

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS Y TRES COMBINACIONES DE SUSTRATO EN MOLLE (*Schinus areira* L.) EN EL MACRO-DISTRITO DE COTAHUMA-LA PAZ

CHRISTHIAN HUAYNOCA BELTRAN

LA PAZ- BOLIVIA

2020

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS Y
TRES COMBINACIONES DE SUSTRATO EN MOLLE (*Schinus areira* L.) EN EL
MACRO-DISTRITO DE COTAHUMA-LA PAZ**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo.

CHRISTHIAN HUAYNOCA BELTRAN

Asesores:

Ing. M.Sc. Frida Maldonado de Kalam
Ing. Luis Goitia Arze

Tribunal examinador:

Dr. Abul Kalam Kurban

Ing. M.Sc. Felix Rojas Ponce

Ing. M.Sc. Rene Calatayud Valdez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:
2020



DEDICATORIA

A Dios por cuidarme siempre y a mis padres Felix Huaynoca Mamani y mi madre Eulogia Beltran Tancara por todo el apoyo incondicional, paciencia y los consejos durante tantos años.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo el esfuerzo y sacrificio en todo mi proceso de formación académica y personal, por siempre confiar en mí nunca dejar de apoyarme y a mis hermanos mayores por su apoyo y ejemplo.

A mis asesores Ingeniero Luis Goitia Arze e Ingeniera Frida Maldonado de Kalam por haber creído en mí y apoyado en todo momento de consulta. Por sus sabios consejos y recomendaciones.

A todos mis amigos que estuvieron conmigo durante todo el periodo dentro la carrera para alentarme en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Origen del molle	3
3.2 Clasificación taxonómica	3
3.3 Características generales.....	4
3.4 Ecología del cultivo del molle.....	5
3.4.1 Factores climáticos y precipitación	5
3.5 Fenología del molle	5
3.6 Propagación del molle.....	6
3.6.1 Propagación botánica.....	6
3.6.2 Propagación asexual.....	6
3.7 Aspectos Silviculturales del molle	6
3.7.1 Semilla	6
3.7.2 Recolección y rendimientos	6
3.7.3 Almacenamiento	6
3.7.4 Número de semillas por kilogramo	7
3.7.5 Tratamientos pre-germinativos	7
3.7.6 Porcentaje de Germinación.....	9
3.8 Susceptibilidad	9
3.9 Utilidad	9
3.10 Sustrato	10
3.11 Componentes de Sustrato.....	11
3.11.1. Arenilla	11
3.11.2 Humus de lombriz	11
3.11.3 Tierra de lugar	11
3.12 Almacigo.....	12
3.13 Desinfección de sustrato.....	12
3.14 Siembra	13

3.15 Riego.....	13
3.16 Deshierbe	13
4. LOCALIZACIÓN.....	14
4.1 Ubicación geográfica	14
4.2 Características climáticas	14
4.3 Vegetación y flora	14
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
5.1 Materiales	16
5.1.1 Materiales biológicos	16
5.1.2 Materiales orgánicos.....	16
5.1.3 Materiales de campo.....	16
5.1.4 Materiales de gabinete	16
5.1.5 Materiales de laboratorio	16
5.2 Diseño experimental	17
5.2.1 Modelo lineal aditivo.....	17
5.2.2 Descripción de factores.....	17
5.2.3 Descripción de tratamientos	18
5.2.4 Dimensiones del experimento	18
5.2.5 Croquis	19
5.3 Métodos	19
5.3.1 Construcción de almaciguera	19
5.3.2 Preparación de sustrato	20
5.3.3 Desinfección de sustrato	20
5.3.4 Tratamientos pre-germinativos	20
5.3.5 Siembra	21
5.3.6 Labores culturales	22
5.4 Variables de respuesta	22
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	25
6.1 Determinación de características físicas de la semilla en laboratorio	25
6.1.1 Pureza.....	25
6.1.2 Contenido de humedad.....	25
6.1.3 Cantidad de semilla por kilogramo	26

6.1.4 Porcentaje de germinación en laboratorio	27
6.2 Determinación en campo	27
6.2.1 Determinación de porcentaje de Emergencia	27
6.2.2 Determinación de Altura de planta	30
6.2.3 Determinación de Número de hojas	32
6.2.4 Determinación de diámetro de tallo	34
7. CONCLUSIONES	37
8. RECOMENDACIONES	38
9. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de tratamientos	20
Tabla 2: Croquis de diseño experimental.....	21
Tabla 3: Resultados en porcentaje de pureza en semillas de molle	24
Tabla 4: Resultado en porcentaje de humedad en semillas de molle.....	25
Tabla 5: Resultado de semillas por kilogramo	25
Tabla 6: Resultados de porcentaje de germinación.....	26
Tabla 7: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.....	26
Tabla 8: Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable porcentaje de emergencia	27
Tabla 9: Análisis de varianza para la altura de plántulas	29
Tabla 10: Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable altura de plántula	29
Tabla 11: Análisis de varianza para el número de hojas	31
Tabla 12: Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable número de hojas	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica.....	14
Figura 2 Construcción de almaciguera	20
Figura 3 Preparacion y mezcla de sustratos	20
Figura 4 Tratamientos pregerminativos	21
Figura 5 Siembra de semillas en almaciguera.....	21
Figura 6 Emergencia de plantulas de molle.....	23

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica

Gráfica 1 Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos para porcentaje de emergencia.....	29
Gráfica 2 Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos para altura de plantula	31
Gráfica 3 Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos para numero de hojas	33
Gráfica 4 Pruebas de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos para diametro de tallo	35

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado **EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS Y TRES COMBINACIONES DE SUSTRATO EN MOLLE (*Schinus areira* L.) EN EL MACRO-DISTRITO DE COTAHUMA-LA PAZ**, se realizó en los predios del Huerto Orgánico Lak'á Uta en la provincia Murillo del departamento de La Paz con la finalidad de obtener el tratamiento pre-germinativo y combinación de sustratos más adecuados, que permitan propagar esta especie con mayor eficiencia.

Proponiendo en el factor A la combinación de sustratos **a1**(2 P de humus de lombriz: 1 P de tierra de lugar: ½ P de arena), **a2**(1 P de humus de lombriz: 2 P de tierra de lugar: ½ P de arena) y **a3**(1P de humus de lombriz: 3 P de tierra de lugar: ½ P de arena). Y como factor B tres tratamientos pre-germinativos como son: b1(1 minuto de remojo en agua hirviendo), b2 (45 segundos de remojo en agua hirviendo) y b3 (4 horas de remojo en agua caliente) El experimento fue evaluado con un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas con las cuales se tuvieron cinco repeticiones con 45 unidades experimentales.

Las variables evaluadas en laboratorio fueron: porcentaje de pureza, contenido de humedad, cantidad de semillas por kilogramo y porcentaje de germinación.

La pureza de semilla alcanzo a un 85,15 %, un contenido de humedad de 8,9%, un total de 28500 semillas por kilogramo, un porcentaje de germinación de 86,7 %.

Las variables evaluadas en campo fueron: porcentaje de emergencia, altura de plántula, número de hojas, diámetro del cuello de la plántula.

En el caso de los resultados de campo; en la variable porcentaje de emergencia en el Análisis de la varianza no se obtuvo diferencias significativas en el factor A (Combinación de sustratos), ni en la combinación de factores (AxB), pero si se obtuvo diferencias altamente significativas en factor B (Tratamientos pre-germinativos). Donde el mejor tratamiento fue el b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo), obteniendo una media de porcentaje de emergencia de 82,02 %.

En la variable altura de plántula el Análisis de la varianza no se obtuvo diferencias significativas en el factor A (combinación de sustratos), ni en la combinación de factores (AxB), pero se obtuvieron diferencias altamente significativas en el factor B (Tratamientos pre-germinativos) donde el mejor tratamiento fue el b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo), el cual obtuvo una media de altura de planta de 8,75 cm.

En la variable número de hojas en el Análisis de la varianza no se obtuvo diferencias significativas en el factor A (Combinación de sustratos), ni en la combinación de factores (AxB), pero se obtuvieron diferencias altamente significativas en el factor B (Tratamientos pre-germinativos) donde el mejor tratamiento fue el b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo), el cual obtuvo una media de número de hojas de 6.

Por último en la variable diámetro del cuello en el Análisis de la varianza no se obtuvo diferencias significativas en el factor A (Tratamientos pre-germinativos), ni en la combinación de factores (AxB), pero si se obtuvo diferencias altamente significativas en el factor B (Tratamientos pre-germinativos) donde el mejor tratamiento fue el b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo), el cual obtuvo una media para diámetro de cuello de planta de 0,20 cm.

Summary

The following research work, entitled **ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF THREE PRE-GERMINATIVE TREATMENTS AND THREE SUBSTANCE COMBINATIONS ON MOLLE (*Schinus areira* L.) IN THE MACRO-DISTRICT OF COTAHUMA-LA PAZ**, took place on the grounds of the Organic Garden Lak'a Uta in the Murillo province of the department of La Paz. This study sought to obtain the most suitable pre-germination treatment and combination of substrates, which will allow the propagation of this species with greater efficiency.

Proposing in the factor A the combination of substrates a1(2 P of earthworm humus: 1 P of soil of place: ½ P of sand), a2(1 P of earthworm humus: 2 P of soil of place: ½ P of sand) and a3(1 P of earthworm humus: 3 P of soil of place: ½ P of sand). And as factor B, three pre-germination treatments such as: b1(1 minute soaking in boiling water), b2 (45 seconds soaking in boiling water) and b3 (4 hours soaking in hot water). The experiment was evaluated with a completely randomized design in divided plots with five repetitions with 45 experimental units.

The variables evaluated in the laboratory were: purity percentage, moisture content, quantity of seeds per kilogram and percentage of germination.

The seed purity reached 85.15%, with a moisture content of 8.9%, making a total of 28500 seeds per kilogram with a germination rate of 86.7%.

The variables evaluated in the field were: percentage of emergence, seedling height, number of leaves, diameter of the neck of the seedling.

In the case of the field results; in the variable percentage of emergence in the Analysis of Variance there were no significant differences in the factor A (Combination of substrates), nor in the combination of factors (AxB), but highly significant differences could be noted in factor B (pre-germination treatments). Here, the best treatment was b1 (1 minute soaking in boiling water), obtaining an average emergency percentage of 82.02%.

In the variable seedling height, the Analysis of Variance did not obtain significant differences in factor A (combination of substrates), nor in the combination of factors (AxB), but highly significant differences were obtained in factor B (pre-germination treatments) where the best treatment was b1 (1 minute soaking in boiling water), which obtained a mean plant height of 8.75 cm.

In the variable number of leaves in the Analysis of Variance, no significant differences were obtained in factor A (Combination of substrates), nor in the combination of factors (AxB), but highly significant differences were obtained in

factor B (Pre-germination treatments) where the best treatment was b1 (1 minute soaking in boiling water), which obtained an average number of leaves of 6.

Finally, in the variable neck diameter in the Analysis of Variance, no significant differences were obtained in factor A (pre-germinative treatments), nor in the combination of factors (AxB), but highly significant differences were obtained in factor B (pre-germinative treatments) where the best treatment was b1 (1 minute soaking in boiling water), which obtained an average for plant neck diameter of 0.20 cm.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques naturales en Bolivia constituyen una tradicional fuente de múltiples recursos complementarios a la subsistencia diaria de los pueblos rurales, originarios e indígenas. También son base de una creciente industria de bienes maderables y no maderables que generan fuentes de trabajo e importantes ingresos al Estado y Gobiernos locales.

El sector forestal en boliviano ha adolecido de información básica de sus recursos, tanto maderables como no maderables. La poca información referente a la cualificación de los recursos forestales obtenida hace casi treinta años a través de inventarios realizados con apoyo internacional no fue actualizada, quedando en muchos casos olvidada y la reducida documentación que el Estado Boliviano obtuvo a través de sus instituciones, quedo encajonada y/o dispersa, perdiéndose en el tiempo.

El árbol de molle típicamente americano originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea (americana) de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos.

Especie muy resistente que tolera la sequía y el calor, así como las ligeras heladas. Gusta de suelos arenosos y bien drenados, pero soporta los suelos compactos y pedregosos, así como ligeramente alcalinos y salinos. Prefiere exposiciones soleadas y requiere de riegos en los primeros años de su vida.

Su madera es moderadamente fuerte y pesada, muy duradera y resistente a las termitas, empleándose en la fabricación de postes. De su corteza se obtiene una gomorresina aromática con ciertas propiedades medicinales astringentes, balsámicas, diuréticas, expectorantes. Las semillas son ligeramente tóxicas y las hojas sirven como repelentes de insectos.

Existen algunas formas para optimizar la emergencia de las plántulas, dentro de estas se encuentra la escarificación, para romper la latencia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar los efectos de tres tratamientos pre-germinativos con tres combinaciones de sustrato en molle (*Schinus areira* L.) en el macro-distrito de Cotahuma-La paz.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el método pre-germinativo que resulte más apropiado para la germinación del molle (*Schinus areira* L.).
- Establecer el sustrato más idóneo para la germinación de las semillas de molle (*Schinus areira* L.).
- Comparar el efecto de los tratamientos pre-germinativos y combinaciones de sustratos para la germinación de molle (*Schinus areira* L.).

2.3 Hipótesis

Ho. Al menos uno de los tratamientos pre-germinativos influirá en la germinación del molle.

Ho. Al menos una de las combinaciones de sustratos influirá en la germinación del molle.

Ho. Al menos una de las interacciones de tratamientos pre-germinativos y combinaciones de sustratos influirá en la germinación de semillas de molle.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen del molle

El área de origen y de mayor distribución comprende casi todo el Perú y Bolivia. La distribución vertical oscila según la latitud geográfica entre 2000 msnm en el norte, y 3000 msnm en los Andes Centrales (Weberbauer, 1945).

La distribución geográfica de la especie *Schinus areira* L. comprende una zona amplia que se extiende desde América Central, pasando por Colombia, Ecuador, Perú y en la zona interandina de Bolivia de 1500 a 3500 m de altitud, hasta Chile, Argentina, Paraguay y Uruguay. Estando ausente en la parte más cálida y húmeda de su área de distribución y rehúye la cercanía del mar (Herrera, 1941).

En los valles interandinos, el molle se encuentra entre los 1000 a 2900 m de altitud, extendiéndose hasta una altura de 3500 msnm e incluso hasta los 3900 m de altitud, creciendo en las quebradas y pequeños valles laterales de las regiones andinas (Flinta, 1960).

3.2 Clasificación taxonómica

Según (Rodríguez, 1983) señala que la clasificación taxonómica es:

Reino	:	Plantae
Phyllum	:	Spermatophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Sapindales
Familia	:	Anacardiaceae
Nombre científico	:	<i>Schinus areira</i> L.
Nombre común	:	Molle

3.3 Características generales

Según (Cozzo, 1956), menciona que las características del molle son:

El tallo por lo general es torcido, aunque a veces es recto en su primera longitud, capaz de suministrar una troza maderable de 3 a 7 m, con un diámetro de 30 a 80 cm; en ejemplares más viejos se pueden encontrar con diámetros de 1 a 1,5 m. El aspecto del tronco es resinoso, rugoso al tacto, presentando un crecimiento encorvado, que en su juventud tiene una forma cilíndrica, pero con el tiempo se vuelve nudoso e irregular.

El molle tiene hojas de 15-25 cm de largo, incluyendo el peciolo; son perennes, compuestos, pinnados, alternados, glabros, aromáticos; peciolo de 2-5 cm de largo; raquis linear-aplanado, de 8 a 16 cm de largo. Foliolos de 7 a 25 pares, o de 10 a 39 foliolos por hoja, sésiles opuestos, alternos de 1,5 a 4 cm de largo y 3 a 10 mm de ancho, coriáceos, membranosos, glabros, lanceolados, linear-lanceolados, con la base cuneada u obtusa, ápice a menudo curvo, acuminado; margen liso o aserrado en la juventud.

La inflorescencia es una panícula de 10 a 20 cm de largo, en la axila de las hojas apicales; bráctea basal ovalada, ciliada; pedúnculos delgados, cortos.

Flor masculina: cáliz con 5 sépalos orbiculares, de 0,5 mm de largo, ciliados en el margen; 5 pétalos oblongos, obtusos, glabros, de 1,3 -2 mm de largo, blanco-verdosos; estambres 10, 5 alternos con los pétalos, generalmente iguales o poco más largos que ellos, y 5 opuestos, la mitad o dos tercios del largo de los pétalos; anteras globosas, pequeñas, disco 10-lobulado, en forma de copa; ovario rudimentario.

El fruto es una drupa globosa, de 4-6 mm de diámetro, exocarpio delgado, de color rosado, papiráceo, brillante que se separa en la madurez del mesocarpio, delgado y resinoso; endocarpio duro, leñoso.

Las semillas son redondas de 3-5 mm de diámetro, de color castaño claro, resinosas y aromáticas. La fructificación se da entre marzo y abril, la época de madurez en Bolivia es principalmente entre mayo y julio.

(Reynel, C. y Marcelo, J. , 2009). Afirman que la corteza externa es agrietada, de color marrón claro, con placas de corteza rectangular que a menudo se desprenden solas. La corteza interna es de color rosado blanquecina, con tenue olor resinoso.

3.4 Ecología del cultivo del molle

3.4.1 Factores climáticos y precipitación

Es una especie que resiste el frío pero no las heladas, se encuentra en zonas semiáridas y en los valles interandinos, donde es capaz de crecer en áreas bastante secas, con varios meses sin lluvia y con una precipitación de 250 a 600 mm año. En estas condiciones emite un sistema radicular abundante y profundo hasta 20 m de profundidad para buscar agua (Bermejo, J. Z., y Pasetti, F. B., 1985).

El molle alcanza su mejor desarrollo con precipitaciones entre los 250 a 600 mm; prefiere temperaturas medias mínimas cercanas a 12,8 ° C, entre 8 y 16,4 ° C y temperaturas medias máximas de 36,1 ° C, resistente al frío, pero no a las heladas. Tolerancia suelos salinos, es resistente a los vientos y vive alrededor de 100 años (Ayala, 2011).

3.5 Fenología del molle

Para (Lenin, P., y Valdebenito, H., 2000) la floración se inicia con la formación de botones florales en septiembre en la cual se incrementa paulatinamente hasta alcanzar el 50% en octubre; esto a su vez coincide con el incremento de la temperatura (16 ° C). La máxima floración se alcanza en noviembre y diciembre terminando esta fase entre enero y febrero. Al ser una especie dioica y para asegurar la polinización, la presencia de ambas flores es casi simultánea.

La formación de frutos se inicia en especies lo cual se extiende hasta abril cuando las temperaturas son mayores (20 ° C). A partir de abril los frutos comienzan a

madurar y permanece hasta junio. A mediados de este mes, durante el periodo seco (< 5 mm de pp), los frutos empiezan a caer de los árboles y casi no se encuentran.

3.6 Propagación del molle

3.6.1 Propagación botánica

Se denomina así a la producción de plantas por semilla botánica, mediante la cual se logran nuevas plantas, con caracteres que reflejan las características genéticas de sus progenitores (Pajares, U. y Gonzales , C., 1996)

3.6.2 Propagación asexual

La reproducción de tipo asexual, que se puede realizar mediante brotes o retoños (tocón), por injerto, en rizoma y por estacas o esquejes (Llanos, 2012).

3.7 Aspectos Silviculturales del molle

3.7.1 Semilla

La semilla seca y limpia conserva su poder germinativo por varios años. El almacenamiento de la semilla se hace en recipientes de lata o de vidrio herméticamente tapados, en un ambiente seco, fresco y oscuro, hasta dos años sin perder mucho su capacidad germinativa (Nina, 1999).

3.7.2 Recolección y rendimientos

La recolección de la semilla se hace cuando los frutos tienen un color rosado a rojo-grosella. La semilla seca y limpia se puede guardar en recipientes de lata o vidrio herméticamente cerrados (en ambiente fresco, seco y obscuro), hasta dos años sin perder mucha de su capacidad de germinativa (Pretell, 1985).

3.7.3 Almacenamiento

El almacenamiento tiene como finalidad la conservación del potencial de germinación o viabilidad de estas el mayor tiempo posible. Para maximizar la longevidad de las

semillas es necesario propiciar las condiciones adecuadas para su conservación (Doria, 2010).

3.7.4 Número de semillas por kilogramo

Se produce fácilmente por semillas, un kilogramo de semillas presenta 15.000 - 60.000 unidades, con alrededor de 80 % de capacidad germinativa (Navarro, R. y Pemán, J. , 1997).

Después del secado, limpieza y desgrano de los racimos se obtiene una riqueza del 90 % con 19.000 a 29.000 semillas/kg (Nina, 1999).

3.7.5 Tratamientos pre-germinativos

Los tratamientos pre-germinativos, son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en el que se encuentran algunas tal que, estando vivas no son capaces de germinar sino que hasta las condiciones del medio sean adecuadas para ello (Donoso, 1993).

Lixiviación las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 horas, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia (Hartmann, H. y Kester, D., 1988).

Para la operación eficiente de un vivero, se necesita una germinación rápida y uniforme, por consiguiente, se precisa diseñar tratamientos para romper la latencia de las semillas, dichos tratamientos varían de acuerdo a la latencia presente, así como los requerimientos de la especie (CATIE, 2000).

Es importante verificar la existencia de vida en la semilla que se quiere utilizar antes de realizar un tratamiento pre-germinativo, en especial si la semilla no está certificada por algún banco de semillas. Para hacer esto se puede colocar la semilla en agua y eliminar las que flotan. También se pueden cortar algunas semillas por la mitad para observar si las semillas están completas (Olivera, T. y Fossati, J., 1996).

Los tratamientos para eliminar la latencia son: la estratificación que consisten en colocar semillas embebidas en agua en capas o estratos húmedos durante diferentes periodos utilizados para superar la latencia proveniente del embrión, la estratificación se realiza a diferentes temperaturas que van de 22 ° C a 30 ° C. es fría si estas se realizan a temperaturas de 0 a 10 ° C (Altuve, 2003).

Se puede estimular la germinación de las semillas de diferentes maneras tales como: Métodos mecánicos que consisten en raspar las cubiertas de las semillas o quebrarlas. Con agua caliente a una temperatura de 77 ° C y 100 ° C, retirando luego la fuente de calor, las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. La lixiviación remojando las semillas en agua corriente por 12 a 24 horas (Peretti, 1994).

Los tratamientos pre-germinativos, son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tales que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (Varela, S. y Arana, V. , 2011).

El tratamiento de las semillas antes de la siembra es necesario para semillas con reposo vegetativo interno que puede retrasar la germinación por meses o años. La germinación irregular y retrasada es desastrosa para los viveros, porque las plantas deben alcanzar tamaño uniforme para la plantación en fechas específicas. El propósito de tratamientos previos es abreviar el reposo vegetativo para obtener una germinación más uniforme (Ruiz, 2002).

Para (Allan, T.G. y Chapman, G.W., 1984) los tipos de tratamientos varían con los diferentes tipos de latencia de las semillas, los tipos son:

- Remojo en agua fría: el remojo en agua fría durante uno o varios días es suficiente para asegurar la germinación, el cual se debe al ablandamiento del tegumento de la semilla, posibilitando la adecuada absorción del agua por parte de los tejidos vivos.
- Remojo en agua caliente: se utiliza para semillas de muchas especies.

- Tratamiento con ácido: utilizando ácidos diluidos.

Algunas semillas pueden sembrarse en cuanto se recogen del árbol padre, otras pasan por una etapa de latencia durante el cual el embrión completa su desarrollo. Es frecuente utilizar un tratamiento previo para acelerar la germinación o para que esta sea más uniforme.

3.7.6 Porcentaje de Germinación

El porcentaje de germinación es de 40 a 80 %, extrayendo los embriones se alcanza del 98 al 100 % de germinación a los 7 días (Lara, 1988).

El porcentaje de germinación es de 40 a 70 %, el sustrato en la almaciguera debe ser suelto (Nina, 1999).

3.8 Susceptibilidad

La planta es sensible a las heladas prolongadas, al daño por insectos, a la escama de la cochinilla cerosa (*Ceroplaste ssp.*), y a las orugas de la palomilla (*Rothschildia orizabae*) que ocasionan defoliaciones, aunque su daño no es importante (Lenin, P., y Valdebenito, H., 2000).

3.9 Utilidad

Según (Gade, 1986) la infusión de las hojas es un buen diurético, también se la usa como bebida en los casos de bronquitis, tos y ronquera. El alcohol en el que se han macerado los frutos se usa en fricciones en caso de reumatismo agudo. Los brotes tiernos y hojas como emplastos se los emplea en la frotación de los dolores reumáticos.

Según (Pretell, 1985) el molle se asocia con los cultivos agrícolas sin que se conozcan incompatibilidades, por la forma de su copa da buena sombra por lo que acostumbran tenerlo como cercos vivos. Por su profundo y amplio sistema radicular es importante para la conservación de cuencas hidrográficas en general y la protección de suelos y riberas.

3.10 Sustrato

El termino sustrato, que se aplica en la agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o en mezclado, permite su anclaje y soporte del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Calderon, 2006).

Según (Padilla, 1983) indica que el suelo del vivero no siempre reúne las características que exigen las semillas para germinar y superar la fase de crecimiento primario. Dicho de otra manera, el sustrato debe permitir, en general, una buena germinación y en particular, un buen desarrollo de las plántulas pequeñas y tiernas, un buen sustrato debe reunir las siguientes características:

- **Buena aireación:** A fin de permitir la circulación del oxígeno del aire, indispensable para la germinación y respiración radicular.
- **Contacto entre la semilla y el sustrato:** Si quedan espacios libres entre la semilla y el sustrato; aquella no se humedece totalmente, por lo tanto, no germina; por lo que hay que evitar los espacios entre las partículas del sustrato sean muy grandes.
- **Poca resistencia mecánica:** De tal manera que permite la emergencia de la plántula, el desarrollo y profundización de las áreas de la raíz dentro del sustrato. Un sustrato compacto impide el buen desarrollo radicular.
- **Capacidad de infiltración:** Permite un buen suministro de agua para las semillas y luego para las plántulas. Si el sustrato no es de fácil infiltración, las semillas o las plántulas perecen por exceso de humedad.
- **Poca o nula cantidad de estructuras reproductivas de agentes patógenos:** Hongos, bacterias, nematodos, etc., que puedan causar enfermedades.

3.11 Componentes de Sustrato

3.11.1. Arenilla

La arena está caracterizada por la granulometría que va desde 20 a 200 micrones; es generalmente suelta, porosa y estéril. En contenido de nutrientes es bajo y sus valores de pH tienden a ser alcalinos (Zalles, 1988).

La arena está compuesta de granos sueltos de sílice, angulosos, cuarzos, feldespatos, mica y montmorillonita: la arena no presenta cohesión, las tierras arenosas son sueltas no se adhieren permiten acumulación de aire y por lo tanto tiene una rápida nitrificación y absorción (Chilon, 1986).

Según (Ferreira, 1985) se prefieren sustratos arenosos que tenga un buen drenaje para la germinación de la semilla. Otros sustratos inertes como la vermiculita, que es un material musáceo, desintegrado, también es recomendable.

3.11.2 Humus de lombriz

El humus es una sustancia lignoproteica bastante estable a la descomposición, en un compuesto predominante de la materia orgánica de los suelos. Es la totalidad de los restos post-mortales presentes en el suelo, son aquellos componentes difícilmente mineralizables que se acumulan en el suelo (AGROFLOR, 2013).

El humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Ofrece una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces (Brechelt, 2004).

3.11.3 Tierra de lugar

Los suelos clasificados como franco arenoso o franco son ingredientes buenos para la preparación de mezclas de suelo. Los francos tienen las características físicas deseables de las arcillas y arenas sin mostrar las propiedades indeseables de soltura externa, baja fertilidad y retención de humedad (VIFINEX, 2000).

Aquellas tierras ubicadas en sitios sobre los 3000 msnm o en zonas húmedas, presentan características de suelos de textura mediana (francos arcillosos), y reacción acida, semejantes a la tierra negra. En cambio, aquellos suelos de zonas por debajo de los 3000 msnm, presentan características desde ligeramente acidas a alcalinas (Fossati, 1996).

El suelo friable, margo o migajón arenoso resulta muy adecuado. En el caso de los suelos arenosos–arcillo–humífero, sin exceso de arcilla aquello es susceptible a mejorar con abonos orgánicos. Las condiciones químicas del suelo se pueden mejorar mediante la aplicación de abonos orgánicos. La biología de los suelos aparentemente no tiene importancia fundamental en las prácticas de la silvicultura (Aguilar, 1996).

3.12 Almacigo

Los almacigos son espacios destinados a la siembra y germinación de la semilla, y sus dimensiones son variadas, dependiendo la producción, cantidad de plantas y de especies a producir. Se pueden realizar en canteros o embaces (Marca, 2001).

3.13 Desinfección de sustrato

Aproximadamente 10 días antes de realizar la siembra, es aconsejable desinfectar el suelo, a fin de controlar hongos, insectos, bacterias u otros agentes patógenos y a la vez destruir las hierbas indeseables (Betancourt, 2002).

La desinfección del suelo es necesaria para luchar contra los organismos, como hongos, bacterias y nematodos, los cuales se incrementan año a año. La investigación en el mundo está dirigida a buscar métodos de desinfección de suelo económicos, sin riegos y con mínimo efecto negativo sobre el medio ambiente (Marca, 2001).

3.14 Siembra

La profundidad de siembra debe ser la suficiente para que el agua de riego no destape la semilla, no debe ser mayor a dos veces el tamaño de la semilla (Huchani, M. y Carvajal, M., 2005).

Las semillas de mayor tamaño se siembran en pequeños surcos y separados según las especies desde 10 cm hasta 25 cm. Los surcos se hacen a todo lo largo de la almaciguera aunque algunos viveristas lo hacen de manera transversal. De acuerdo a las características de cada especie, en cuanto el espacio vital que necesitan para desarrollarse con normalidad (Betancourt, 2002).

3.15 Riego

El riego debe hacerse antes y después de la siembra para obtener un buen crecimiento de los plantines, la humedad inicial depende de la cantidad de agua utilizada, por lo que es importante uniforme y lentamente (Mendez, J. y Cárdenas, P. , 2009).

Sembrada la semilla y durante el proceso germinativo debe mantenerse el semillero a base de una humedad permanente pero relativa para favorecer el desarrollo (Juscafresa, 2000).

Se riega, comúnmente 2 veces al día hasta lograr su prendimiento, luego se les va suprimiendo la sombra hasta dejarlos a pleno sol. Los riegos deben realizarse diariamente, en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde, durante los primeros meses de vida de las plantitas; pero cuando estas tienen más edad se pueden regar en días alternos (Betancourt, 2002).

3.16 Deshierbe

Es trabajo manual que si no se realiza a tiempo ocasiona graves pérdidas en la producción puesto que las hierbas compiten con los plantas por nutrientes, luz y agua (Mendez, J. y Cárdenas, P. , 2009).

4. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

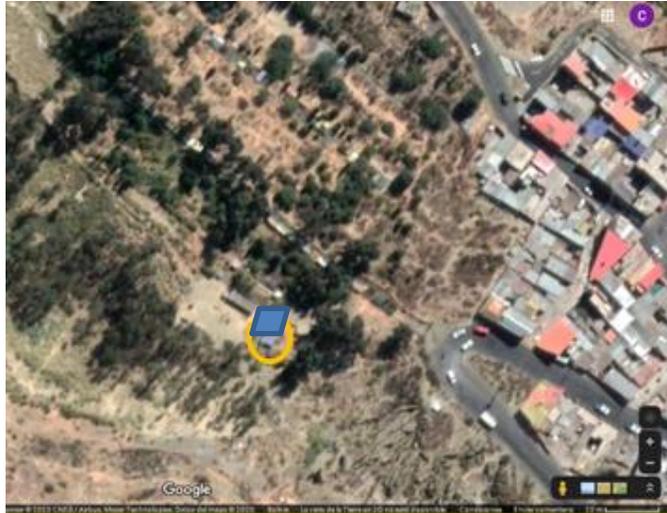


Figura 1. Ubicación geográfica Huerto Orgánico Lak'a Uta, macro distrito Cotahuma

El estudio se realizara en el macro-distrito de Cotahuma del municipio de La Paz, en la provincia Pedro Domingo Murillo. Sus coordenadas de ubicación son; son latitud de -16,5306, y longitud de -68,1371 y una altitud de 3776,34 msnm (PDMLP, 2011).

4.2 Características climáticas

El clima de La Paz ha sido caracterizado como “Clima tropical de alta montaña”. Las características de circulación atmosférica global producen un desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical, originando en el territorio paceño un invierno seco, con ausencia de lluvias, esto provoca que la humedad durante los meses de octubre y mayo sea menor, las precipitaciones son en promedio de 500 mm/año concentrada en los meses de diciembre a marzo (PDMLP, 2011).

4.3 Vegetación y flora

La cubierta vegetal natural o semi-natural, se encuentra degradada por la acción de la actividad humana cada vez más intensa. Crece en forma poca densa y se distribuye en pequeñas manchas. Los estratos predominantes, en el caso de las plantas espontaneas, son herbáceas y arbustivas. El estrato arbóreo en la ciudad

corresponde a especies cultivadas como ornamentales con fines de protección de laderas, solo tres especies arbóreas se dan sin cultivo: el molle (*Schinus molle* L.); la kiswara (*Buddleja coriácea*); keñua (*Polylepis*) (PDMLP, 2011).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales biológicos

Se utilizó semillas de molle (*Schinus areira* L.) fueron recolectadas de Rio Abajo de la ciudad de La Paz y proporcionada por el laboratorio de semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

5.1.2 Materiales orgánicos

- Arena
- Humus de lombriz
- Tierra de lugar

5.1.3 Materiales de campo

- Baldes
- Marbetes
- Formol a 40 %
- Regadera
- Palas
- Carretilla
- Flexo metro
- Tamizador
- Rastrillo
- Vernier

5.1.4 Materiales de gabinete

- Cámara fotográfica
- Libreta de anotaciones
- Papel
- Lápices, bolígrafos
- Reglas
- Equipo de computadora
- Tablero
- Hojas papel bond
- Calculadora

5.1.5 Materiales de laboratorio

- Balanza analítica

- Cajas Petri
- Estufa
- Agua

5.2 Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar bi-factorial con arreglo de parcelas divididas (Ochoa, 2009), asignándose 9 tratamientos con 5 repeticiones obteniendo un total de 45 unidades experimentales.

5.2.1 Modelo lineal aditivo

El modelo lineal aditivo para un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas es (Ochoa, 2009).

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

Y_{ijk}: Observación cualquiera de campo

μ: Media general

α_i: Efecto del i-esimo nivel del factor A (Parcela principal)

ε_{ik}: Error de las combinaciones de sustrato

β_j: Efecto del j-esimo nivel del factor B

αβ_{ij}: Efecto del i-esimo nivel del factor A, con el j-esimo nivel del factor B

ε_{ijk}: Error experimental de los tratamientos pre-germinativos

5.2.2 Descripción de factores

Factor A: Combinaciones de sustratos

a1=Sustrato 1: 2 P de humus de lombriz: 1 P de tierra de lugar: ½ P de arena

a2=Sustrato 2: 1 P de humus de lombriz: 2 P de tierra de lugar: ½ P de arena

Superficie de unidades experimentales	0.11 m ²
Numero de tratamientos	9
Numero de repeticiones	5

5.2.5 Croquis

Tabla 2. Croquis del diseño experimental

T2	T7	T2	T4	T9
T1	T8	T3	T6	T7
T3	T9	T1	T5	T8
T6	T5	T8	T3	T4
T4	T4	T9	T1	T5
T5	T6	T7	T2	T6
T1	T7	T6	T7	T2
T2	T9	T5	T9	T3
T3	T8	T4	T8	T1

5.3 Métodos

5.3.1 Construcción de almaciguera

Se construyó una almaciguera de 5 m², se tomaran en cuenta aspectos como son el acceso de luz solar y otros, aspectos importantes para el desarrollo de las plántulas. Como también se realizó el respectivo deshierbe y nivelación del suelo, que son parte importante de la preparación inicial del almacigo.



Figura 2. Construcción de almaciguera de 5 m² de superficie total y 0,11 m² por unidad experimental.

5.3.2 Preparación de sustrato

Después de la construcción de la almaciguera se procedió a la preparación del sustrato, el cual conto con la presencia de tres componentes como son; arena, tierra de lugar y humus de lombriz, los mismos que fueron cernidos y mezclados homogéneamente, para posteriormente ser colocadas en la almaciguera.



Figura 3. Preparación y mezcla de sustrato

5.3.3 Desinfección de sustrato

Después de haber realizado la preparación del sustrato, se efectuó la desinfección del sustrato con formol al 40%, con una relación de 1 litro de formol por 20 litros de agua, se utilizaron 20 litros de solución por 5 m², cubriendo posteriormente toda la superficie de la almaciguera para que el compuesto cumpla su efecto.

5.3.4 Tratamientos pre-germinativos

Tratamiento 1: Remojo de semillas por 1 minuto en agua hirviendo

Se colocó agua en un recipiente sobre una hornilla hasta que llegó al punto de ebullición a 100 ° C, se colocaron las semillas en remojo por un tiempo de 1 minuto de remojo.

Tratamiento 2: Remojo de semillas por 45 segundos en agua hirviendo

Se colocó agua en un recipiente sobre una hornilla hasta que llegó al punto de ebullición, se colocaron las semillas en remojo por un tiempo de 45 segundos.

Tratamiento 3: Remojo de semillas por 4 horas en agua caliente

Se colocó agua en un recipiente para calentarla hasta 70 ° C y se remojo las semillas durante 4 horas en agua caliente.



Figura 4. Tratamientos pre-germinativos en semillas de *Schinus areira* L.

5.3.5 Siembra

La siembra de las semillas se hicieron por hileras, se colocara 40 semillas por hilera a una profundidad de dos veces el diámetro (cm) de la semilla y se cubrió con el sustrato, posteriormente se rego con ayuda de una regadera evitando que las semillas queden expuestas.



Figura 5. Siembra de semillas en almacigueras

5.3.6 Labores culturales

Riego: El riego se realizó cada 2 días durante las primeras semanas, las cuales fueron necesarias para proporcionarle la humedad adecuada.

Desmalezado: Se realizó a partir de la segunda semana después de la siembra aproximadamente.

Toma de datos: La toma de datos fueron realizadas cada 3 días, en las planillas de control, para las variables de respuestas planteadas en la investigación.

5.4 Variables de respuesta

En laboratorio

5.4.1 Pureza física de semillas

Para la realización de la prueba de pureza física en semillas se hizo uso de la siguiente fórmula para realizar su correspondiente cálculo.

$$\% \text{ Pureza} = (\text{Peso de semillas limpias} / \text{peso de semillas con impurezas}) * 100$$

5.4.2 Contenido de humedad de la semilla

Se tomaron cuatro muestras de 5 gramos y se sometieron a un proceso gradual de secado en horno a 103 ° C, durante 16 horas, al cabo de las cual se pesó las semillas que han perdido humedad, que fueron medidas en unidades porcentuales.

5.4.3 Cantidad de semillas por kilogramo

Para el cálculo esta variable se utilizó una balanza analítica se pesó 10 gramos de semilla de molle, y se procedió al conteo de las semillas y con la regla de tres se determinó el número de semillas por kilogramo, para mayor confiabilidad se realizaron con sus respectivas repeticiones.

5.4.4 Porcentaje de germinación en laboratorio

Para este ensayo se utilizó algodón, que se colocó en un recipiente plástico donde se distribuyeron las 20 semillas y se humedeció con agua de forma periódica, el registro de datos se realizó durante 25 días, para mayor confiabilidad se realizó 4 repeticiones.

$$\% \mathbf{G} = (\text{Semillas germinadas} / \text{Semillas ensayadas}) * 100$$

En campo

5.4.5 Emergencia de plántulas

Para la determinación de esta variable se tuvo que realizar un conteo en número de plántulas emergidas por cada tratamiento durante 30 días de iniciada la emergencia, los datos obtenidos en las diferentes unidades experimentales se los registraron en una planilla. Seguidamente para poder distinguir los diferentes efectos de los tratamientos se efectuó un análisis de varianza para los datos tomados.



Figura 6. Emergencia de plántulas de molle (*Schinus areira* L.).

5.4.6 Determinación de altura de planta

Esta variable se determinó realizando el registro de 5 plántulas por cada tratamiento, con una duración de 90 días, se hizo un conteo desde la aparición de las hojas verdaderas, para posteriormente realizar un análisis de varianza para los datos tomados.

5.4.7 Determinación de número de hojas

Esta variable se determinó realizando el registro de 5 plántulas por cada tratamiento con una duración de 60 días, tomando datos cada 7 días, se realizó el conteo de hojas por plántula, posteriormente se realizó el análisis de varianza.

5.4.8 Determinación del diámetro de tallo

Esta variable se determinó realizando el registro de 5 plántulas por cada tratamiento, el registro de datos con una duración de 60 días, tomando datos cada 15 días, con la ayuda de un vernier se tomaron datos desde la aparición de cotiledones hasta la conclusión del estudio.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Determinación de características físicas de la semilla en laboratorio

6.1.1 Pureza

Esta investigación se llevó a cabo en los predios del laboratorio de la Facultad de Agronomía, para lo cual se utilizaron materiales como la balanza analítica y cajas Petri. En la balanza analítica se realizó el pesaje de semillas que contenían impurezas; posteriormente se realizó la limpieza de las impurezas presentes en las semillas de molle.

Para finalizar se realizó el pesaje de semillas sin impurezas del mismo lote, se calculó el porcentaje de pureza de semillas dividiendo el peso de semillas puras entre el peso de semillas con impurezas el resultado se expresa en unidades porcentuales.

Tabla 3. Resultados en porcentaje de pureza en semillas de (*Schinus areira* L.)

Número de replicas	1	2	3	4
Peso total de la muestra (gr)	10	10	10	10
Peso de semillas puras (gr)	8,43	8,62	8,54	8,47
Porcentaje de pureza (%)	84,3	86,2	85,4	84,7
Promedio				85,15

(Fuente. Elaboración propia)

El porcentaje de pureza en las semillas de molle (*Schinus areira* L.) fue de 85,15 % en promedio las semillas fueron recolectadas de Rio Abajo, se observó también un porcentaje de impureza del 14, 85 %.

El porcentaje de pureza varía de acuerdo al tamaño de las semillas, donde las semillas de mayor tamaño presentan menor cantidad de impurezas y las semillas más pequeñas presentan mayor cantidad de impurezas (FAO, 2009).

6.1.2 Contenido de humedad

Se separó 4 lotes de semillas de molle limpias, con la ayuda de la balanza analítica se pesó 5 gramos por cada lote, posteriormente se las colocaron en cajas Petri respectivamente marcadas y se las llevó a un horno a 70 ° C por un lapso de una

semana, por último se pesaron las semillas ya secas y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. Resultados en porcentaje de humedad en semillas de (*Schinus areira* L.)

Repetición	Peso Húmedo (gr)	Peso Seco (gr)	% Humedad
1	5	4,55	9
2	5	4,54	9,2
3	5	4,56	8,8
4	5	4,57	8,6
Promedio			8,9

(Fuente. Elaboración propia)

Si el contenido de humedad es muy alto, superior a un 20 %, la semilla tiene mayor porcentaje de germinación, si el contenido es menor al 20 %, la semilla debe ser hidratada con más frecuencia durante la etapa de germinación (Poulsen, 1993).

6.1.3 Cantidad de semilla por kilogramo

Los resultados en el cuadro 5, muestran el número de semillas por kilogramo, y en 10 gramos cada uno tiene entre 283 y 287 semillas.

Tabla 5. Resultados de semillas de (*Schinus areira* L.) por kilogramo

Repetición	Número de semillas en 10 (gr)	Número de semillas en 1 (kg)
1	286	28600
2	283	28300
3	287	28700
4	284	28400
Promedio		28500

(Fuente. Elaboración propia)

(Kemperman., 1991) Menciona en un trabajo realizado que el número de semillas por kilogramo varía de 14000 a 44000.

6.1.4 Porcentaje de germinación en laboratorio

Tabla 6. Resultados de porcentaje de germinación

Repetición	Cantidad	Tratamientos Pre-germinativos		
		1 minuto en agua hirviendo	45 segundos en agua hirviendo	4 horas en agua caliente
1	30	26	24	19
2	30	27	23	20
3	30	25	23	19
4	30	26	24	18
Promedio		26	24	19

(Fuente. Elaboración propia)

Entre los tratamientos pre-germinativos el máximo porcentaje de germinación se registró con el tratamiento de remojo en agua caliente por un minuto con el 86,7 %, el cual supera a los otros dos tratamientos; con agua caliente por 45 segundos alcanzo el 80% y solo con 63,3 % para el tratamiento de 4 horas de remojo en agua caliente.

6.2 Determinación en campo

6.2.1 Determinación de porcentaje de Emergencia

En la tabla 7 se puede observar el análisis de varianza de la variable Porcentaje de Germinación, se realizó un conteo de semillas germinadas por cada tratamiento.

Tabla 7. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
C. Sustrato	2	161,9	503	8,1	0,283	NS
Trat. Preg.	2	3762,8	81	1,3	<0,0001	**
C.Sustrato * Trat.Preg.	4	95,83	1881	30	0,8165	NS
Error	36	2228,4	24	0,4		
Total	44	6248,9	61,9			

(Fuente. Elaboración propia)

CV= 10,70 %

* Significativo

** Altamente significativo

NS No Significativo

Como se puede observar el análisis de varianza en la (tabla 7), el coeficiente de variación es de 11 % lo cual indica que hubo un buen manejo de las unidades

experimentales para el porcentaje de germinación de semillas de molle, presenta diferencias altamente significativas para Tratamientos pre-germinativos y no así para combinación de sustratos e interacción de factores A y B.

(Bonner, 1993), indica que para obtener una buena emergencia, los sustratos deben mantenerse húmedos, a efecto de proveer la humedad necesaria durante el proceso germinativo, pero que una humedad excesiva, puede restringir la aireación.

(Niembro, R. y Fierros, G., 1990), mencionan que la germinación de las semillas se encuentra fuertemente influidas por las características físico-químicas del sustrato empleado, ya que puede favorecer o entorpecer la germinación.

La presencia de materia orgánica en los suelos proporciona nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y azufre), incrementando la fertilidad del suelo. Así mismo ayuda a retener mayor cantidad de agua, aumenta la porosidad y la aireación del suelo, contribuyendo de esta manera a elevar el grado de infiltración y absorción (Zalles, 1988).

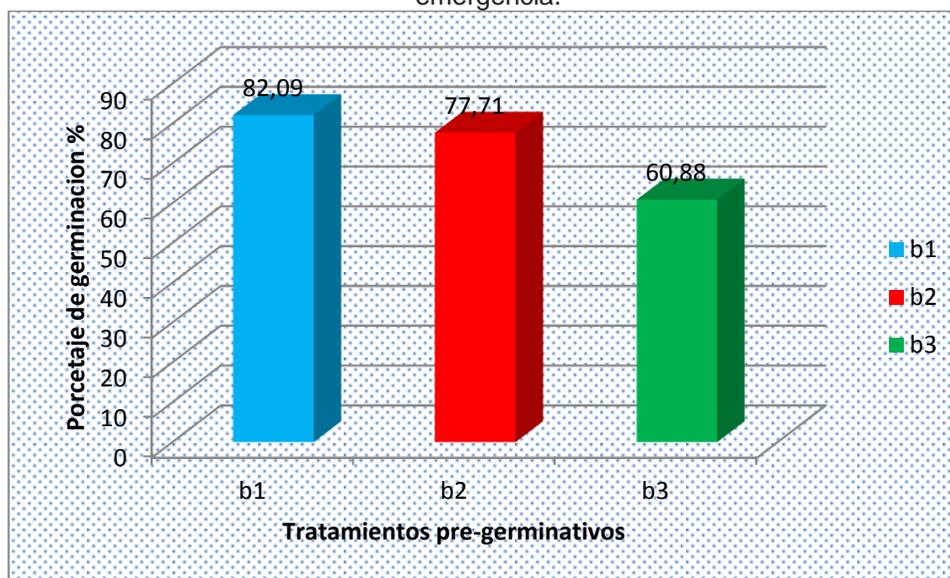
Tabla 8. Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable porcentaje de emergencia.

Factor b	Medias (%)	Duncan a (5 %)
b1= 1 min de remojo en agua hirviendo	82,09	A
b2= 45 seg de remojo en agua hirviendo	77,71	A
b3= 4 horas de remojo en agua hirviendo	60,88	B

(Fuente. Elaboración propia)

La comparación de los resultados mediante la prueba Duncan a un nivel de significancia del 5 %, muestra diferencias significativas entre el Tratamiento b1 (1 min de remojo en agua hirviendo) con mayor porcentaje de germinación 82,09 % respecto al tratamiento b2 de 77,71 % de germinación. Así mismo no existen diferencias significativas entre los tratamientos b1 y b2 en los porcentajes de germinación.

Grafico 1. Pruebas de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos para porcentaje de emergencia.



En el grafico 1 se muestra la efectividad en los tratamientos b1(remojo en agua hirviendo durante 1 min) y b2(remojo en agua hirviendo durante 45 segundos) presentan mayor porcentaje de emergencia con 82,09 % y 77,71 % respectivamente, con respecto al tratamiento b3(remojo en agua caliente durante 4 horas) con 60,88 %. Esto se puede atribuir al tiempo en que la semilla permaneció en en agua hirviendo durante 1 minuto de remojo en agua hirviendo rompió la dormancia en las semillas, también el desarrollo dentro de un ambiente controlado ya que el trabajo de investigación se realizó en invierno y así proteger a las plantulas en el descenso brusco en las temperaturas.

Según (Varela, S. y Arana, V. , 2011) los tratamientos pre-germinativos son de gran relevancia para mejorar la producción de plantines a partir de un lote de semillas; por lo tanto mediante la aplicación de protocolos pre-germinativos en vivero es posible disminuir la latencia a un grupo mínimo, promoviendo la germinación de la semilla, estos protocolos varían según la especie.

Según (Jara, 1996) la cantidad de agua ingerida durante la inhibición depende de la naturaleza de la semilla; esta es relativamente poca y puede que no exceda 2 a 3 veces el peso seco de la semilla. Muchos tipos de semillas aumentan en tamaño, algunas veces duplicándolo.

El contacto de la semilla con el suelo depende no solo de su estructura, sino del tamaño y naturaleza de la cubierta de la semilla. Un buen contacto es más importante donde el suelo no está saturado de agua.

6.2.2 Determinación de Altura de planta

En la tabla 9 se puede observar el análisis de varianza de la variable Altura de planta, se midió con una regla milimétrica desde el cuello hasta la parte más alta de la planta.

Tabla 9. Análisis de varianza para Altura de planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
C. Sustrato	2	2,95E+00	1,47E+00	1,77	0,1849	N.S.
Trat. Preg.	2	42,83	21,42	25,74	<0,0001	**
C.Sustrato * Trat.Preg.	4	1,80E+00	4,50E-01	0,54	0,706	N.S.
Error	36	3,00E+01	8,30E-01			
Total	44	77,53				

(Fuente. Elaboración propia)

CV= 11,37 %

* Significativo

** Altamente significativo

NS No Significativo

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 9), con respecto a la Combinación de Sustratos no hubo diferencias significativas, lo que indica que entre el uso de diferentes combinaciones de sustrato no influye en la variable altura de plántula de molle. Con respecto a los tratamientos pre-germinativos hubo diferencias altamente significativas, esto indica que el uso de tratamientos pre-germinativos influye en la variable altura de plántula en molle.

En cuanto a la interacción de factores combinación de sustratos con tratamientos pre-germinativos observamos que no hubo diferencias significativas. Así mismo el coeficiente de variación es de de 11,37 % lo cual indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

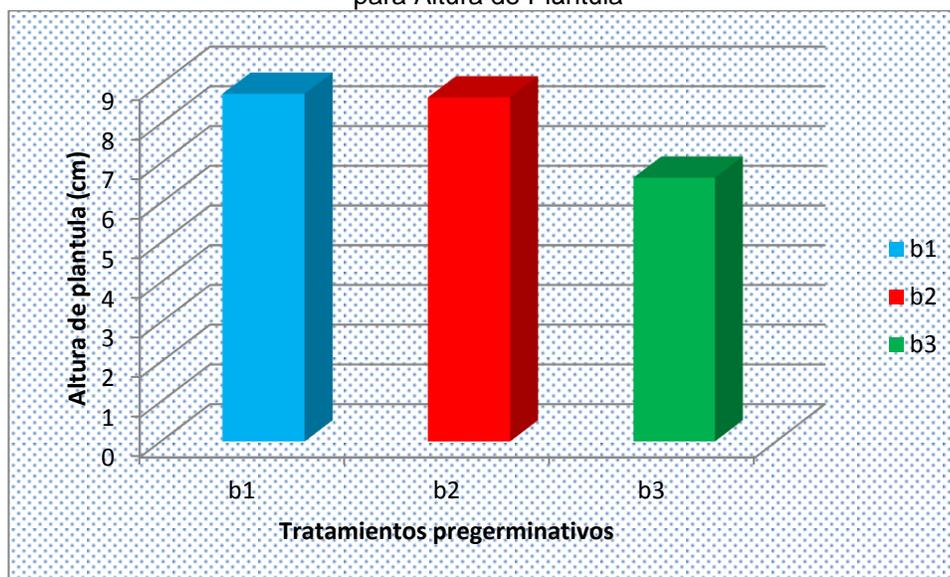
Tabla 10. Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable Altura de plántula.

Factor b	Medias (cm)	Duncan a (5 %)
b1 = 1 min de remojo en agua hirviendo	8,75	A
b2 = 45 seg de remojo en agua hirviendo	8,66	A
b3 = 4 horas de remojo en agua caliente	6,64	B

(Fuente. Elaboración propia)

La comparación de resultados mediante la prueba Duncan a un nivel de significancia del 5 %, muestra diferencias significativas entre el tratamiento b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo) con un promedio de altura de 8,75 cm respecto al tratamiento b3 con un promedio de 6,64 cm. Así mismo no existen diferencias significativas entre los tratamientos b2 y b1 en los promedios de altura.

Grafico 2. Prueba de medias Duncan en Tratamientos Pre-germinativos para Altura de Plántula



En el gráfico 2, se puede observar que las semillas remojadas con el tratamiento b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo), fue favorable para el desarrollo de mayores alturas de la plántula, por otra parte b3 (remojo en agua caliente durante 4 horas) fue el tratamiento que obtuvo un promedio menor de altura.

Esto se puede atribuir a que el tiempo de emergencia fue menor debido al tratamiento de remojo en agua hirviendo por 1 minuto, esto favoreció al desarrollo

fisiológico de las plántulas sea más rápido ya que estas lograron realizar un proceso de fotosíntesis al obtener los primeros cotiledones.

Según (Varela, S. y Arana, V. , 2011) los tratamiento pre-germinativos ofrecen una buena opción y solución para el manejo de semillas sobre con semillas de especies de importancia forestal. Mediante estos se homogenizan y se aumentan los porcentajes de germinación. Esto facilita la manipulación de semillas, tanto en condición fresca como después de almacenamiento. Contribuyen a su vez a la simplificación y planificación de las labores de producción de plántulas en viveros.

(Fossati, 1996). Afirman que el tratamiento con agua hervida, suaviza la capa dura que protege la semilla, para permitir la entrada de humedad, de este modo la semilla empieza a germinar. Por lo tanto, es muy importante el controlar el tiempo de aplicación de agua hirviendo.

6.2.3 Determinación de Número de hojas

En la tabla 11 se puede observar el análisis de varianza de la variable Número de hojas, se realizó el conteo de hojas por cada tratamiento.

Tabla 11. Análisis de varianza para número de hojas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
C. Sustrato	2	3,10E-01	1,60E-01	0,35	0,7071	N.S.
Trat. Preg.	2	14,71	7,36	16,55	<0,0001	**
C.Sustrato * Trat.Preg.	4	2,76E+00	6,90E-01	1,55	0,2087	N.S.
Error	36	1,60E+01	4,40E-01			
Total	44	33,78				

(Fuente. Elaboración propia)

CV= 11,54 %

* Significativo

** Altamente significativo

N.S. No Significativo

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 11), con respecto a la Combinación de Sustratos no hubo diferencias significativas, lo que indica que entre el uso de diferentes combinaciones de sustrato no influyen en la variable número de hojas de molle. Con respecto a los tratamientos pre-germinativos hubo diferencias altamente

significativas, esto indica que el uso de tratamientos pre-germinativos influye en la variable altura de plántula en molle.

En cuanto a la interacción de factores combinación de sustratos con tratamientos pre-germinativos observamos que no hubo diferencias significativas. Así mismo el coeficiente de variación es de 11, 54 % lo cual indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

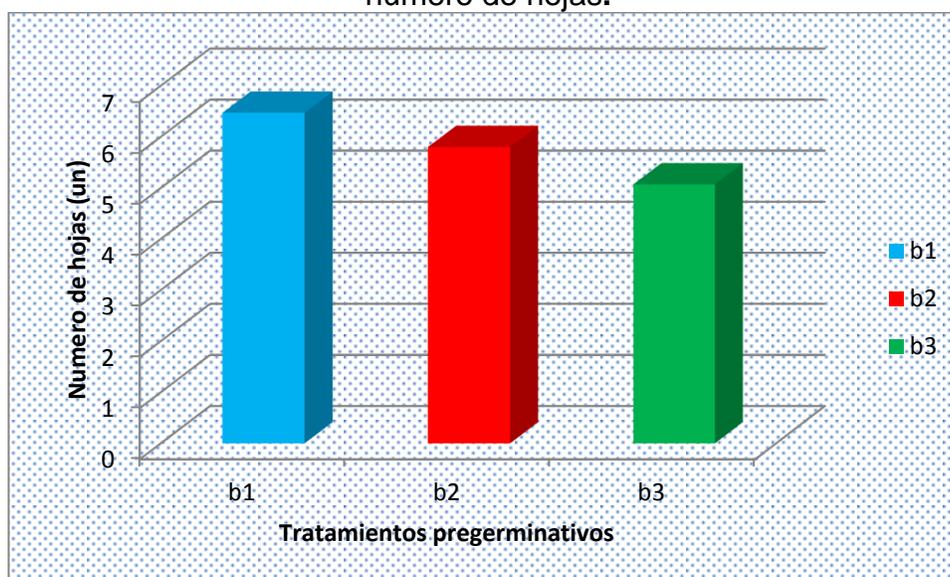
Tabla 12. Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable número de hojas.

Factor b	Medias (un)	Duncan a (5 %)
b1 = 1 min de remojo en agua hirviendo	6,47	A
b2 = 45 seg de remojo en agua hirviendo	5,8	B
b3 = 4 horas de remojo en agua caliente	5,07	C

(Fuente. Elaboración propia)

La comparación de resultados mediante la prueba Duncan (Tabla 12) a un nivel de significancia del 5 %, muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos b1 (1 min de remojo en agua hirviendo) con el mayor promedio en número de hojas 6,47, respecto al tratamiento b2 (45 segundos de remojo en agua hirviendo) con un promedio de 5,9 y en como el menor promedio de numero de hojas el tratamiento b3 con promedio de hojas de 5,07.

Grafico 3. Prueba de medias Duncan en Tratamientos pre-germinativos para el numero de hojas.



Como se puede observar en el (Grafico 3), el tratamiento pre-germinativo b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo) es el que tuvo mejor respuesta en la variable número de hojas entre las plántulas con un promedio de 6 hojas, seguido del tratamiento b2 (45 segundos de remojo en agua hirviendo) con 5 hojas, no obstante el tratamiento pre-germinativo b3 (4 horas de remojo en agua caliente) obtuvo el menor promedio de 4 hojas. Como la semilla fue sometida en agua caliente, induce el ablandamiento de la testa en un tiempo menor el cual permitirá que la semilla germine para después emerger dando de esta manera lugar a la aparición de los primeros cotiledones. Los cotiledones realizaran el proceso de fotosíntesis incrementando de esta manera el número de hojas debido a la transformación de energía lumínica en energía química.

Según (Marca, 2001) la materia orgánica incrementa la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio y otros nutrientes.

6.2.4 Determinación de diámetro de tallo

En la tabla 13 se puede observar el análisis de varianza de la variable diámetro de tallo, se midió con la ayuda de un vernier en el cuello del tallo.

Tabla 13. Análisis de varianza para Diámetro de tallo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
C. Sustrato	2	4,00E-05	2,00E-05	0,23	0,7951	N.S.
Trat. Preg.	2	0,09	0,05	543,31	<0,0001	**
C.Sustrato * Trat.Preg.	4	3,50E-04	8,70E-05	1	0,4203	N.S.
Error	36	3,10E-03	8,70E-05			
Total	44	0,1				

(Fuente. Elaboración propia)

CV= 5,50 %

* Significativo

** Altamente significativo

N.S. No Significativo

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 13), con respecto a la Combinación de sustratos no hubo diferencias significativas, lo que indica que entre el uso de diferentes combinaciones de sustrato, no influyen en la variable diámetro de tallo de molle. Con respecto a los tratamientos pre-germinativos hubo diferencias altamente

significativas, esto indica que el uso de tratamientos pre-germinativos influyen en la variable diámetro de tallo.

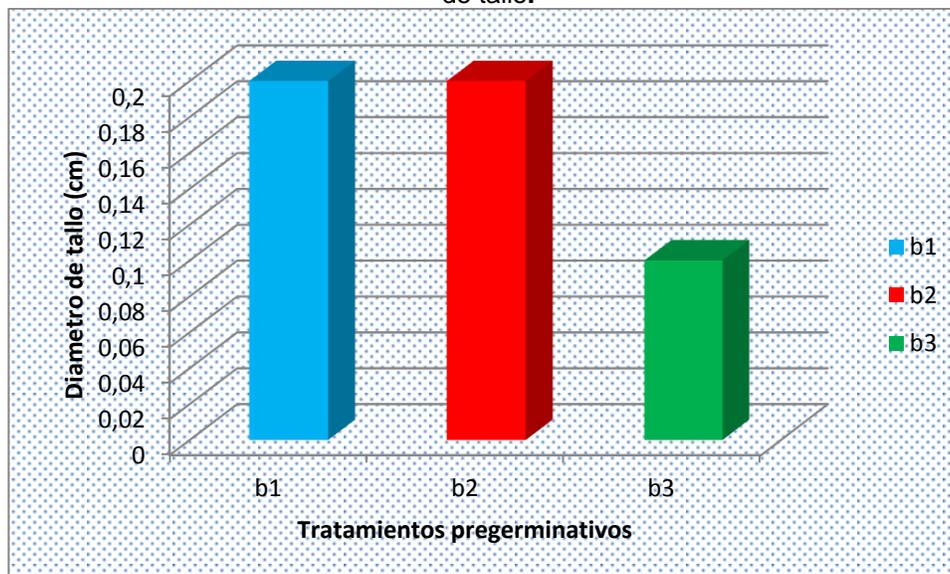
En cuanto a la interacción de factores combinación de sustratos con tratamientos pre-germinativos observamos que no hubo diferencias significativas. Así mismo el coeficiente de variación es de 5, 50 % lo cual indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 14. Prueba de medias Duncan en tratamientos pre-germinativos de la variable Diámetro de tallo.

Factor b	Medias (cm)	Duncan a (5 %)
b1 = 1 min de remojo en agua hirviendo	0,2	A
b2 = 45 seg de remojo en agua hirviendo	0,2	A
b3 = 4 horas de remojo en agua caliente	0,1	B

En la prueba de medias de la tabla 14 y grafico 4, muestra que la aplicación de los tratamientos pre-germinativos b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo) y b2 (45 segundos de remojo en agua hirviendo) presentaron mayor diámetro de tallo con un valor de 0,20 cm y por último el tratamiento pre-germinativo b3 (4 horas de remojo en agua caliente) que obtuvo un menor promedio de 0,10 cm de diámetro de tallo.

Grafico 4. Prueba de medias Duncan en Tratamientos pre-germinativos para el Diámetro de tallo.



En campo se observó que las diferencias entre el diámetro de tallo fueron mejor con el tratamiento b1 y b2 que presentaron mayor diámetro de tallo lo cual representa mayor vigor con respecto al tratamiento b3.

Según (Delgado, 1999) el diámetro del cuello de la raíz para todas las especies, indica el vigor de la plántula para su desarrollo, que es lo que se busca en toda producción vegetal.

Al respecto (Apaza, 2011) en el cultivo de *Paraserianthes lephanta* obtuvo los siguientes resultados en la variable diámetro de tallo, obtuvo una diferencia entre a2 (sumersión en agua hirviendo durante un minuto) con un promedio de 1,41 mm de diámetro en comparación a los tratamientos a3 (sin ningún tratamiento) con un diámetro de 1,35 mm y a1 (remojo en agua fría durante 72 horas) con un diámetro de 1,33 mm. Sin embargo no existieron diferencias significativas en los tratamientos a3 y a1, mientras que a2 respecto a a3 y a1 si presentaron diferencias significativas.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados para la presente investigación y considerando los resultados del análisis estadístico, además de las observaciones hechas en campo y laboratorio se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En la determinación de las características de calidad de semillas de molle (*Schinus areira* L.), mostraron valores reales de 85,15 % de pureza, 28500 semillas por kilogramo y 87 % de germinación con la aplicación de tratamiento pre-germinativo de 1 minuto de remojo en agua hirviendo, mientras que el tratamiento pre-germinativo de remojo en agua hirviendo por 45 segundos obtuvo el 80 % de germinación y por último el tratamiento de remojo en agua caliente por 4 horas obtuvo un 63 % de germinación.
- Durante la siembra de la semilla de molle (*Schinus areira* L.), en campo la germinación en mayor cantidad fue para el tratamiento b1, el mismo que tenía como tratamiento pre-germinativo 1 minuto de remojo en agua hirviendo con un promedio de 82,02 %.
- En la altura de planta se notó la superioridad del tratamiento b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo) registrando una altura promedio de 8,75 cm, seguido del tratamiento b2 (45 segundos de remojo en agua hirviendo) con un promedio de 8,66 cm y por último el tratamiento b3 (4 horas de remojo en agua caliente) con un promedio de 6,64 cm de altura.
- Durante el crecimiento de las plantas el tratamiento b1 (1 minuto de remojo en agua hirviendo) tuvo un efecto positivo en el desarrollo de hojas, llegando a obtener 6 hojas por planta.
- En cuanto al diámetro de tallo de las plantas de molle (*Schinus areira* L.), los tratamientos b1 y b2 fueron los que mostraron mejor desarrollo con un promedio 0,20 cm, respecto al tratamiento b3 que presentó un promedio de 0,10 cm.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se tienen las siguientes recomendaciones.

- Continuar con las investigaciones que permitan acelerar el porcentaje de germinación y el desarrollo rápido de plántulas, en la especie de *Schinus molle* L.
- Mantener limpios los espacios entre tratamientos, de esta manera evitar el desarrollo de malas hierbas.
- Se recomienda la implementación de esta especie, en la reforestación debido a que es una especie nativa que además de mantener la fertilidad del suelo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AGROFLOR. (2013). *Manual de lombricultura*. Villa Rica, Chile.
- Aguilar, I. (1996). *Relación de los aspectos de la flora útil*. Guatemala.
- Aguilar, I. (1999). *Relación de unos aspectos de la flora útil. Segunda edición*. Guatemala.
- Allan, T.G. y Chapman, G.W. (1984). *Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales*. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma, Italia.
- Altuve, S. (2003). *Curso sobre germinación de semillas. Control interno de calidad* . Bueno Aires, Argentina.
- Apaza, I. (2011). *Evaluación del efecto de tres tratamientos pre-germinativos en tres tipos de sustratos en la germinación de Paraserianthes lophanta en el centro experimental de Cota cota de la UMSA* . La Paz, Bolivia .
- Ayala, A. (2011). *Establecimiento de Cultivo in vitro de Molle (Schinus areira L.) a partir de Yemas Axilares Tomadas de Plantas Madre como una Herramienta para la Propagación de la Especie en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador .
- Bermejo, J. Z., y Pasetti, F. B. (1985). *El árbol en apoyo de la agricultura; sistemas agroforestales en la sierra peruana*. Lima, Perú.
- Betancourt, A. (2002). *Silvicultura especial de arboles maderables tropicales* . Habana, Cuba: Editorial científico técnico.
- Bonner, F. T. (1993). *Análisis de Semillas Forestales*. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales . Chapingo, México.
- Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico del Suelo*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente . República Dominicana.
- Calderon, A. (2006). *Sustratos Agrícolas*. Chile .
- CATIE. (2000). (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) *Proyecto de semillas forestales. Técnicas para la germinación de semillas forestales*. Turrialba, Costa Rica .
- Chilon, E. (1986). *Edafología: práctica de campo y laboratorio* . La Paz-Bolivia: Publicaciones Phawañani.
- Cozzo, D. (1956). *Como utilizar la madera de los árboles cultivados* . Buenos Aires, Argentina .

- Delgado, M. (1999). *Evaluación de sustratos, calidad de agua y dosis de riego en la producción de plántulas de Cupressus, en el vivero de Chimboco. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero agrónomo UMSS*. Cochabamba-Bolivia .
- Donoso, C. (1993). *Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica*. Santiago de Chile .
- Doria, J. (2010). *Generalidades sobre las semillas su producción, conservación y almacenamiento*. Riobamba, Ecuador .
- FAO. (2009). *Guía para la manipulación de semillas forestales, compilado por William para el Centro de Semillas Forestales DANIDA, Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Vialedelle di Caracalla,*. Roma- Italia .
- Ferreira, O. (1985). *Técnicas de Viveros Forestales con referencia especial a Centro América. Escuela Nacional Ciencias Forestales*. . Siguatepeque-Honduras.
- Flinta, M. (1960). *Prácticas de Plantación Forestal en America Latina* . Roma, Italia .
- Fossati, J. y. (1996). *Programa de redoblamiento-forestal. Prefectura Inter-Cooperación. COTESU. Sustratos en Viveros Forestales*. Cochabamba, Bolivia .
- Gade, D. W. (1986). *Plantas, el hombre y la tierra en el Valle peruano de Vilcanota* . Vilcanota, Perú.
- Hartmann, H. y Kester, D. (1988). *Propagación de plantas*. . México D.F.: Continental.
- Herrera, F. L. (1941). *Sinopsis de la Flora de Cusco*. Lima, Perú.
- Huchani, M. y Carvajal, M. (2005). *Conservación de suelos y fertilidad: Producción de plantines forestales. Serie agricultura sostenible*. La Paz, Bolivia .
- Jara, L. (1996). *Biología de semillas forestales. Serie nº 36* . Tumulba- Costa Rica .
- Juscafresa, B. (2000). *Jardinero de fin de semana. Primera edición*. Barcelona, España : AEDOS.
- Kemperman. (1991). *The Multipurpose and Shrub Database. An Information and Decision-Support System. Manual, versión 1.0*. Nairobi, Kenia .
- Lara, R. (1988). *Manual de dendrología Boliviana. Centro de investigación de la capacidad de uso mayor de la tierra*. . La Paz, Bolivia .
- Lenin, P., y Valdebenito, H. (2000). *Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador* . Quito, Ecuador : Artes Gráficas.

- Llanos, S. (2012). *Extracción y Caracterización del Aceite Esencial de Molle (Schinus areira L.)*. Tesis de Grado Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias . Tacna, Perú .
- Marca, G. (2001). *Germinación y crecimiento en vivero de dos especies forestales* . Lima, Perú.
- Mendez, J. y Cárdenas, P. . (2009). *Implementación de buenas prácticas ambientales, agroforestales y productivas* . Cobija, Bolivia .
- Navarro, R. y Pemán, J. . (1997). *Apuntes de producción de planta forestal*. Córdoba, España .
- Niembro, R. y Fierros, G. (1990). *Factores ambientales que controlan la germinación de las semillas forestales*. Chapingo, México.
- Nina, M. (1999). *Especies Forestales potenciales para plantaciones en Bolivia. Serie Técnica II. Proyecto de coordinación e implementación del plan de acción forestal para Bolivia (FAO-GCP/BOL/028/NENT)*. La Paz-Bolivia : Artes graficas Sagitario .
- Ochoa, R. (2009). *Apuntes Diseños Experimentales, Docencia Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés* . La Paz, Bolivia.
- Olivera, T. y Fossati, J. (1996). *Sustratos en viveros forestales. Programa de repoblamiento forestal. Segundo número*. Cochabamba, Bolivia.
- Padilla, M. S. (1983). *Manual del Viverista. Centro de Investigación y Capacitación Forestal* . Cajamarca- Perú.
- Pajares, U. y Gonzales , C. (1996). *Manual de Producción de Plantas Forestales* . Cajamarca, Perú: Futurama SRL .
- PDMLP. (2011). *Plan de Desarrollo Municipal de La Paz* . La Paz, Bolivia.
- Peretti, A. (1994). *Manual para análisis de semillas*. . Buenos Aires, Argentina: Emisferio Sur S.A.
- Poulsen, K. (1993). *Analisi de semilla. CATIE*.
- Pretell, J. (1985). *Apuntes sobre algunas especies nativas de la sierra peruana. FAO. Pp 61-64*. Perú.
- Reynel, C. y Marcelo, J. . (2009). *Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Programa Regional ECOBONA, Agencia Suiza de Cooperación Internacional y Fundación Suiza para el Desarrollo y la Cooperación Internacional (INTERCOOPERATION)*. 162 pp.
- Rodriguez, R. P. (1983). *Flora Arbórea de Chile* . Santiago, Chile.
- Ruiz, B. (2002). *Manual de Reforestación para América Tropical*. San Juan, Puerto Rico .

Varela, S. y Arana, V. . (2011). *Latencia y Germinación de Semillas: tratamientos pre-germinativos* . San Carlos de Bariloche, Argentina.

VIFINEX. (2000). *(Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de exportación no Tradicional). Producción de sustratos para viveros*. Costa Rica .

Weberbauer, A. (1945). *El mundo vegetal de los Andes Peruanos* . Lima, Perú.

Zalles, T. (1988). *Manual Anual del Técnico Forestal , Textos de enseñanza de la Escuela Técnica Superior Forestal, ETSFOR, UMSS- GTZ*. Cochabamba-Bolivia.

ANEXOS



Anexo 1. Preparación de almaciguera



Anexo 2. Separación de almaciguera por tratamientos



Anexo 3. Preparación y mezcla de sustrato



Anexo 4. Apertura de hoyos en almaciguera



Anexo 5. Tratamiento pre-germinativo en molle
(*Schinus molle* L.)



Anexo 6. Siembra de molle en almacigueras



Anexo 7. Emergencia y desarrollo de plántulas



Anexo 8. Numero de semillas por kilogramo

