arena responden de manera efectiva como método pregerminativo.
- Adicionar un 30% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

f) Arupo:

- No reacciona de manera óptima a la siembra directa en funda, por lo que se debe previamente hacerlo germinar en un semillero.
- Como pregerminativo se recomienda utilizar la escarificación en arena, que resulto superior al remojo en agua, sin embargo se debe estudiar un método pregerminativo que ayude a identificar el método pregerminativo que revele mejores rendimientos.
- Adicionar un 30% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

g) Fresno:

- No reacciona de manera óptima a la siembra directa en funda, por lo que se debe previamente hacerlo germinar en un semillero.
- Como pregerminativo se recomienda aplicar el remojo en agua.
- Agregar un 10% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

h) Molle:

- Esta especie es apta para ser sembrada directamente en funda.
- Como pregerminativo se recomienda aplicar el remojo en agua.
- Añadir un 30% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

i) Nogal:

- Esta especie nos permite sembrarla directamente en funda.
- La escarificación en arena responde de manera efectiva como método pregerminativo.

- Adicionar un 30% de zeolita a la mezcla tradicional ya que ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

j) Pino Pátula:

- No reacciona de manera óptima a la siembra directa en funda, por lo que se debe previamente hacerlo germinar en un semillero.
- Como pregerminativo se recomienda aplicar el remojo en agua.
- La mezcla tradicional ofrece mejores rendimientos quincenales y de altura final.

Recomendaciones Generales:

- Evitar la humedad al almacenar las semillas.
- No sembrar semilla mayor de un año en el caso del capulí, nogal por que pierde su poder germinativo.
- Realizar podas radiculares, cuando se alarga la permanencia de las plantas en la fundas.
- Es recomendable la adición de zeolita en el cultivo de especies forestales, debido a que esta reduce considerablemente la aparición de malezas luego del deshierbe, en comparación con las fundas a las cuales no se les adicionó dicho sustrato, mejora la retención de humedad y la vitalidad de la especie sembrada.
- Hacer un estudio sobre métodos pregerminativos en arupo.
- Realizar una aplicación de micorrizas en post germinación del pino, sea ésta proveniente de bosque de árboles maduros, con el fin de promover en la simbiosis y así mejorar la absorción de nutrientes del sustrato.
- Evitar el riego excesivo, para no provocar ahogamiento de las semillas al momento de la germinación.
- Mantener adecuaciones periódicas en el área donde permanecen las plantas, con el fin de garantizar un mayor índice de producción al final del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BORJA. A CRISTINA Y LASSO SERGIO B. plantas nativas para reforestación en el Ecuador. Editorial Fundación Natura. – AID EDUNAT III. Quito Ecuador. Enero 1990. 208 p. Ilus.
- BORJA. A CRISTINA Y LASSO SERGIO B. plantas nativas para reforestación en el Ecuador. Editorial Fundación Natura. – AID EDUNAT III. Quito Ecuador. Enero 1990. 30p Ilus.
- BORJA, F; RAMOS, DIAZ. Investigación y Propagación de especies Nativas en los Andes. 1era Edición, julio 1992 64.p
- CANOVAS, F; DÍAZ, J.R. 1993. Cultivos Sin suelo. Curso Superior de Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería. CANOVAS, F.; MAGNA, J.J.; BOUKHALFA, A. Cultivos sin suelo. Hi
- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1988. Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 760 p.MsC. Mario Piaggio Sección Micología. Facultad de Ciencias. Sección Micología. _ Ing. Agron. Liliana Delfino. Curadora del Herbario. Museo y Jardín Botánico "Prof. Atilio Lombardo". IMM. Los tratamientos para eliminar la latencia son (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988)
- IDROVO. Comunicación Personal, 1997
- MONREAL, JOSE. Editorial Océano. Barcelona España: botanica.1987, p. 1377.

- MUNPTON, F.A. Westview Press. "*Natural Zeolites. In Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture*". Boulder, Colorado. EEUU. (1984). pp. 33-34.
- PATIÑO, F.; DE LA GARZA, P.; VILLAGOMEZ, Y.; TALAVERA, I. y CAMACHO, F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. 181 p.
- SAMANIEGO SANCHEZ AUGUSTO. Guía para utilización de la vegetación en Áreas Urbanas. Cuenca: s.e., Mayo de 1991. 73 p. Ilus.
- *pérdidas de nutrientes incrementa la calidad biológica de los abonos orgánicos. "Conferencia sobre el empleo de las zeolita en la industria de los fertilizantes químicos y orgánicos". Dr. Miguel Soca Nuñez. Instituto de Suelos. Boyeros. La Habana. Cuba.*
- *" Conferencia sobre el empleo de las zeolita en la industria de los fertilizantes químicos y orgánicos". Dr. Miguel Soca Nuñez. Instituto de Suelos. Boyeros. La Habana. Cuba.*
- *" Conferencia sobre el empleo de la zeolita como control de nemátodos en el suelo". Dr. Miguel Soca Nuñez. Instituto de Suelos. Autopista Costa - Costa, km.8½., apdo.8022, C.P,10800, Capdevila, Boyeros. La Habana. Cuba. Telf: 45-1166-88 fax: 453946*

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

- "estructuras de las zeolitas" "figuras a, b."
http://www.uned.es/cristamine/min_desc/grupos/zeolita/mas/zeolita
- "forestales" <http://es.wikipedia.org/wiki/forestales> [consulta 10 de marzo de 2008].
- "Grupos de zeolitas minerales, principales"
http://www.uned.es/cristamine/min_desc/grupos/zeolita/mas/zeolita [consulta 18 de marzo de 2008].
- "La Zeolita: El Mineral del Universo" <http://www.soil-fertility.com/zeolite/espagnol/index.shtml#1> [consulta 18 de marzo de 2008].
- "La Zeolita: El Mineral del Universo" <http://www.soil-fertility.com/zeolite/espagnol/index.shtml#3> [consulta 18 de marzo de 2008].
- "lista de zeolitas mas conocidas"
<http://es.wikipedia.org/wiki/Categoría:Minerales> [consulta 18 de marzo de 2008].
- "*resultados experimentales se han logrado con el uso de las Zeolitas en la Agricultura*" <http://www.soil-fertility.com/zeolite/espagnol/index.shtml#6> [consulta 18 de marzo de 2008].
- "*resultados experimentales se han logrado con el uso de las Zeolitas en la Agricultura*" <http://www.soil-fertility.com/zeolite/espagnol/index.shtml#6> [consulta 18 de marzo de 2008].
- "sustratos" <http://es.wikipedia.org/wiki/Turba> [consulta 10 de marzo de 2008].
- "zeolita/propiedades" <http://www.fisicanet.com.ar/quimica/index.php> [consulta 18 de marzo de 2008].
- "zeolitas" <http://www.fisicanet.com.ar/quimica/index.php> [consulta 18 de marzo de 2008].

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Categoría:Minerales> [consulta 10 de marzo de 2008].
- <http://usuarios.lycos.es/Theo/id114.htm> [consulta 10 de marzo de 2008].
- <http://usuarios.lycos.es/Theo/id114.htm> [consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.agroterra.com/mercado/det_sector.asp?IdProducto=11415 [consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.biosustratos.cl/pdf/Propiedades_fisicas_Sustratos.pdf [consulta 10 de marzo de 2008].
- <http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/aserrines-virutas.htm> [consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm [consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm [consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.drcalderonlabs.com/investigaciones/lad-tejas_molidas.htm [consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.fecyt.es/especiales/cultivos_hidroponicos/6.htm#5 [consulta 10 de marzo de 2008].
- <http://www.fisicanet.com.ar/quimica/index.php>[consulta 10 de marzo de 2008].
- http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm [consulta 10 de marzo de 2008].
- <http://www.soil-fertility.com/zeolite/espagnol/index.shtml#4> [consulta 18 de marzo de 2008].
- http://www.uned.es/cristamine/min_desc/grupos/zeolita/mas/zeolita [consulta 10 de marzo de 2008].
- La Zeolita: "El Mineral del Universo"
- La Zeolita: "El Mineral del Universo"
<http://www.soilfertility.com/zeolite/espagnol/index.shtml#3> [consulta 18 de marzo de 2008].

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro de adquisición de semillas:

ESPECIE	FECHA	LUGAR	Tipo de Recolección	OBSERVACIONES
Acacia Dealbata	22/03/07	Agro servicios	Compra	Semilla madura
Acacia Melanoxylon	22/03/07	Agro servicios	Compra	Semilla madura
Aliso	22/03/07	Agro servicios	Compra	Semilla madura
Cañaro	12/03/07	Paute (Amaluza)	Manual	Semilla fresca
Capuli	15/04/07	Challuabamba	Manual	Semilla fresca
Arupo	16/04/07	U.D.A	Manual	Semilla madura
Fresno	22/03/07	Agro servicios	Compra	Semilla madura
Molle	02/03/07	Av. Solano	Manual	Semilla fresca
Nogal	06/0607	San Joaquín	Manual	Semilla madura
Pino	22/03/07	Agro servicios	Compra	Semilla madura

Anexo 2**Ficha de características de las semillas.**

Nombre Común:		Numero de
	Ficha:	
Fecha:	Ubicación Croquis:	
Lugar:		
Nombre Común:		
Nombre Científico:		
Familia:		
Origen:		
Edad Aproximada:		
Diámetro:		
Forma de recolección:		
Observaciones:		

Anexo 3

Ficha de toma de datos

TOMA DE DATOS						
ESPECIE:				NUMERO DE MEDIDA:		
FECHA:						
REPETICIÓN 1						PROMEDIO
	1	2	3	4	5	
S4P1						
S4P2						
S3P1						
S3P2						
S2P1						
S2P2						
S1P1						
S1P2						
REPETICIÓN 2						
S4P1						
S4P2						
S3P1						
S3P2						
S2P1						
S2P2						
S1P1						
S1P2						
REPETICIÓN 3						
S4P1						
S4P2						
S3P1						
S3P2						
S2P1						
S2P2						
S1P1						
S1P2						

Anexo 4

Análisis de Capacidad de Intercambio Cationico de la zeolita adquirida para éste proyecto

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
LABORATORIO ANÁLISIS AMBIENTALES

Cuenca 07/01/2004

A 010

Sr
Productos EL RANCHO

Por medio de la presente comunico el resultado de la determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico efectuado sobre la muestra de zeolita entregada por Ustedes:

Capacidad Intercambio Catiónico: 101 megr.equivalentee/100 gr de muestra

Metodo de extracción: Amonio Acetato

Metodo de determinación de los cationes: Absorción Atómica

Atentamente


Dr Piercosimo Tripaldi



Coordinador Técnico
LABORATORIO AMBIENTAL

Anexo 5

Certificación de la zeolita para el uso en la agricultura

CONFIRMACION DE COMPATIBILIDAD
para el uso de insumos en la agricultura ecológica

extendido para **PRODUCTOS EL RANCHO**
Dr. Romeo Sánchez Molina
10 de Agosto 498
Cuenca
ECUADOR

No. del documento: **AQUAS-BALANC-7831/11.03/3981-EC**

Este documento confirma que la inspección y evaluación de los productos

ZEOTEC

producido y comercializado por la empresa mencionada arriba ha llegado al siguiente resultado:

Los productos finales pueden ser considerados como permitidos para el uso en la producción agrícola orgánica según los requerimientos de los reglamentos

- > **UE No. 2092/91, Anexo II (Unión Europea)**
- > **USDA/NOP-Final rule (EEUU)**
- > **JAS Japanese Agricultural Standard for Organic Agricultural Products (Japan)**

Cabe indicar que - aunque BCS está atestando la conformidad del producto con los requerimientos del reglamento CEE 2092/91 - por falta de definiciones uniformes del término "equivalencia", cada autoridad estatal en la UE tiene el derecho de aplicar su propio criterio a este respecto.

Los procedimientos de producción fueron revisados y evaluados por BCS OEKO-Garantie, Nuremberg, Alemania. BCS OEKO-GARANTIE es una certificadora independiente de productos ecológicos con sede principal en Alemania, acreditada por la Unión Europea y supervisada por 16 autoridades alemanas. Adicionalmente BCS es acreditada por la autoridad USDA para certificar según el reglamento NOP-final rule y como "Registered Foreign Certification Company" por la autoridad japonesa MAFF, Ministry for Agriculture, Fishery and Forestry, para certificar según el reglamento "Japanese Agricultural Standard for Organic Agricultural Products".

La presente confirmación no es una garantía para la calidad de los productos. Solamente confirma que pueden ser considerados como equivalentes a los requerimientos de los reglamentos arriba mencionados.

Se debe tomar en consideración que este atestado no reemplaza el registro de los productos ante las autoridades de los países donde se los van a comercializar. Es obligación de la empresa responsable para la venta de los productos efectuar los respectivos trámites legales para el registro oficial de los mismos.

Nuremberg, el 11 de diciembre de 2003

Validez del Documento:

BCS OEKO-GARANTIE GMBH
i. V.

hasta noviembre de 2004

Dr. Bennoard Schutz

BCS Öko-Garantie



Cilberstr. 21, 90402 Nürnberg, Alemania, Tel.: +49 (0)911 42439-0, Fax: +49 (0)911 492239
EU-Code-No.: DE-001-Öko-Kontrollstelle

Anexo 6

Medidas promedio finales utilizadas en el análisis estadístico:

ACACIA DEALBATA

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	9,13
	S4P2	8,40
30%	S3P1	8,30
	S3P2	9,20
10%	S2P1	17,40
	S2P2	14,10
0%	S1P1	11,87
	S1P2	14,47

ACACIA MELANOXYLON

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	12,50
	S4P2	12,43
30%	S3P1	11,23
	S3P2	17,60
10%	S2P1	20,47
	S2P2	25,07
0%	S1P1	20,87
	S1P2	21,87

ALISO

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	4,33
	S4P2	4,17
30%	S3P1	5,20
	S3P2	5,40
10%	S2P1	7,63
	S2P2	10,17
0%	S1P1	7,30
	S1P2	10,10

CAÑARO

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	12,90
	S4P2	11,73
30%	S3P1	17,33
	S3P2	17,07
10%	S2P1	13,87
	S2P2	14,80
0%	S1P1	16,63
	S1P2	17,57

CAPULÍ

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	11,27
	S4P2	11,87
30%	S3P1	14,23
	S3P2	14,00
10%	S2P1	13,93
	S2P2	13,27
0%	S1P1	11,93
	S1P2	13,50
	TOTAL:	13,00

ARUPO

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	6,75
	S4P2	6,33
30%	S3P1	6,25
	S3P2	8,75
10%	S2P1	7,75
	S2P2	6,33
0%	S1P1	7,50
	S1P2	6,25
	TOTAL:	6,99

FRESNO

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	10,97
	S4P2	7,60
30%	S3P1	8,90
	S3P2	8,87
10%	S2P1	10,20
	S2P2	10,70
0%	S1P1	10,43
	S1P2	9,77

MOLLE

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	12,20
	S4P2	11,53
30%	S3P1	16,40
	S3P2	15,07
10%	S2P1	14,47
	S2P2	12,47
0%	S1P1	13,10
	S1P2	11,20

NOGAL

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	11,83
	S4P2	11,75
30%	S3P1	13,08
	S3P2	13,50
10%	S2P1	11,50
	S2P2	13,17
0%	S1P1	11,50
	S1P2	12,00

PINO

% ZEOLITA	TRATAMIENTOS	PROMEDIO
50%	S4P1	6,03
	S4P2	6,17
30%	S3P1	5,87
	S3P2	6,33
10%	S2P1	6,40
	S2P2	6,20
0%	S1P1	7,07
	S1P2	7,27

Anexo 7

Adecuación del vivero.



Anexo 8

Provisión de sustratos.



Anexo 9

Construcción de camas e instalación del sistema de riego.





Anexo 10

Mezcla de sustratos.





Anexo 11

Llenado y colocación de fundas para los distintos tratamientos.



Anexo 12

Rotulación de tratamientos.



Anexo 13

Unidades experimentales.



Anexo 14

Tratamientos pregerminativos.



Anexo 15

Siembra de las diferentes especies forestales.





Anexo 16

Germinación.





Anexo 17

Toma de datos.



Anexo 18

Controles fitosanitarios.



Anexo 19

Conteo y toma de datos finales en las diez especies forestales.



