

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE SUSTRATO Y DE TRATAMIENTOS
GERMINATIVOS EN SEMILLAS DEL MOLLE (*Schinus molle*)
EN COTA COTA – LA PAZ**

Presentado por

ANTONIO BERNARDO PARRA VALDEZ

LA PAZ – BOLIVIA

2017

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DE TRES NIVELES DE SUSTRATO Y DE TRATAMIENTOS
GERMINATIVOS EN SEMILLAS DEL MOLLE (*Schinus molle*)
EN COTA COTA – LA PAZ

*Tesis de grado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

ANTONIO BERNARDO PARRA VALDEZ

Asesor:

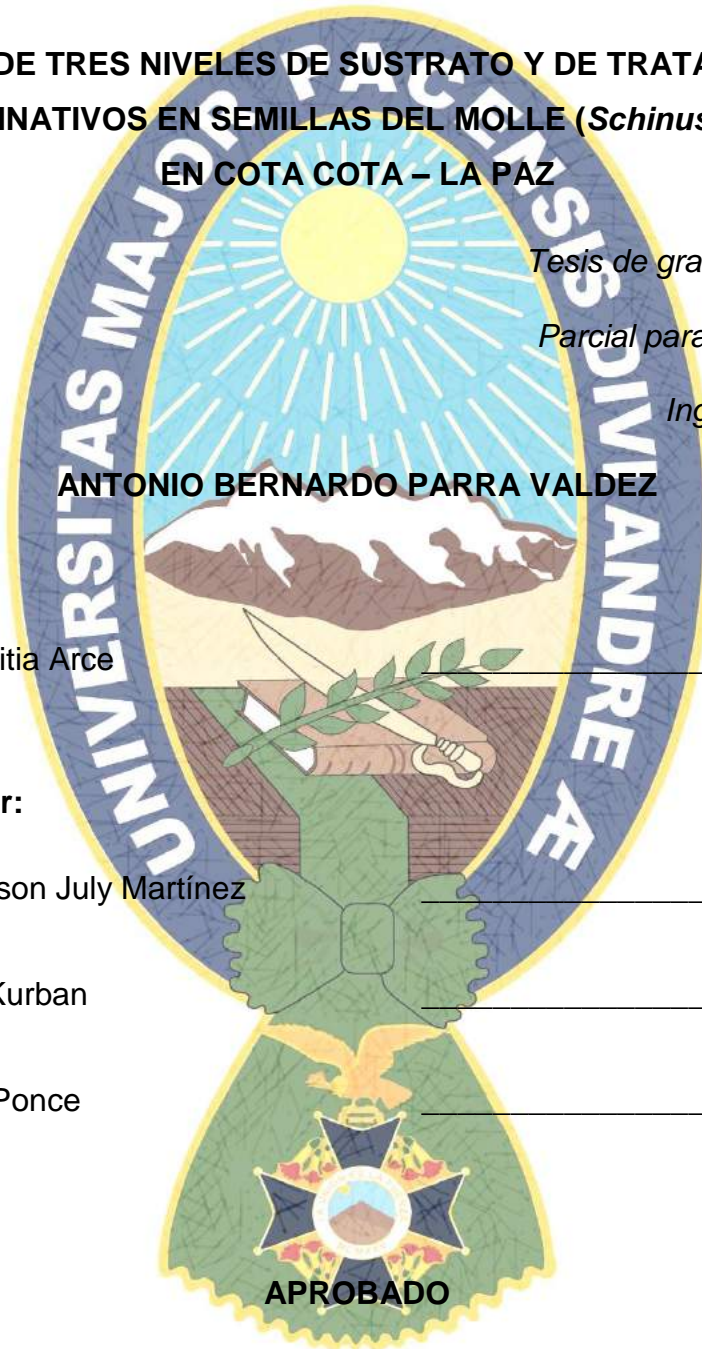
Ing. For. Luis Goitia Arce

Tribunal Revisor:

Ing. M. Sc. Windson July Martínez

Dr. Abul Kalam Kurban

Ing. Félix Rojas Ponce



Presidente del Tribunal Revisor _____

DEDICATORIA

*A mí querido padre (Q.E.D.P.)
Antonio Parra Q. porque ser
padre es la única profesión en la
que primero se otorga el título y
luego se cursa la carrera.
Que no existe en la vida, cariño y
ternura más desinteresada que la
de mi querida madre Martha
Valdez B.*

*“Y que llueva café, al pueblo
Boliviano”*

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis es en agradecimiento:

A ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis padres, Antonio Parra Quispe (Q.E.P.D.) y Martha Valdez Botitana por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera.

A mi Esposa, Sandra Calle Ramos por su comprensión y amor, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

Al tribunal revisor, Ing. M. Sc. Windson July Martínez; Dr. Abul Kalam Kurban y al Ing. Félix Rojas Ponce por sus acertadas observaciones y sugerencias.

A mi Asesor, Ingeniero Luís Goitia Arce por su asesoramiento profesional y la comprensión brindada durante la elaboración del presente trabajo de tesis

Al Ing. Willy Murillo Oporto por su apoyo incondicional.

A todas las personas que colaboraron de manera directa e indirecta con la culminación del presente estudio.

Profundamente agradecido

CONTENIDO

	Páginas
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE ANEXOS	xi
RESUMEN	xiii
SUMARY	xiv

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origen y Distribución Geográfica	4
3.2 Clasificación Taxonómica	4
3.2.1 Nombres Comunes.....	5
3.2.2 Etiología.....	5
3.3 Descripción Botánica del Molle	5
3.3.1 Aspecto General.....	5
3.3.2 Corteza.....	5
3.3.3 Hojas.....	5
3.3.4 Inflorescencia.....	6

3.3.5 Flores.....	6
3.3.6 Frutos y Semillas.....	6
3.4 Ecología del Cultivo del Molle.....	6
3.4.1 Factores Climáticos y Precipitación.....	6
3.4.2 Suelo, Topografía y Altitud.....	7
3.5 Fenología del Molle.....	7
3.6 Propagación del Molle.....	7
3.6.1 Propagación Sexual del molle.....	7
3.6.2 Propagación Asexual del molle.....	7
3.7 Regeneración Natural.....	8
3.8 Manejo y Silvicultura del Molle.....	8
3.8.1 Fuente de Semillas del Molle.....	8
3.8.2 Periodos de Recolección de Semillas del Molle.....	8
3.8.3 Recolección de Semillas del Molle.....	9
3.8.4 Obtención y Manejo de las Semillas del Molle.....	9
3.8.5 Recomendación para Almacenamiento de Semillas del Molle.....	10
3.8.6 Porcentaje de Pureza del Molle.....	10
3.8.7 Números de Semillas por Kilogramo del Molle.....	10
3.9 Labores Culturales en la Etapa Germinativa del Molle.....	10
3.9.1 Sanidad de Semillas.....	10
3.9.2 La Siembra de Semillas.....	10
3.9.3 Profundidad de Siembra.....	11
3.9.4 Densidad de la Siembra.....	11
3.9.5 Calidad del Agua de Riego.....	11
3.9.6 Control de la Luz y la Sombra.....	12

3.9.7 Calidad del Sustrato para la Siembra.....	12
3.10 Insectos Plaga y Enfermedades del Molle.....	12
3.10.1 Insectos plaga en almacigo.....	13
3.10.2 Hongos Patógenos.....	14
3.10.2.1 <i>Damping off</i>	14
3.10.2.2 <i>Phytium spp.</i>	14
3.10.2.3 <i>Phytophthora cinnamomi</i>	15
3.10.2.4 <i>Fusarium spp.</i>	15
3.10.3 Métodos de Prevención de Hongos Patógenos.....	15
3.11 Importancia del Molle.....	15
3.11.1 Usos del Molle para el Arbolado Rural.....	15
3.11.1.1 Forraje.....	16
3.11.1.2 Material de construcción.....	16
3.11.1.3 Herramientas.....	16
3.11.1.4 Combustible.....	16
3.11.1.5 Medicina.....	16
3.11.1.6 Artesanía.....	17
3.11.1.7 Cercas vivas.....	17
3.11.1.8 Productos alimenticios.....	17
3.11.2 Usos del molle para el arbolado Urbano.....	18
3.11.2.1 Servicios Ambientales.....	18
3.12 Morfología, Anatomía y Fisiología de la Semilla.....	18
3.12.1 Morfología de la Semilla forestal.....	19
3.12.2 Anatomía de la semilla forestal.....	19
3.12.3 Fisiología de la semilla forestal.....	20

3.13 La Germinación.....	20
3.13.1 Agua.....	21
3.13.2 Aire.....	21
3.13.3 Temperatura.....	21
3.13.4 Luz.....	21
3.13.5 Cambios Bioquímicos.....	22
3.13.6 Tipos de Germinación.....	22
3.13.6.1 Germinación epigea.....	22
3.13.6.2 Germinación hipogea.....	22
3.14 Tratamientos de Germinación de Semilla Forestal.....	22
3.14.1 Dormancia o Latencia.....	22
3.14.2 Tipos de Latencia.....	23
3.14.2.1 Latencia por la cubierta de las semillas o exógena.....	23
3.14.2.2 Latencia morfológica o endógena.....	23
3.14.2.3 Latencia interna.....	24
3.14.2.4 Latencia combinada morfo fisiológica.....	24
3.15 Métodos de Germinación de Semillas Forestales.....	24
3.15.1 Estratificación.....	24
3.15.1.1 Estratificación en frío y húmedo.....	25
3.15.1.2 Estratificación en caliente–frío.....	25
3.15.2 Escarificación.....	25
3.15.2.1 Mecánica.....	25
3.15.2.2 Química.....	25
3.15.3 Lixiviación.....	26
3.15.3.1 Remojo en agua fría.....	26

3.15.3.2 Remojo en agua caliente.....	26
3.16 Sustratos para Viveros Forestales.....	26
3.16.1 Funciones de los Sustratos.....	26
3.16.1.1 Soporte físico de la planta.....	26
3.16.1.2 Suministro de agua.....	27
3.16.1.3 Suministro de nutrientes minerales.....	27
3.16.2 Propiedades Físicas de los Sustratos.....	27
3.16.3 Propiedades Químicas de los Sustratos.....	27
3.16.3.1 Relación carbono nitrógeno.....	27
3.16.3.2 Capacidad de intercambio de cationes (CIC).....	28
3.16.3.3 pH.....	28
3.16.3.4 Salinidad.....	28
3.16.4 Componentes de un Sustrato.....	28
3.16.4.1 suelo.....	29
3.16.4.2 arena.....	29
3.16.4.3 turba.....	29
3.16.5 Sustrato para almacigo.....	29
4. LOCALIZACIÓN.....	30
4.1 Ubicación Geográfica.....	30
4.2 Características Climáticas.....	30
4.3 Vegetación.....	30
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
5.1 Materiales.....	31
5.1.1 Materiales Biológicos.....	31
5.1.2 Materiales De Campo.....	31

5.1.3	Materiales de Escritorio.....	31
5.2	Métodos.....	32
5.2.1	Procedimiento Experimental.....	32
5.2.1.1	Habilitación del almacigo experimental.....	32
5.2.1.2	Preparaciones del sustrato para los tratamientos.....	32
5.2.1.3	Tratamientos germinativos para semillas de molle.....	32
5.2.1.4	Siembras de semillas de molle.....	33
5.2.1.5	Régimen de riego del almacigo.....	33
5.2.1.6	Desinfección de la cama de almacigo.....	33
5.2.1.7	Porcentaje de germinación.....	33
5.2.1.8	Pureza de semillas.....	34
5.2.1.9	Peso de semillas por kilogramo.....	34
5.2.1.10	Contenido de humedad.....	34
5.2.2	Diseño Experimental.....	35
5.2.3	Croquis Experimental.....	36
5.2.4	Variables de Respuesta.....	37
5.2.4.1	Días a la germinación.....	37
5.2.4.2	Altura de planta.....	37
5.2.4.3	Diámetro de tallo.....	37
5.2.4.4	Numero de hojas.....	37
5.2.4.5	Longitud de raíz.....	37
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
6.1	Análisis Físico de las Semillas del Molle.....	38
6.1.1	Porcentaje de germinación de las semillas del molle.....	38
6.1.2	Pureza de las semillas del molle.....	39

6.1.3	Peso en kilogramos de un lote de semillas de molle.....	40
6.1.4	Contenido de humedad de semillas del molle.....	41
6.2	Días a la germinación de las semillas del molle.....	42
6.2.1	Análisis del número de semillas germinadas.....	45
6.2.2	Análisis del porcentaje de semillas germinadas.....	48
6.3	Análisis de la Altura de Tallo.....	49
6.4	Análisis del Número de Hojas.....	54
6.5	Análisis del Diámetro de Tallo.....	57
6.6	Análisis de la Longitud de Raíz.....	58
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
7.1	Conclusiones.....	62
7.2	Recomendaciones.....	65
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS		

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro Nº 1: Tratamientos aplicados a semillas del Molle.....	35
Cuadro Nº 2: Análisis del porcentaje de germinación (%), de un lote de semillas de Molle.....	38
Cuadro Nº3: Análisis de la pureza de las semillas (%), de un lote de semillas de molle.....	39
Cuadro Nº4: Análisis del peso en kilogramos (kg), de un lote de semillas de molle.....	40
Cuadro Nº 5: Determinación de la humedad (%), de un lote de semillas de molle.....	41
Cuadro Nº 6: Análisis de Varianza, para el número (Nº) de semillas germinadas del molle.....	45
Cuadro Nº 7: Prueba del rango múltiple de Duncan para el Factor (a), de la variable número de semillas germinadas.....	46
Cuadro Nº 8: Análisis de Varianza para la altura de tallo (cm) del molle.....	49
Cuadro Nº 9: Prueba del rango múltiple de Duncan para el Factor (b), de la variable altura de tallo (cm).....	50

Cuadro N° 10: Análisis del Efecto Simple, para las interacciones (axb) de la variable altura de tallo (cm), del molle.....	52
Cuadro N° 11: Análisis de Varianza, para el numero de hojas.....	54
Cuadro N° 12: Prueba de rango múltiple de Duncan para el Factor (a), de la variable número de hojas.....	55
Cuadro N° 13: Análisis de Varianza para el diámetro de tallo (mm), en plántulas de molle.....	57
Cuadro N° 14: Análisis de Varianza, para la longitud de la raíz (cm).....	58
Cuadro N° 15. Prueba de rango múltiple de Duncan, para el Factor (a), de la variable longitud de la raíz.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura N° 1: Germinación acumulada por tratamientos, hasta los 90 días...	43
Figura N° 2: Número de semillas germinadas, para el Factor (a) de 3 niveles de sustrato.....	47
Figura N° 3: Porcentaje de germinación de semillas de molle, para todos los tratamientos.....	48
Figura N° 4: Altura de tallo en centímetros (cm), para el Factor (b) de 3 niveles de remojo en agua a temperatura ambiente.....	51
Figura N° 5: Análisis del Efecto Simple para las Interacciones (axb), en la variable altura de tallo (cm).....	53
Figura N° 6: Numero de hojas, para el Factor (a) de 3 niveles de sustrato.....	56
Figura N° 7: Longitud de la raíz, para el Factor (a) de 3 niveles de sustrato...	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Datos meteorológicos

Anexo N° 2: Formulario para la determinación del porcentaje de germinación

Anexo N° 3: Formulario para la determinación del contenido de pureza se
semillas

Anexo N° 4: Formulario para la determinación de peso en kilogramos de un
lote de semillas de molle

Anexo N° 5: Formulario para la determinación del contenido de humedad

Anexo N° 6: Formulario para la determinación de la germinación de semillas
de molle

Anexo N° 7: Formulario para la determinación de altura de tallo

Anexo N° 8: Muestra de formularios para la determinación del número de
hojas

Anexo N° 9: Muestra de formularios para la determinación del diámetro de
Tallo

Anexo N° 10: Muestra de los formularios para la determinación de la
longitud
de la raíz

Anexo N° 11: Fotografías

Fotografía N° 1: Almaciguera como área del estudio

Fotografía N° 2: Desinfección del sustrato con formol al 40%

Fotografía N° 3: Mezcla de los elementos del factor (a), sustratos

Fotografía N° 4: Tratamientos de pre emergencia para el Factor (b)

Fotografía N° 5: Método lineal para la siembra de semillas de molle

Fotografía N° 6: Inicio de la germinación de las semillas de molle

Fotografía N° 7: Plántulas de molle a los 45 días después de la germinación

Fotografía N° 8: Toma de datos para la determinación de altura de Tallo

Fotografía N° 9: Altura de plántulas a los 90 días de la investigación

Fotografía N° 10: Enfermedades bacterianas que afectaron a las Plántulas

Fotografía N° 11: Tratamientos caseros para prevenir el ataque de insectos plaga

Fotografía N° 13: Foto final de la investigación

Anexo N° 12: Análisis físico químico de suelos

RESUMEN

El molle (*Schinus molle* L.) es una especie originaria de Sud América, se multiplica por semilla de modo espontaneo o cultivado, indistintamente en terreno liviano o rocoso. En la Ciudad de La Paz se lo encuentra de forma ornamental, también se pueden observar rodales naturales del molle. En el medio urbano no suelen encontrarse las condiciones adecuadas para el correcto desarrollo de los árboles. La calidad de una plantación forestal urbana, está relacionada con la calidad de las plántulas. Para obtener una plántula de calidad, es necesario contar con un buen material genético, también es indispensable la incorporación de tecnología de producción en vivero.

Para la evaluación del presente estudio, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 factores). El Análisis físico de las semillas, exhibieron un porcentaje de germinación de 90%, como también, el nivel de pureza de 89,98%. El peso de las semillas de molle, resultó ser de 0,35 kg. La humedad alcanzó un 8,83%. Así mismo, el porcentaje de supervivencia de las plántulas de molle, expone un total de 86,19% de germinación y con un total del porcentaje de mortandad de 13,2 unidades porcentuales.

El tratamiento 5, compuesto por (1 parte de Tierra del Lugar, 2 partes de Arena y 1 parte de turba, acompañado de un remojo de 7 días en agua a temperatura ambiente), impulsó el desarrollo más acelerado, llegando a germinar a los 20 días de iniciado la investigación. También infirió en el desarrollo aéreo, obteniendo 4,90 centímetros de altura de tallo.

El factor (a2), compuesto por (1 parte de tierra del lugar, 2 partes de arena y 1 parte de turba), influyó en el número de semillas germinadas y posterior desarrollo del molle, donde el sustrato, obtuvo una germinación en promedio de 34 semillas.

SUMMARY

Molle (*Schinus molle* L.) is a native species of South America, is multiplied by seed spontaneously or cultivated, indifferently in light or rocky terrain. In the City of La Paz is found ornamental, you can also observe natural stands of molle. In the urban environment the conditions for the correct development of the trees are not usually found. The quality of an urban forest plantation is related to the quality of the seedlings. To obtain a quality seedling, it is necessary to have a good genetic material, it is also indispensable the incorporation of production technology in nursery.

For the evaluation of the present study, a completely randomized design with factorial arrangement (2 factors) was used. The physical Analysis of the seeds, exhibited a percentage of germination of 90%, as well as the purity level of 89.98%. The weight of the molle seeds was 0.35 kg. The humidity reached 8.83%. Likewise, the percentage of survival of molle seedlings, shows a total of 86.19% of germination and with a total percentage of mortality of 13.2 percentage units.

Treatment 5, composed of (1 part of Land of Place, 2 parts of Sand and 1 part of peat, accompanied by a soak of 7 days in water at room temperature), promoted the most accelerated development, reaching germinate at 20 Days of the initiation of the investigation. He also inferred in aerial development, obtaining 4.90 centimeters of stem height.

The factor (a2), composed of (1 part of land of the place, 2 parts of sand and 1 part of peat), influenced in the number of germinated seeds and later development of the molle, where the substrate, obtained a germination in average of 34 seeds.

1. INTRODUCCIÓN

El molle (*Schinus molle* L.) es una especie originaria de Sud América, un árbol que se presenta majestuoso por su gran estatura, en algunas regiones puede alcanzar hasta 15 metros de altura, mantiene su copa permanentemente de color verde, se multiplica por semilla de modo espontaneo o cultivado indistintamente en terreno liviano como rocoso.

Es especie prioritaria en la reforestación de áreas muy degradadas, soporta sequias, heladas, suelos ligeramente salinos y se utiliza en el control de la erosión del suelo.

Los Tarijeños de las áreas rurales, lo han calificado como una de las principales especies forestales para uso múltiple como ser: forrajero, material de construcción, para herramientas, etc., esta hermosa especie contiene propiedades medicinales, propiedades alimenticias y como uso de fertilizantes.

En la Ciudad de La Paz, se lo encuentra de forma ornamental, también se pueden observar rodales naturales del molle. En el medio urbano no suelen encontrarse las condiciones adecuadas para el correcto desarrollo de los árboles.

Cada árbol cuenta con una serie de características que lo vuelven apto o no para el ajetreo de la ciudad. Si se busca un buen efecto estético, con bajo costo y escaso mantenimiento, el molle cumple con las mencionadas cualidades como árbol urbano.

La calidad de una plantación forestal urbana, está relacionada con la calidad de las plántulas. Para obtener una plántula de calidad no solo es necesario contar con un buen material genético, también es indispensable la incorporación de la tecnología adecuada en el proceso de producción.

En tal sentido el sustrato en el que la planta desarrolla sus primeros estadios de vida, es un elemento tecnológico fundamental para la obtención de plantas de calidad.

Dentro de la tecnología en viveros, existe una falta de conocimientos eficientes de los tratamientos pre germinativos de las especies, originando demora y des uniformidad germinativa, reflejando problemas de evaluación de la calidad fisiológica

de las semillas, por tanto la presente investigación tiene por objeto mejorar la producción del molle en viveros forestales.

Ossio, (2010) quien realizó estudios en molle en tres niveles de turba, demostró que el sustrato (3 partes de turba; 2 partes de tierra; 1 parte de arenilla), registró valores de emergencia del 81%. Como también, en dos tratamientos pre germinativos, demostró que el tratamiento pre germinativo de remojo en agua caliente durante 48 horas, alcanzó mejores resultados en cuanto a la emergencia en campo.

La aplicación de los sustratos y tratamientos pre germinativos en los viveros del Centro Experimental de Cota cota, constituyen una opción válida para aumentar la producción y poder conservar la variación genética.

Es indispensable conocer, los servicios ambientales que brindan los árboles y mejorar las especies nativas para el aumento de producción en los viveros forestales.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar los efectos de tres niveles de sustrato y tres clases de tratamientos germinativos en semillas de molle (*Schinus molle*) en Cota cota – La Paz.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar los análisis físicos de las semillas del molle (*Schinus molle*).
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos en la germinación de semillas del molle (*Schinus molle*).
- Determinar el efecto de los pre tratamientos germinativos en las semillas del molle (*Schinus molle*).
- Analizar las interacciones de los sustratos y pre tratamientos germinativos en semillas del molle (*Schinus molle*).

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen y Distribución Geográfica

El Molle (*Schinus molle* Linneo) es una árbol originario del área andina (Perú, Bolivia y Ecuador). Después de la conquista fue llevado por los españoles a Centroamérica (Orozco, 2013).

A nivel país se distribuyen en 2 regiones, la más extendida en los departamentos de Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija. También se encuentra en las faldas orientales de los Yungas de La Paz y algunos valles profundos como Apolo, Consata, La Paz y Ayopaya (Killen *et al.*, 1993).

Los mismos autores mencionan que la distribución geomorfológica del molle, en la terminología nacional, frecuentemente llevan nombres como “Valles Meso térmicos, Valles Semiáridos o Montes Espinosos”, propios de las partes bajas (La Paz). Mientras que en las partes altas se refieren como “sub puna y pre puna” en las cabeceras de valle.

3.2 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica del molle ha sido descrita por Llanos, (2012) y es como sigue:

Reino:	<i>Plantae</i>
Phyllum:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Rosidas</i>
Orden:	<i>Sapindales</i>
Familia:	<i>Anacardiaceae</i>
Género:	<i>Schinus</i>
Especie:	<i>S. molle</i> L.

3.2.1 Nombres Comunes

En América habitualmente se le denomina a la especie: molle, (Bolivia); mulli, huiñan, cullash, aguaribay (Argentina); falsa pimienta (Perú); aroeira, bálsamo sanalotodo (Colombia); bálsamo, terebinto, anacahuita (Uruguay), aroeirá vermelha (Brasil); árbol del Perú, pirwu, pirú (México); pippertree (Estados Unidos). De todos ellos los más difundidos son: aguaribay y molle (Llanos, 2012).

3.2.2 Etiología

Schinus es el nombre, de origen para designar lentisco; fue aplicado al pimentero falso, porque produce una resina olorosa muy similar a la del lentisco. Molle fue un antiguo nombre genérico para esta, deriva del nombre quechua mulli y no del latín molle (Orozco, 2013).

3.3 Descripción Botánica del Molle

3.3.1 Aspecto General

Es un árbol de tamaño pequeño a mediano. Mide en promedio de 3 m a 5 m de altura y su tronco tiene de 20 cm a 60 cm de diámetro. Es coposo y tiene el follaje siempre verde, con la copa globosa desde el primer al segundo tercio. El fuste suele ser muy robusto y nudoso (Reynel y Marcelo, 2009).

3.3.2 Corteza

Reynel y Marcelo, (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.

3.3.3 Hojas

Las hojas del molle son compuestas, aromáticas, folíolos oblongos, imparipinnados, borde de los folíolos aserrado, nervadura pinatinerva (Vaca y Flores, 2009).

3.3.4 Inflorescencia

Killen *et al.*, (1993) aclaran que la inflorescencia es paniculada y son axilares, aunque a veces dan la apariencia de terminales, de 8 cm a 15 cm (raramente 20 cm) centímetros de largo, con escasos y pequeños pelos; las brácteas son deltoides, con pelos en el dorso y en el margen; los pedicelos de unos 2 mm de largo, presentan escasos pelos.

3.3.5 Flores

Vaca y Flores, (2009) determinan que sus flores son de color blanco amarillento merdoso, pequeñas y hermafroditas, agrupadas en racimos compuestos (panículas).

3.3.6 Frutos y Semillas

Los frutos son en forma de drupa de color rosa purpurina, de 4 a 6 mm de diámetro pequeño, carnoso durante su desarrollo, seco en la madurez, globoso y con una semilla. El fruto es picante (Killen *et al.*, 1993).

Killen *et al.*, (1993) enuncian que son de color negras, rugosas, redondeadas de 3 hasta 5 mm de diámetro. Reynel y Marcelo, (2009) manifiestan que solo cuentan con una sola semilla y poseen un fuerte olor resinoso al estrujar.

3.4 Ecología del Cultivo del Molle

3.4.1 Factores Climáticos y Precipitación

Ayala, (2011) define que el molle alcanza su mejor desarrollo con precipitaciones entre 250 – 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. Tolera vientos salinos, es resistente a los vientos y vive alrededor de 100 años.

3.4.2 Suelo, Topografía y Altitud

Vaca y Flores, (2009) detallan que crece tanto en terrenos fértiles como en pobres, arenosos y en lugares de escasa precipitación pluvial. La zona de vida donde pertenece el molle es, bosque seco pre Montano. El rango de altitudinal esta entre 1600 – 2600 metros sobre el nivel del mar.

3.5 Fenología del Molle

Schulte *et al.*, (1992) puntualizan que la floración del molle, tiene su acaecimiento entre los meses de septiembre y diciembre. Dentro del fructificado se manifiesta, del mes de enero, hasta el mes de abril y la recolección de semillas se puede realizar entre los meses de abril a los últimos días de julio.

3.6 Propagación del Molle

La propagación del molle, se realiza de dos formas, la reproducción de tipo asexual y la segunda forma es la reproducción de tipo sexual (Llanos, 2012).

3.6.1 Propagación Sexual del molle

Según Navarro y Gálvez, (2001) las plantas superiores se reproducen en su mayor parte mediante semillas, recurriendo a este método de reproducción, para garantizar su dispersión y perpetuidad.

Las plantas dan lugar a individuos que comparten características genéticas procedentes de ambos progenitores, lo que suministra la variabilidad genética (Navarro y Gálvez, 2001).

3.6.2 Propagación Asexual del molle

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

3.7 Regeneración Natural del molle

Testimonios de historia natural, indican que el pirú es dispersado por aves (Corkidi *et al.*, 1991). El consumo de frutos por parte de vertebrados, puede involucrar interacciones mutualistas entre plantas y frugívoros, ya que los frutos son obtenidos desde las plantas y sus semillas son eliminadas por las heces en sitios alejados de la planta madre, conocido como dispersión por endozoocoría (Castro *et al.*, 1992).

Por otro lado Corkidi *et al.*, (1991) declaran que el viento, los pájaros principalmente, los que nombran jilgueros y otros, son los que propagaron las siembras porque estas aves engullen el fruto y como la semilla no es digerible, lo expelen intacta y así se comunica de país a país.

3.8 Manejo y Silvicultura del Molle

3.8.1 Fuente de Semillas del Molle

García *et al.*, (2011) aseguran que la selección de árboles semilleros, depende de las características idóneas que son: arboles sanos, vigorosos, con fustes rectos o largos, poca ramificación y alta producción de semillas. Los árboles que cumplen con estas características, son considerados arboles semilleros.

El taller, (2001) recalca que se tiene que seleccionar arboles del molle, que produzcan racimos con semillas de color intenso y que posean aproximadamente hasta un 20% de humedad en la semilla.

3.8.2 Periodos de Recolección de Semillas del Molle

Juárez, (2011) aclara que, para planificar la recolección, es esencial conocer cuando las especies estarán en la fase de dispersión de semillas.

Los datos incluidos en los ejemplares de herbarios u otras fuentes de información, solo entregan una estimación respecto a la etapa de fructificación, es posible que las semillas no estén listas, para recolectar al inicio de ese rango (Juárez, 2011).

La recolección de semillas de molle se puede realizar en dos periodos; la primera se lo realiza del mes de abril, mayo y junio. La segunda se realiza en octubre, noviembre y diciembre (El taller, 2001).

3.8.3 Recolección de Semillas del Molle

Una buena planificación contribuye en gran parte al éxito de las expediciones de recolección de semillas, lo cual influirá directamente en la utilidad de las colecciones. Entre las fuentes útiles de información, se incluyen las bases de datos taxonómicos, las floras, monografías, inventarios y las guías locales de flora (Juárez, 2011).

Terminada la selección del molle, se procede a la recolección de los racimos, utilizando tijeras de poda, para después proceder a colocarlos en saquillos. Si el fruto se cosecha en estado inmaduro (alto porcentaje de humedad); este se arruga y no es recomendable (El taller, 2001).

3.8.4 Obtención y Manejo de las Semillas del Molle

Trujillo, (1989) menciona que para obtener semillas se puede recolectar directamente de las fuentes semilleras, las cuales se pueden dividir según su calidad genética en: huertos semilleros, rodales semilleros y otras fuentes.

Un rodal semillero es una plantación o área de características superiores, de base genética amplia. Estos rodales pueden estar ubicados en bosques naturales o en plantaciones (Trujillo, 1989).

La separación de las semillas del molle, se realiza muy cuidadosamente utilizando herramientas pequeñas como tijeras. Las semillas se someten a un proceso de esterilización a altas temperaturas, para reducir el contenido microbiológico. Luego se dejan secar al medio ambiente, en un lugar protegido de la contaminación. Las semillas deben mantener la cascarilla intacta (El taller, 2001).

3.8.5 Recomendación para Almacenamiento de Semillas del Molle

El almacenamiento de las semillas del árbol del molle, se hace en recipientes de lata o vidrio herméticamente tapados, en un ambiente seco, fresco u obscuro, hasta dos años y sin perder mucho su capacidad regenerativa (Schulte *et al.*, 1992).

3.8.6 Porcentaje de Pureza del Molle

Según Schulte *et al.*, (1992) de la limpieza y el desgrano de los racimos se obtiene una pureza de 90 unidades porcentuales.

3.8.7 Números de Semillas por Kilogramo del Molle

Según Pretell *et al.*, (1989) enuncian que hay una semilla por cada fruto, en un estado seco, la semillas presentan un color que va de marrón a negro. Los frutos tienen un número de 35000 a 50000 semillas por kilogramo.

3.9 Labores Culturales en la Etapa Germinativa del Molle

3.9.1 Sanidad de Semillas

La semilla puede contener impurezas como arena, trozos de fruto, ramillas, etc; por lo que antes de su siembra debe ser limpiada. Los procedimientos de limpieza son muy variables, en función del tamaño de densidad de la semilla y de la cantidad a producir. Se emplean los siguientes procedimientos: aventado, cernido, vibración, flotación y separación centrifuga (Serrada, 2000).

3.9.2 La Siembra de Semillas

La siembra de un lote de semilla forestales tras el tratamiento de germinación, se puede realizar en semilleros, vivero o en campo directamente. En función del lugar de siembra y de la cantidad de semilla a emplear, se procede a la siembra manual (Jiménez, 1994).

El método de siembra en línea se realiza sobre surcos marcados previamente. Los surcos se marcan con una azada o simplemente con un palito, dependiendo del tamaño del almacigo. De todos los tipos de siembra, una vez colocadas las semillas se cubren con una capa de sustrato de espesor variable, según el tamaño de las semillas (Jiménez, 1994).

3.9.3 Profundidad de Siembra

Núñez, (1993) aclara que la profundidad de siembra, depende del tamaño de la semilla forestal, las semillas pequeñas se siembran superficialmente mientras que las grandes se colocan a una profundidad de 1 a 2 cm. Como regla general la semilla se siembra a una profundidad de 1 ½ a dos veces en relación con su tamaño.

3.9.4 Densidad de la Siembra

Serrada, (2000) refuta que la densidad inicial se expresa en cantidad de plantas por unidad de superficie. La densidad de la masa a crear se debe de proponer inmediatamente después de elegir la especie. La densidad inicial se propone en principio, con el marco más homogéneo posible. Es importante tomar en cuenta que, en sus etapas juveniles, la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta.

Codina *et al.*, (2003) argumentan que como dato orientativo se estima una distancia apropiada de 2,5 – 3 cm, para las especies menores y de 5 – 6 cm, para las de mayor desarrollo.

3.9.5 Calidad del Agua de Riego

INTA, (1994) expresa que es uno de los temas más críticos. Debemos contar con una fuente de agua en cantidad permanente, que no sea salada, muy sucia o contaminada, ya que no es agua buena para el vivero. Por cada 1000 plántulas se necesitan entre 350 y 500 litros de agua por semana, según la época del año y la media sombra que se use.

3.9.6 Control de la Luz y la Sombra

En el almacigo la malla de semi sombra, debe dejar pasar el 50% de luz de sol. En la cama de repique la malla de semi sombra debe dejar pasar solo el 50% de la luz del sol y paulatinamente dejar pasar más luz. Faltando 2 meses aproximadamente para que salga al campo, las plantas se ponen a plena luz para que se acostumbren totalmente (IIPQ, 2003).

3.9.7 Calidad del Sustrato para la Siembra

Castillo, (2007) explica que un buen sustrato no debe contener más de uno o tres componentes. La selección de componentes dependerá, de su disponibilidad y costo. Las cuatro funciones del sustrato (soporte de las plantas, aireación, retención de nutrientes y retención de humedad) deben ser consideradas en el desarrollo de la formula. Se necesita la turba como materia orgánica para proveer alta capacidad de retención de humedad y cierta capacidad de intercambio catiónico (CIC) para la retención de nutrientes. Se necesita partículas de textura gruesa como la arena, para facilitar la aireación.

3.10 Insectos Plaga y Enfermedades del Molle

Un factor que puede afectar la salud de un árbol son los insectos plaga. Puede hacerse una distinción útil entre plagas primarias, que primordial y principalmente afectan la salud del árbol, las plagas secundarias que tiene una influencia menos importante y que usualmente afectan arboles ya debilitados por un factor predisponente (FAO, 2008).

Los insectos plagas que se encuentran en los almacigos fueron descritos por Trujillo, (1989) y son los siguientes:

- Los barrenadores o taladores, ocasionan depresión de las cualidades tecnológicas de la madera, debido a deformaciones provocadas en el tronco y las ramas.

- Otras especies, provocan una pérdida productiva vinculada a la disminución del crecimiento de los árboles a causa de defoliaciones sucesivas.
- Otros insectos son vectores de virus, nematodos o de hongos patógenos que producen enfermedades.
- Algunos insectos ocasionan la muerte de las plantas.

3.10.1 Insectos plaga en almacigo

El tipo de daños ocasionados por insectos, especialmente derivados del uso que hacen del recurso vegetal (básicamente alimentación), puede clasificarse en cuatro grupos descritos por Gómez, (1993) que agrupan a distintas formas de alimentación:

- Los insectos plaga chupadores, absorben el contenido de las células casi siempre por el reverso de las hojas, estas se resquebrajan en el anverso, formándose manchas amarillas y plateadas, al final las hojas caen.
- Los insectos plaga masticadores, se alimentan principalmente de hojas, brotes tiernos y de plántulas jóvenes.
- Los Insectos plaga minadores y perforadores, abren agujeros en los tallos, viven y comen dentro de la planta.
- Las Hormigas cortan las hojas para luego trasladarlas a su nido.

Las enfermedades presentes en un vivero, son uno de los agentes que pueden producir daños generalizados, los cuales pueden provocar una reducción del crecimiento, debido a competencia por agua, luz o nutrientes minerales (Juárez, 2011).

3.10.2 Hongos Patógenos

Juárez, (2011) declara que las enfermedades de mayor importancia en los viveros forestales, se originan en la raíz y son causados principalmente por hongos patógenos del suelo.

3.10.2.1 *Damping off*

Trujillo, (1989) manifiesta que este tipo de enfermedad, puede aparecer en cualquier época del año, dependiendo del tipo de suelo y del clima. Los suelos compactados, la alta humedad y pH alcalinos, constituyen la exposición de la enfermedad. La propagación dentro del vivero es especialmente favorable cuando el sustrato se mantiene húmedo, las temperaturas son elevadas y existe demasiada sombra.

El hongo tiene dos formas de infección, que son descritas por Trujillo, (1989) y es como sigue:

- el ataque pre emergente, se presenta en el inicio del desarrollo de la plántula, es decir; el hongo afecta la raíz recién germinada, antes que el tallo salga a nivel del sustrato.
- El ataque post emergente, ataca al tallo tierno, el cuello de la plántula a nivel del suelo queda marchito, presenta un color oscuro con aspecto blando y gelatinoso. Como consecuencia, se produce el tumbamiento de la plántula.

3.10.2.2 *Phytium spp.*

Cuando la semilla de especies susceptibles, se siembra en suelos infestados y son infectados por el hongo, se ablandan, oscurecen, contraen y finalmente desintegran. La infección inicial toma la apariencia de una mancha húmeda y ligeramente ennegrecida que se extiende con rapidez. Las células colapsan y la plántula es invadida por el hongo y muere poco después que se ha iniciado la infestación (Gallegos, 2005).

3.10.2.3 *Phytophthora cinnamomi*

Gallegos, (2005) evidencia como síntoma inicial, las raicillas alimentadoras sufren necrosis y decoloración. Bajo la corteza de la zona del cuello, se puede observar una mancha de color café en el tallo. La mayor mortalidad de plantas se produce en periodos de alta humedad en el suelo y mayor temperatura, por lo que hay mayor posibilidad de observar el daño a comienzos de otoño y primavera.

3.10.2.4 *Fusarium spp.*

Gallegos, (2005) registró que los síntomas en una planta enferma son: pérdida de turgencia de hojas, clorosis, achatarramiento, coloración café del xilema y marchitamiento. Las raíces presentan pudriciones de coloración oscura. Este hongo actúa cuando las temperaturas del suelo y del aire son muy altas especialmente en viveros.

3.10.3 Métodos de Prevención de Hongos Patógenos

Es necesario, plantar árboles y arbustos bien adaptados al sitio de plantación, para que los individuos crezcan vigorosos y sean menos susceptibles a las enfermedades. También se recomienda una fertilización regular, basada en un análisis de suelo, hacer desagües para el escurrimiento del agua y al mismo tiempo evitar el riego excesivo. La aplicación de fungicidas es prácticamente innecesaria, una vez manifestada la enfermedad, pues estos productos actúan como elementos preventivos y no curativos (Gallegos, 2005).

3.11 Importancia del Molle

3.11.1 Usos del Molle para el Arbolado Rural

Los bosques de todo el mundo tienen una función vital, proporcionan numerosos productos esenciales para los habitantes del medio rural y urbano, protegen las cuencas hidrográficas, son el medio de vida de la fauna silvestre y contribuye a estabilizar ecosistemas. Desempeñan un papel económico para aumentar la cantidad de divisas y la renta (FAO, 2008).

Según Morales y Noli, (1997) los campesinos en Tarija lo han calificado como una de las principales especies forestales para uso múltiple, dentro de las cuales se destacan.

3.11.1.1 Forraje

Carrere, (2009) aclara que en la agroforestería, se puede combinar árboles de molle con forrajes. Para ello hay que disponer de espacio suficiente para su buen desarrollo y el de las pasturas. Reúne características de crecimiento y follaje, que la hacen apta para integrar estos tipos de estructuras.

También Morales y Noli, (1997) consideran que el árbol del molle, se puede emplear como forraje sobre todo en época seca.

3.11.1.2 Material de construcción

Del árbol de molle se pueden obtener, madera para la construcción de viviendas, en el área rural es usado como complemento para la edificación de techos (Morales y Noli, 1997). La madera es apreciada para la elaboración de parquet y revestimiento de paredes por su veteado y color (Sánchez, 2011).

3.11.1.3 Herramientas y combustibles

En el campo es usada para la fabricación de herramientas de labranza, como ser mangos de picota (Morales y Noli, 1997). Como también, se emplea la madera del molle en arados, yugos entre otros. En el campo es usada como leña y también es usada para la fabricación de carbón vegetal (Sánchez, 2011).

3.11.1.5 Medicina

Todas las partes del árbol, son utilizadas en medicina popular, incluyendo hojas, cortezas, frutos y semillas. Las hojas y cortezas del tronco, son utilizadas como cicatrizantes y antiinflamatorias. La corteza del tronco produce un exudado resinoso, muy utilizado en terapia popular para el tratamiento de tumores locales (Yueqin, 2007).

Carrere, (2009) señala que la infusión y la decocción de sus hojas en la proporción de 10 al 20 por mil, dan buenos resultados contra la bronquitis. Dos o tres hojas de “anacahuita” en una taza de leche hirviendo, a la que se le adicione azúcar quemada es excelente remedio contra la tos y los resfriados.

De las hojas tiernas del árbol del molle, ayuda para el dolor de estómago. La resina se utiliza como fomento, para heridas e hinchamiento de los pies (Morales y Noli, 1997).

3.11.1.6 Artesanía

Según Urquijo, (1999) los productos artesanales de uso diario, se venden en los mercados locales mientras que la artesanía de valor ornamental suele ponerse en venta en tiendas especializadas concentradas en zonas urbanas.

También Morales y Noli, (1997) sostienen que, de las ramas rectas de árboles de molle, se pueden emplear para hacer canastas.

3.11.1.7 Cercas vivas

Se recomienda para su incorporación a predios ganaderos familiares, como proveedor de sombra y abrigo para el ganado y en cortinas rompe vientos. En hileras de árboles para producción de madera de calidad o en polígonos de sombra y refugio (Carrere, 2009).

3.11.1.8 Productos alimenticios

Ayala, (2011) demuestra que ancestralmente, sus frutos frescos se los usaba para preparar una chicha fermentada muy consumida y apreciada, por lo que se convirtió en un bien importante para el trueque por pescado, ocas, papas deshidratadas y otros bienes.

En cambio, los frutos secos al sol y molidos se usaban como pimienta de manera artesanal (Ayala, 2011).

3.11.2 Usos del molle para el arbolado urbano

Es una importante especie ornamental, para terrenos urbanos. Se planta a orilla de los caminos, en calles, parques y jardines, es uno de los pocos árboles que da verdor al paisaje en la época seca (Eyzaguirre, 2011).

Eyzaguirre, (2011) comenta que el molle cuenta con un potencial atractivo, el cual protege contra el calor y daños del sol, reduce la contaminación por ruidos y mejora la estética urbana. Puede llegar a aumentar el valor de las propiedades de las zonas urbanas.

Según Eyzaguirre, (2011) el molle para el arbolado urbano, puede llegar a reducir la velocidad de viento. Como también, puede llegar a atrapar grandes cantidades de polvo y favorece a la presencia de fauna.

3.11.2.1 Servicios ambientales

Ayala, (2011) aclara que la especie contribuye al control de la erosión, conservando los suelos. Se trata de uno de los pocos árboles que prospera en pedregales, mejora la fertilidad del suelo ya que produce abono verde.

Es considerado como una especie prioritaria en la reforestación de áreas muy degradadas, ya que soporta sequias y helada no muy prolongada. Moderadamente resistente al frío y tolera suelos ligeramente salinos (Ayala, 2011). Es una de las pocas especies que prospera en pedregales y terrenos con pendientes considerables, con capacidad de mejorar el suelo, ya que sus hojas, ramas y frutos constituyen en una buena fuente de materia orgánica.

3.12 Morfología, Anatomía y Fisiología de la Semilla

El conocimiento de la estructura interna y externa de las semillas forestales, es de primordial importancia, ya que sirve de base para determinar que tratamiento y métodos deben aplicarse para su mejor germinación, siembra y obtención de plantas de óptima calidad (Quihspe, 2009).

3.12.1 Morfología de la Semilla forestal

Hartmann y Kester, (1995) sostienen que una semilla está básicamente formada por embrión y su provisión de alimento almacenado, rodeados por las cubiertas protectoras.

En la época en que se separan de la planta, la mayoría de las semillas tiene un contenido de humedad bajo y su metabolismo se encuentra a un nivel reducido (Hartmann y Kester, 1995).

Los mismos autores argumentan que en este estado seco, las semillas se pueden almacenar por largos periodos, transportarse y usarse para propagación en el momento y las condiciones que escoja el propagador.

3.12.2 Anatomía de la Semilla Forestal

El Embrión es la pequeña planta en estado embrionario. Cuando las condiciones son favorables (humedad, calor, oxígeno) se desarrollan, dando lugar a una nueva planta (Hartmann y Kester, 1995).

El embrión está formado por cotiledón, epicotíleo y el hipocotíleo; que son descritos por Hartmann y Kester, (1995).

- Los cotiledones, son hojas de las semillas. Las semillas de las monocotiledóneas; los cotiledones se dirigen y absorben alimentos del endospermo o lo almacenan.
- El epicotíleo, contiene células meristemáticas, que crecen para formar el tallo cuando la semilla germina. La punta del epicotíleo en crecimiento se llama plúmula.
- El hipocotíleo, es el espacio entre la radícula y la plántula. Se divide a la vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula.

El Endospermo o albumen en las monocotiledóneas está constituido por almidón, conformado casi la totalidad de las semillas. A veces esta reserva se encuentra incluida en los cotiledones, como ocurre en el caso de las dicotiledóneas. El Epispermo es la cubierta exterior, está formada por la testa (Quihspe, 2009).

3.12.3 Fisiología de la Semilla Forestal

La maduración de las semillas, comprende una serie de transformaciones morfológicas y culminan en el punto en que las semillas alcanzan el máximo de peso de materia seca; en el punto la semilla, obtiene también un máximo poder germinativo (Hartmann y Kester, 1995). La humedad del óvulo por efecto de la fertilización, es de cerca del 80%, luego de la fertilización la humedad aumenta a medida que las semillas se desarrollan, hasta entrar en equilibrio con el ambiente entre un 14 y un 20% de humedad.

3.13 La Germinación

Fisiológicamente, la germinación es la transformación de un embrión de una plántula. Como también, la germinación es la reanudación del metabolismo, el crecimiento que antes fueron suspendidos. Bioquímicamente, la germinación es el paso del eje embrionario a un estado de continuo, que fue temporalmente suspendido. Al empezar la germinación, la radícula sale en primer lugar hacia el micrópilo y perforando la testa, se introduce en la tierra produciendo las raíces, el hipocotílo se extiende y hace que la semilla emerja del suelo (Llanos, 2012).

La semilla inicia su germinación bajo ciertos factores internos. La semilla debe estar viva y bien constituida, el embrión de una semilla generalmente es capaz de permanecer vivo durante un largo periodo de tiempo y a esta capacidad se le llama viabilidad de la semilla. La semilla debe estar madura, aptitud de la semilla para germinar. La semilla debe estar permeable (De La Cuadra, 1993).

Hay factores externos ambientales, que son condiciones indispensables para la germinación y son las siguientes (Llanos, 2012).

3.13.1 Agua

Ninguna semilla puede germinar sino esta en presencia de agua, las semillas por lo general tienen un contenido de agua relativamente bajo y los procesos fisiológicos para la germinación ocurren solo cuando la proporción de agua ha aumentado. El agua penetra en la semilla por un proceso de imbibición que produce al poco tiempo aumento del volumen (Llanos, 2012).

Se destacan una serie de cambios, el embrión respira rápidamente y empieza a crecer tomando el alimento que ha estado almacenando en las semillas o en otro caso lo toman de los cotiledones, toda esta actividad tiene como consecuencia el rompimiento de los tegumentos, con esto el embrión se libera y reanuda su desarrollo (Llanos, 2012).

3.13.2 Aire

Llanos, (2012) evidencia que es de gran importancia ya que las semillas respiran rápidamente y es necesario para llevar a cabo las reacciones químicas que transforman las reservas. Los fenómenos respiratorios se intensifican a medida que la plántula se desarrolla.

3.13.3 Temperatura

La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce y la temperatura máxima aquella por encima de la cual se anula el proceso. La temperatura óptima, intermedia entre ambas, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible (Llanos, 2012).

3.13.4 Luz

Según De La Cuadra, (1993) en muchos casos las semillas germinan indiferentemente, bajo la luz o en la oscuridad. Sin embargo, muchas semillas solo germinarán en presencia de luz, mientras que la germinación de otras es fuertemente inhibida por efecto de la misma.

3.13.5 Cambios Bioquímicos

Durante la germinación de las semillas, ocurren una serie de cambios bioquímicos, que consiste principalmente en: la solubilización de los azúcares, proteínas y grasas de reserva, que sufren variaciones en su conformación para poder ser asimilados (Aguilar *et al.*, 2000).

3.13.6 Tipos de Germinación

3.13.6.1 Germinación epigea

Los cotiledones emergen del suelo, debido a un considerable crecimiento del hipocotíleo. Posteriormente, los cotiledones se diferencian de los cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos. Finalmente, comienza el desarrollo del epicotíleo (Hartman y Kester, 1995).

3.13.6.2 Germinación hipogea

Los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocotíleo es muy corto prácticamente nulo. El hipocotíleo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas (Hartman y Kester, 1995).

3.14 Tratamientos de Germinación de Semilla Forestal

Las semillas de muchas especies forestales germinan normalmente, cuando están sujetas a condiciones favorables de humedad y temperatura. Cuando las semillas no germinan bajo estas condiciones, sufren de latencia que pueden ser un retraso en la germinación (Aguilar *et al.*, 2000).

3.14.1 Dormancia o Latencia

Según Llanos, (2012) la dormición (también llamada latencia o letargo) se define como el estado en el cual una semilla viable y madura no germina, aunque los factores externos sean favorables para hacerlo, aunque las condiciones de temperatura, humedad y concentración de oxígeno sean las adecuadas.

El mismo autor señala que la semilla está especialmente adaptada para la dispersión de la especie, por tanto, cualquier mecanismo que tienda a posponer, diferir o escalonar la germinación en el tiempo, facilitara una máxima dispersión o un alto valor evolutivo.

3.14.2 Tipos de Latencia

La latencia puede ser considerada como un mecanismo utilizado por la planta, para garantizar la supervivencia de la especie. La latencia puede manifestarse de las siguientes maneras (Aguilar *et al.*, 2000).

3.14.2.1 Latencia por la cubierta de las semillas o exógena

Latencia física, tiene las características de un número de especies de plantas (Varela y Arana, 2011).

La cubierta seminal o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla, son impermeables. El embrión está encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aun con temperaturas elevadas (Varela y Arana, 2011).

Varela y Arana, (2011) argumentan que las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión expanda durante la germinación, que pertenecen a la latencia mecánica. Latencia química, corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

3.14.2.2 Latencia morfológica o endógena

Según Aguilar *et al.*, (2000) se pueden conocer también como, latencia morfológica, debido a que una condición morfológica de la formación de la semilla. En otros casos se debe a una testa o cubierta muy dura lo que impide la penetración del agua y el aire, por tal motivo impide que se pueda dar inicio al proceso de germinación.

3.14.2.3 Latencia interna

En muchas especies la latencia es controlada internamente, en el interior de los tejidos. En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados (Varela y Arana, 2011).

El primero es el control ejercido por la semi permeabilidad de las cubiertas de las semillas y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento húmedo (Varela y Arana, 2011).

3.14.2.4 Latencia combinada morfo fisiológica

Consiste en la combinación de su desarrollo del embrión, con mecanismos fisiológicos inhibidores fuertes. Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena (Juárez, 2011).

3.15 Métodos de Germinación de Semillas Forestales

Según Juárez, (2011) la mayoría de las semillas de especies forestales, responde mejor a la germinación si se somete a ciertos tratamientos, que estimulan y activan fisiológicamente las células germinales y en ciertos casos ayudan al rompimiento del letargo.

Dependiendo de su estructura, se tienen experiencias de tratamientos que rompen la barrera física de las estructuras vitales y permiten la hidratación, con lo cual se crean las condiciones para que inicie el proceso de formación de tejidos radicales y aéreos (Juárez, 2011).

3.15.1 Estratificación

Consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El periodo de estratificación varía según la especie. Se utiliza para superar latencia proveniente del embrión (Juárez, 2011).

3.15.1.1 Estratificación en frío y húmedo

Serrada, (2000) asegura que es una mezcla de un material inerte humedecido; para después, proceder a conservarlo en un frigorífico a temperaturas de alrededor de 4°C durante un tiempo que suele oscilar entre 60 y 90 días.

3.15.1.2 Estratificación en caliente–frío

Es un procedimiento similar al anterior con la variante de hacer una conservación de 1 a 3 meses con temperatura de 30°C por el día y de 20°C por la noche, para pasar a continuación durante 1 a 3 meses a temperatura constante de 2 a 4 Grados Centígrados (Serrada, 2000).

3.15.2 Escarificación

Según Juárez, (2011) la 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. Esta puede dividirse en los siguientes métodos.

3.15.2.1 Mecánica

Aguilar *et al.*, (2000) recalcan que su fin es reducir el grosor de la testa para permitir la entrada de la humedad necesaria, para acelerar el proceso de germinación al interior de la semilla. Se trata de ablandar la testa y nunca de romper o dañar la semilla. En otros casos se hace uso de la máquina escarificadora.

3.15.2.2 Química

Según Varela y Arana, (2011) la escarificación química, consiste en mejorar las semillas por periodos breves de 15 minutos a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Al final del periodo de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.

3.15.3 Lixiviación

3.15.3.1 Remojo en agua fría

Las semillas son remojadas en agua corriente, con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento es empleado con el objeto de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 horas y en algunos casos cambiándole el agua con ciertas frecuencias (Varela y Arana, 2011).

3.15.3.2 Remojo en agua caliente

Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente, a una 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 (Quihspe, 2009).

3.16 Sustratos para Viveros Forestales

El término sustrato, que se aplica en la producción en vivero se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor, de forma pura o mezclado (OIRSA, 2002). El “sustrato” que se usa para llenar los envases y almácigos tiene que cumplir varias funciones (INTA, 1994).

3.16.1 Funciones de los Sustratos

3.16.1.1 Soporte físico de la planta

El medio de crecimiento debe anclar a la planta en el contenedor y mantenerla en una posición vertical. Este soporte es una función de la densidad y de la rigidez del sustrato (Juárez, 2011).

3.16.1.2 Suministro de agua

Según Juárez, (2011) las plantas requieren de agua para su crecimiento, otros procesos fisiológicos y esta agua debe ser provista por el sustrato. El medio de crecimiento debe poseer una elevada capacidad, para almacenar agua y proveerla a la planta cuando sea necesario.

3.16.1.3 Suministro de nutrientes minerales

Con excepción del carbono, hidrogeno y el oxígeno las plantas deben obtener los 13 nutrientes minerales esenciales de la solución del medio de crecimiento (Juárez, 2011).

3.16.2 Propiedades Físicas de los Sustratos

Para cumplir correctamente sus funciones de regulación del suministro de agua y aire los sustratos deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, unidos a un drenaje rápido y una buena aireación. Las propiedades físicas más importantes que permiten evaluar la capacidad de un material, como sustrato o comparar diferentes materiales han sido descritos por Castillo, (2007) y es como sigue:

- Distribución del tamaño de partículas o granulometría
- Porosidad y su reparto entre las fases líquida y gaseosa
- Capacidad de retención de agua
- Porosidad de aire

3.16.3 Propiedades Químicas de los Sustratos

3.16.3.1 Relación carbono nitrógeno

Es importante el contenido de nitrógeno (N) en relación con el carbono (C) en el medio de enraizamiento. La materia orgánica se descompone principalmente por la acción de microbios (OIRSA, 2002).

El carbono es el mayor componente de la materia orgánica. El nitrógeno debe estar disponible en una cantidad de al menos 1 kg por cada 30 kg de carbono (OIRSA, 2002).

3.16.3.2 Capacidad de intercambio de cationes (CIC)

Es una medida de la capacidad de un sustrato para contener los nutrientes que se encuentran en él. Estos nutrientes no son lavados por el agua, por lo que están disponibles para la planta. Esto significa que con un valor alto de CIC, la fertilización de base tendrá eficiencia, al no ser tan sensible a la lixiviación. Este podrá almacenar más cantidades de K, Ca y Mg que un medio con una CIC baja (OIRSA, 2002).

3.16.3.3 pH

OIRSA, (2002) menciona que es la medida de la concentración de acidez presente en la solución del sustrato. El pH de la solución del sustrato depende de la especie a cultivar. La mayoría crece mejor en un pH de 6,2 a 6,8 el cual es ligeramente ácido.

3.16.3.4 Salinidad (conductividad eléctrica) y presión osmótica (PO)

Según OIRSA, (2002) todos los nutrientes disponibles para absorción, reciben el nombre de sales solubles. Su contenido inicial debe ser bajo, para evitar daños en las plantas jóvenes que son sensibles a ellas. La presión osmótica (PO) es muy importante para la asimilación del agua por las plantas.

3.16.4 Componentes de un Sustrato

Según OIRSA, (2002) en la selección de componentes y sus proporciones, para la formulación de sustratos, se deben tomar en cuenta las características que definen las 4 funciones básicas que ya fueron mencionados con anterioridad. Por lo cual, solo interesa saber las características que posee el medio y no cuales son los materiales que los componen.

3.16.4.1 suelo

Los suelos clasificados como francos arenosos o francos son ingredientes buenos para la preparación de mezclas con suelo. Los francos tienen las características físicas deseables (OIRSA, 2002).

3.16.4.2 arena

Las arenas de río son las más adecuadas son muy económicas, el tamaño de los granos deberá oscilar entre 0.5 mm y 2 mm, es necesario tener en cuenta que mantengan un contenido mínimo de arcilla para evitar que traigan problemas de fijación iónica (Quihspe, 2009).

3.16.4.3 turba

Es un nombre genérico que se aplica a diferentes materiales que proceden de la descomposición de los vegetales; la especie vegetal, el grado de descomposición, la variación entre climas locales y el agua determinan a su vez la calidad de la turba y su valor como componente de sustratos. La turba, originaria de ambientes fríos, es el material tradicional más utilizado como sustrato en la producción de plantas ornamentales (Bárbaro *et al.*, 2011).

3.16.5 Sustrato para Almacigo

Según Goitia, (2010) el sustrato para las almacigueras debe ser preparado sin piedras, con material fino, bien nivelado, es recomendable tamizar la tierra, las tierras arcillosas se mezclan con limo o arena para hacerlas más livianas y porosas. Las tierras muy porosas se presionan con rodillo liso o una tabla cepillada.

Las mezclas del sustrato varían en función de las especies y de la disponibilidad, se utiliza normalmente tres partes de tierra vegetal, dos partes de tierra del lugar y una parte de limo, al cual se pueden adicionar en algunos casos una parte de abono (Goitia 2010).

4. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación Geográfica

La presente evaluación se realizó en la Estación Experimental de Cota cota, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Agronomía, de la (UMSA) Universidad Mayor de San Andrés; de la Ciudad de La Paz – Bolivia. Pomier, (2006) citado por Mollericona, (2010) menciona que la zona de estudio se encuentra localizada a 15 km al sur – este del centro de la Ciudad de La Paz y que los parámetros de ubicación geográfica son: Latitud 16°32'00" y longitud 68°00'00". A una altitud que varía entre 3500 y 3600 metros sobre el nivel del mar.

La litología (es la parte de la geología que estudia las rocas), de la estación experimental de Cota cota, presenta un panorama variado con calizas, gravas, rocas ígneas andasíticas, ígnea basáltica, dos tipos de conglomerados, brecha y toba volcánica, depósitos aluviales y coluviales (Guzmán, 2000 citado por Mollericona, 2010).

4.2 Características Climáticas

La región se caracteriza por ser templada por una temperatura media anual de 13,5°C, una máxima anual de 17,5°C y una mínima anual de 5°C, siendo el periodo de lluvias de diciembre a marzo, el resto del año es seco con humedad relativa de 46%, la precipitación media anual es de 400 mm de agua (SENAMHI, 2005 citado por Mollericona, 2010).

4.3 Vegetación

El área de estudio presenta las siguientes especies forestales: Acacia (*Acacia melanoxylon*), Acacia Floribunda (*Acacia retinoides*), Aromo (*Acacia dealbata*); Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Retama (*Spartium junceum*); Queñua (*Polylepis incana*); Ligustro (*Lingustrum sinensis*); Chillca (*Bacharis* sp) y la presencia de cultivos agrícolas (Guzmán, 2000 citado por Mollericona, 2010).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales Biológicos

Se utilizaron semillas de molle, que fueron recolectados del Valle de Sapahaqui La Paz - Bolivia; las cuales se sometieron al método de secado durante 1 semana.

Por el método de venteo se eliminó la cascarilla rojiza de las semillas del molle. La tierra del lugar y arena se extrajeron de los predios del Centro Experimental de Cota cota. Para el caso de la turba, se procedió a su compra.

5.1.2 Materiales De Campo

- Alicates, clavos, martillo, maderas (refacción de la malla de semi – sombra).
- Regaderas, pala, picota, carretilla, flexómetro (labores culturales del vivero).
- Tamizadores (para la extracción del sustrato a emplear)
- Gafas protectoras, guantes, barbijo (para la desinfección del sustrato).
- Formol al 40%, bidones (desinfección)
- Marbetes de palitos, carteles (identificación de tratamientos)
- Cal (método de control de insectos plaga)
- Reglas, vernier electrónico,

5.1.3 Materiales de Escritorio

- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Planillas
- Computadora e impresora.
- Lap top

5.2. Métodos

5.2.1 Procedimiento Experimental

5.2.1.1 Habilitación del almacigo experimental

El almacigo experimental presentó un tamaño de: 2m de ancho con un largo de 5m, con un área de cada unidad experimental de 0,33m².

El ensayo fue de 9 tratamientos con 3 repeticiones, lo cual nos da 27 Unidades Experimentales. Con un área total de 10m². Con ayuda de alicates y clavos se refaccionó la malla de semi sombra.

5.2.1.2 Preparaciones del sustrato para los tratamientos

Se compró turba, se extrajo suelo y arena del lugar, para luego realizar la mezcla de los componentes:

- **a₁** (2 partes de tierra del lugar: 1 parte de arena: 1 parte de turba)
- **a₂** (1 parte de tierra del lugar: 2 partes de arena: 1 parte de turba)
- **a₃** (1 parte de tierra del lugar: 1 parte de arena: 2 partes de turba)

5.2.1.3 Tratamientos germinativos para semillas de molle

En recipientes individuales a cada tratamiento, se recolectó agua a temperatura ambiente, las semillas de molle se dejaron en remojo durante los tiempos de cada tratamiento (se cambió el agua de cada tratamiento, para evitar la fermentación de las semillas del molle) Los tratamientos han sido sugeridos por (Goitia, 2011).

- **b₁** 96 horas de remojo en agua (4 días)
- **b₂** 168 horas de remojo en agua (7 días)
- **b₃** 240 horas de remojo en agua (10 días)

5.2.1.4 Siembras de semillas de molle

Se realizó la siembra de las semillas de molle a una profundidad de no más de 2 veces el diámetro de la semilla, luego se recubrió las semillas con el mismo sustrato, inmediatamente son regados con ayuda de regaderas, evitando que las semillas se destapen (a capacidad de campo). Finalmente se llegó a obtener los resultados correspondientes.

5.2.1.5 Régimen de riego del almacigo

Se efectuó dos riegos por día al inicio de la siembra, luego un riego por día.

Este proceso se llevó a cabo en la mañana y por la tarde, para evitar que se presenten enfermedades. Después que emergieron el segundo par de hojas, el riego se efectuó cada dos a tres días, según el clima que se presente.

5.2.1.6 Desinfección de la cama de almacigo

La desinfección se realizó con formol al 40%, se mezcló 1L de formol por cada 20L de agua, aplicando una dosis de 40L para 10m², se utilizó máscaras y guantes protectores, posteriormente se revistió con un plástico transparente. Luego de 1 semana, se removió el sustrato, evitando que quede restos del producto.

5.2.1.7 Porcentaje de germinación

La investigación se desarrolló en el laboratorio de la Facultad de Agronomía, para lo cual se tomó 4 sub muestras de 100 semillas cada una, luego se derivó a Cajas Petri para su germinación, se preparó algodones humedecidos en agua destilada como sustrato. El cálculo se obtuvo por unidades porcentuales (%). El método fue recomendado por el ISTA, (1961) y se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas} * 100}{\text{Número de semillas del ensayo}}$$

5.2.1.8 Pureza de semillas

La investigación se desarrolló en el laboratorio de la Facultad de Agronomía, el cual radicó en separar las impurezas que pudieran encontrarse en un lote de semillas, se realizó el pesado de las semillas, posteriormente se sustrajo las impurezas. Se procedió a pesar las semillas puras, para ser calculadas en unidades porcentuales (%). El método fue recomendado por el ISTA, (1961) y se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{peso de semillas puras} * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

5.2.1.9 Peso de semillas por kilogramo

La investigación se desarrolló en el laboratorio de la Facultad de Agronomía, el cual consistió en tomar 8 sub muestras compuestas por 100 semillas, para luego pesarlas, con estos datos se procedió a calcular el promedio y por lo tanto el número de semillas por kilogramo (Kg). El método fue recomendado por el ISTA, (1961) y se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Nº de semillas / Kilogramo} = \frac{1000000}{\text{Promedio}}$$

5.2.1.10 Contenido de humedad

Se tomaron 2 muestras de 5 gramos y se sometieron a un proceso gradual de secado en horno o estufa a 103°C, durante 16 a 17 horas, al cabo de las cuales se pesó las semillas que han perdido humedad, que fueron medidas en unidades porcentuales (%), según lo recomendado por Goitia, (2011) y se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje Contenido de Humedad} = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco}) * 100}{\text{Peso Inicial}}$$

5.2.2 Diseño Experimental

Para la evaluación del presente estudio, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 factores). El modelo lineal aditivo que se empleo está de acuerdo a Ochoa, (2007) y es como sigue:

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

Dónde:

- Y_{ijk} = Una observación
- μ = Media poblacional
- α_i = Efecto del i – esimo nivel del factor A
- β_j = Efecto del j – esimo nivel del factor B
- $\alpha\beta_{ij}$ = Efecto del i – esimo nivel del factor A, con el efecto del j – esimo nivel del factor B (interacción A x B)
- ϵ_{ijk} = Error experimental

Cuadro N° 1: Tratamientos aplicados a semillas del Molle

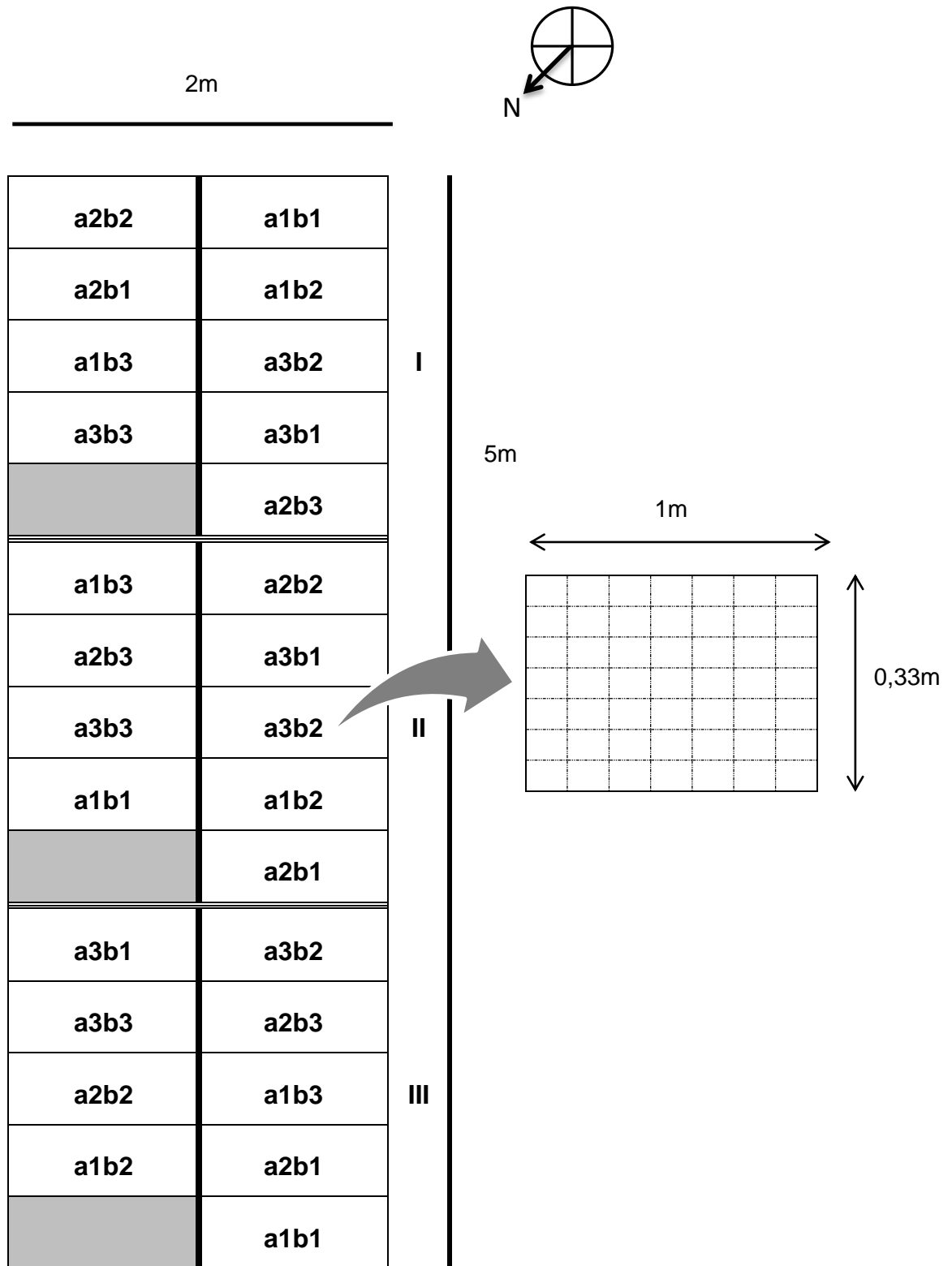
CUADRO DE TRATAMIENTOS					
FACTOR A	FACTOR B	TRATAMIENTOS	I	II	III
Sustrato (a1)	96 horas. (b1)	T1= a1b1	T5	T3	T7
2 tierra lugar: 1 arena: 1 turba:	168 horas. (b2)	T2= a1b2	T4	T6	T9
	240 horas. (b3)	T3= a1b3	T3	T9	T5
Sustrato (a2)	96 horas. (b1)	T4= a2b1	T9	T1	T2
1 tierra lugar: 2 arena: 1 turba:	168 horas. (b2)	T5= a2b2	T1	T5	T8
	240 horas. (b3)	T6= a2b3	T2	T7	T6
Sustrato (a3)	96 horas. (b1)	T7= a3b1	T8	T8	T3
1 tierra lugar: 1 arena: 2 turba:	168 horas. (b2)	T8= a3b2	T7	T2	T4
	240 horas. (b3)	T9= a3b3	T6	T4	T1

(A)3 tratamientos (FA); niveles de sustrato (Turba: Arena fina: Tierra del lugar)

(B)3 tratamientos (FB); niveles de remojo en agua a temperatura ambiente

T Tratamientos

5.2.3 Croquis Experimental



5.2.4 Variables de Respuesta

5.2.4.1 Días a la germinación

Para el cálculo de esta variable, se realizaron conteos de las semillas germinadas a los 10 días después de la siembra, a los 20 días, a los 30 días y finalmente cada 30 días durante 2 meses, esta variable fue calculada en número de semillas germinadas por días a partir de la germinación (Nº semillas/días).

5.2.4.2 Altura de planta

Para el cálculo de esta variable, se tomaron datos 2 veces por semana durante 2 meses, que fueron medidas en metros (cm), las variables se registraron con ayuda de una regla milimétrica.

5.2.4.3 Diámetro de tallo

Para el cálculo de esta variable, se tomaron datos cada 20 días durante 2 meses, se realizó la medida de la variable en milímetros (mm) y se registraron los datos con la ayuda de un vernier electrónico.

5.2.4.4 Numero de hojas

Para el cálculo de esta variable, se tomaron datos 2 veces por semana, durante 2 meses, se realizó el conteo de la cantidad de hojas por planta (Nº hojas/ planta), de cada unidad experimental.

5.2.4.5 Longitud de raíz

Para el cálculo de esta variable, se tomaron datos cada 30 días durante 3 meses, se realizó un muestreo de 4 plántulas por cada tratamiento, se calculó la longitud en centímetros (cm), con ayuda de una regla milimétrica.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Análisis Físico de las Semillas del Molle

6.1.1 Porcentaje de germinación de las semillas del molle

Se seleccionaron lotes de cuatro grupos con 100 semillas ordenándolos en sus correspondientes cajas Petri, de las cuales se distribuyeron uniformemente y se utilizó como sustrato algodón. Posteriormente se regaron, procurando mantener constante la humedad del algodón durante toda la investigación.

Se realizaron conteos irregularmente, donde se anotaron el número de semillas germinadas; al final del conteo se sumaron los totales, el resultado indicó el porcentaje de germinación y es como sigue:

Cuadro N° 2: Análisis del porcentaje de germinación (%), de semillas de molle

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

N°	Muestras	N° de semillas germinadas	Observaciones
1	M ₁	88	
2	M ₂	87	Menor número de semillas germinadas
3	M ₃	95	Mayor número de semillas germinadas
4	M ₄	90	
PROMEDIO FINAL			90 %

M = Muestras de semillas de molle
% = Unidades porcentuales

Los resultados obtenidos del cuadro N° 2, de las cuatro repeticiones compuestas cada una de 100 semillas. Las muestras recolectadas del valle de Sapahaqui entre los meses de enero a mayo del año 2012, presentan un 90 % de germinación, es decir que de un lote de 100 semillas de molle que siembre en la presente investigación, 90 semillas tienen la posibilidad de germinar.

6.1.2 Pureza de las semillas del molle

La presente investigación se llevó a cabo con materiales presentes en el laboratorio de la facultad de agronomía, de los cuales se emplearon balanza de laboratorio y pinzas.

Con ayuda de la balanza de laboratorio se procedió al pesaje de un lote de semillas que contenían impurezas; posteriormente, con ayuda de unas pinzas se eliminó la cascarilla que rodeaba a las semillas del molle.

Finalmente, una vez separadas se procedió a pesar el mismo lote de semillas. Se calculó el peso de semillas puras sobre el peso de las semillas con impurezas y los resultados se representan en unidades porcentuales y es como sigue:

Cuadro N° 3: Análisis de la pureza de las semillas (%), de un lote de semillas de molle

PUREZA DE SEMILLAS (%)

PESO DE SEMILLAS (gr)	IMPUREZAS (gr)	SEMILLAS PURAS (gr)
5	0,47	4,49
100 (%)	10,2 (%)	89,98 (%)

% = unidades porcentuales

gr = Gramos

El porcentaje de pureza encontrado en las semillas del molle es de 89,8% en promedio, las semillas fueron recolectadas del valle de Sapahaqui, como consecuencia, se observó que el nivel de impureza es de 10,2% presente en las semillas. La hoja de cálculos del análisis de pureza, se muestran en el Anexo 4.

En la calidad de la semilla, se determinó que la pureza de las semillas esta en relación con la especie y lugar donde se recolecte. Así el guarango presentó mayor pureza, les sigue el faique y el molle (Paredes, 2008).

6.1.3 Peso en kilogramos de un lote de semillas de molle

La presente investigación, se llevó a cabo con materiales presentes en el laboratorio de la facultad de agronomía, de los cuales se empleó la balanza de laboratorio.

Para la investigación se utilizó solo semillas enteras, bien desarrolladas y secas. Se llegaron a separar lotes de 100 semillas en ocho grupos, dispuestos en bolsas de plástico.

Se pesaron individualmente cada grupo y anotando su correspondiente peso, de los cuales se extrajo los siguientes resultados, que siguen a continuación:

Cuadro N° 4: Análisis del peso en kilogramos (kg), de un lote de semillas de molle

PESO DE SEMILLAS (kg)

M*₁	M₂	M₃	M₄	M₅	M₆	M₇	M₈	ΣM
(gr)								(gr)
3,61	3,58	3,54	3,58	3,61	3,47	3,49	3,56	28,44
Peso (1000 Semillas/kg) =								3,55

gr = Gramos

M = Muestras de lotes de 100 semillas

Coefficiente de variación (CV) = 0.08

Las semillas que se extrajeron del valle de Sapahaqui, tienen un peso de 0,35 kg. La investigación demostró que 28169 semillas de molle tienen un peso de 1 kilogramo.

La determinación del número de semillas por kilogramo, está en función del tamaño, la cantidad y el contenido de humedad de las semillas.

El coeficiente de variación de 0,08% nos muestra que los datos de la presente investigación son excelentes por lo que los datos son absolutamente confiables.

6.1.4 Contenido de humedad de semillas del molle

La presente investigación se llevó a cabo con materiales presentes en el laboratorio de la facultad de agronomía, de los cuales se emplearon balanza de laboratorio, cajas petri y la mufla.

Se procedió a separar tres lotes de semillas de molle limpias, sin presencia de impurezas, con la ayuda de la balanza de laboratorio se pesaron 2 gr por cada lote; seguidamente se colocaron en cajas petri, asignando con un marcador el número de muestra.

Las muestras se trasladaron a la mufla, durante el tiempo de una semana para finalmente, proceder a pesar las semillas en seco.

Cuadro Nº 5: Determinación de la humedad (%), de un lote de semillas de molle

HUMEDAD DE SEMILLAS

Nº	Peso inicial (g)	Peso seco (g)	Humedad (g)	Humedad (%)
1	2	1,82	0,18	9
2	2	1,82	0,18	9
3	2	1,83	0,17	8,5
Promedio de Humedad (%) =				8,83

g = Gramos

% = Unidades Porcentuales

La humedad promedio final de 8,83%, semillas de molle que fueron recolectadas del valle de Sapahaqui entre los meses de enero a mayo de año 2012, el cual se obtuvo realizando un promedio ponderado de las humedades encontradas en los tres lotes de semillas de molle.

Goitia, (2011) sugiere que el contenido de humedad de las semillas como de otros cuerpos, tienen un contenido de humedad, que es necesario determinar para eliminar el agua sobrante o libre.

6.2 Días a la Germinación de las Semillas del Molle

Antes de sembrar la semilla de molle, hay que lavarlas bien, con el objeto de eliminar un arilo dulcete que la hace apetecible a ciertos insectos, principalmente hormigas (Petrell *et al.*, 1985).

Los pre-tratamientos de germinación aplicados a las semillas de molle, que se fundamentó por el método de lixiviación en agua corriente, con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en las semillas de molle. Han demostrado los siguientes resultados.

Las semillas de molle, rompieron la latencia a los 10 días después de la siembra, debido a los tratamientos de remojo en agua fría durante diferentes periodos de tiempo, en unión con los sustratos que se emplearon, las semillas del molle experimentaron una influencia directa para la rápida emergencia.

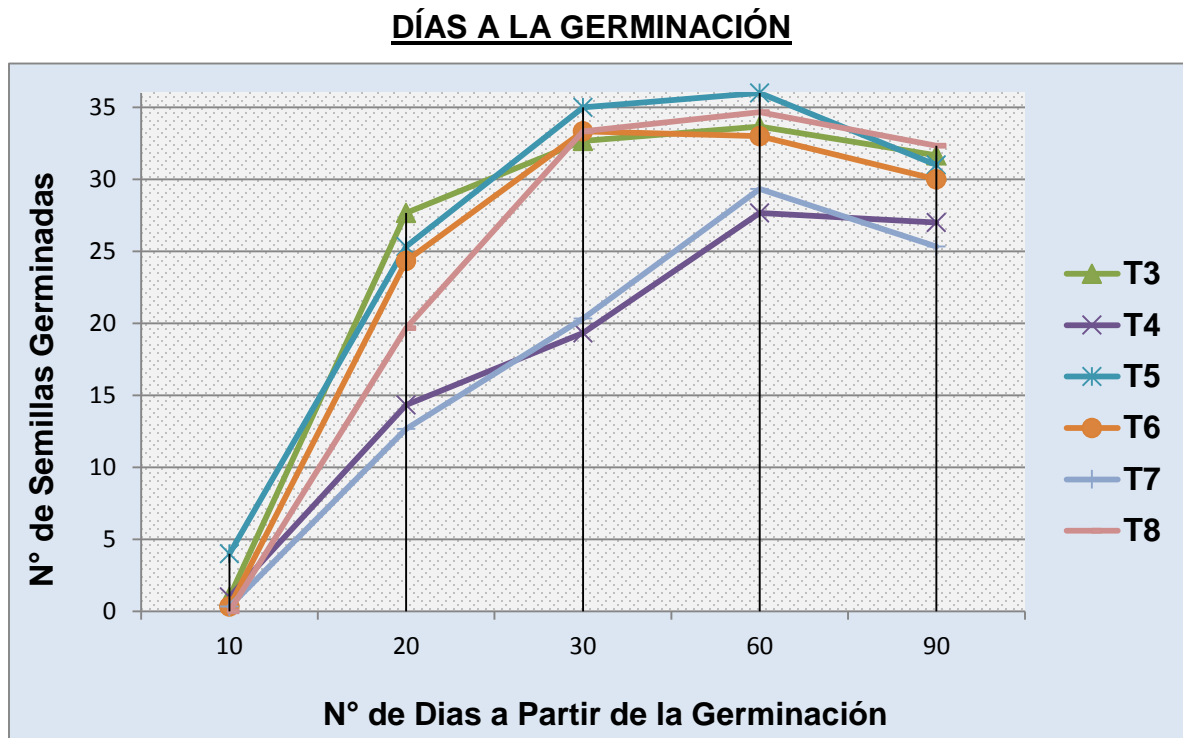
Para eliminar la pulpa pegajosa que rodea las semillas, se recomienda el remojo en agua a temperatura ambiente durante 48 a 72 horas, de los cuales se obtendrá como resultado que las semillas germinen en 20 a 25 días (Schulte *et al.*, 1992).

Igualmente, Petrell *et al.*, (1985) mencionan que las semillas tardan en germinar entre 20 a 25 días, para obtener buenos resultados, se tiene que realizar un remojo de las semillas durante 48 horas a temperatura ambiente.

Las especies que tienen semillas permeables generalmente no tienen problemas de germinación, sin embargo es necesario realizar tratamientos, pre – germinativos, para igualar el tiempo de germinación en la almaciguera. Se dejan en remojo las semillas de molle durante 5 a 6 días (120 a 144 horas de remojo en agua a temperatura ambiente) y se cambia el agua diariamente para evitar la fermentación de las semillas (Goitia, 2011).

La velocidad de germinación acumulada, es el tiempo que transcurre desde la siembra hasta un punto arbitrario sobre las curvas de germinación y es como se menciona a continuación:

Figura 1: Germinación acumulada por tratamientos, hasta los 90 días



T = tratamientos

A los 10 días después de la siembra, el T5 obtuvo en promedio de 6 semillas germinadas, obteniendo el mayor número de semillas germinadas. Posteriormente se apreció que los tratamientos (T3; T5 y T6) sobresalieron ante todos los demás tratamientos con (27; 25 y 24) semillas germinadas a los 20 días después de la siembra. Durante el tiempo de los 30 días y los 60 días después de la germinación, se destacaron los tratamientos (T3; T5; T6 y T8), con el mayor número de semillas germinadas.

Al final de la evaluación los tratamientos (T3; T2; T5; T6 y T8), son los que sobresalieron ante todos los tratamientos, obteniendo como resultados (31; 30; 31; 30 y 32) respectivamente de semillas germinadas.

Los tratamientos (T1; T4; T7 y T9) sufrieron bajas en el número de semillas germinadas, después de la siembra. Sufrieron una descompensación por diferentes razones, los principales fueron: enfermedades, ataques de insectos plaga y privación de humedad por compactación del sustrato.

Galloway, (1985) muestra que el momento oportuno para la extracción de las plántulas de almacigo varía según la especie, una plántula con dos a cuatro hojitas, además de los cotiledones, corresponde a un estado de crecimiento adecuado para el repique.

Cuando se cosechan las semillas, es factible que, en su interior, se encuentren larvas, pupas y adultos; en el patio de secado es posible encontrar a los adultos. Los frutos atacados muestran un orificio circular o una lesión en la superficie, en este tiempo la larva está completamente desarrollada (Arango, 2008).

El mismo autor justifica que cuando las semillas se han cosechado, limpiado y está listas para su almacenamiento se debe considerar que la testa, al estar en contacto permanente con el ambiente, la expone a ser contaminada con hongos de diversos tipos, en particular hongos muy comunes, mohos, que pueden consumir la cubierta protectora, penetrar en el embrión y pudrir los cotiledones.

Según Goitia, (2011) la pudrición del cuello, pudrición acuosa, chupadera fungosa, *damping off*, es una enfermedad causada por hongos (*Fusarium sp.*, *Phythium sp.*, *Rhizoctonia sp*), que atacan a las plántulas después de la germinación, que producen el volteo repentino de las mismas, por necrosis al nivel del cuello. Para el efecto se debe controlar: pH, drenaje, excesiva humedad del suelo o del aire, excesiva sombra, excesiva densidad de siembra, textura del suelo y alto contenido de calcio y de materia orgánica.

Arango, (2008) argumenta que las arañas rojas, son habitantes frecuentes en el vivero, afectando numerosas especies de plantas. Se encuentran sobre el follaje del hospedante, en donde tejen una trama de hilos de seda y producen lesiones en el follaje, en forma de puntuaciones muy finas. Las hojas dañadas se observan cloróticas, dobladas sobre sí mismas, más pequeñas que las no atacadas y con una apariencia polvosa, ya que el polvo se fija en la trama de seda. La plaga causa una defoliación prematura y reducción de crecimiento y vigor.

Arango, (2008) acredita que las hormigas obreras recolectoras, salen de sus nidos y en filas se dirigen hacia los árboles, suben por el tallo y ramas hasta la copa y con sus mandíbulas cortan y transportan porciones circulares de hojas que introducen en el nido, sobre ese follaje se desarrolla en hongo del cual se alimenta toda la colonia.

6.2.1 Análisis del número semillas germinadas

El siguiente análisis de varianza (ANVA), para esta variable agronómica, del cual se obtuvo los siguientes resultados, para cada factor que incide sobre el número de semillas germinadas.

Cuadro N° 6: Análisis de Varianza, para el número (N°) de semillas germinadas del molle

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0,05)	
α_i A	2	1,453	0,726	3,5	3,55	*
β_j B	2	0,540	0,270	1,2	3,55	NS
$\alpha\beta_{ij}$ AB	4	0,588	0,147	0,7	2,93	NS
ϵ_{ijk} EE	18	3,748	0,208			
total	26	6,330				

NS = No Significativo

* = Significativo

Coefficiente de Variación (CV) = 8,16%

Como se presenta en el cuadro N° 6, que la condición del Factor (a), presenta diferencias significativas, por lo que podemos indicar que los tratamientos (a1; a2 y a3), del Factor (a) niveles de sustratos, poseen un comportamiento diferente uno del otro, esto nos sugiere que cada tratamiento utilizado en la presente investigación expone una significancia.

La condición del Factor (b), expresa que la variable no presenta significancia, por lo que podemos indicar que los Factores (b1; b2 y b3), niveles de remojo en agua a temperatura ambiente, no tienen diferencias significativas.

En cuanto las interacciones de los factores (axb), se señala que no presentan diferencias significativas y que por lo tanto las combinaciones de los tratamientos (T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7; T8 y T9), son iguales.

Por otra parte, el coeficiente de variación de 8,16%, nos indica que los valores de los análisis son buenos y que se encuentran dentro del margen de aceptación.

Cuadro N° 7: Prueba del rango múltiple de Duncan, para el Factor (a), de la variable número de semillas germinadas

PRUEBA DE DUNCAN

FACTOR (a)	MEDIA Numero de Semillas	DUNCAN (5%)
a2 = sustrato (1TL:2A:1t)	34	A
a3 = sustrato (1TL:1A:2t)	31	B
a1 = sustrato (2TL:1A:1t)	28	B

TL = Tierra del Lugar (Sustrato)

A = Arena (Sustrato)

t = Turba (Sustrato)

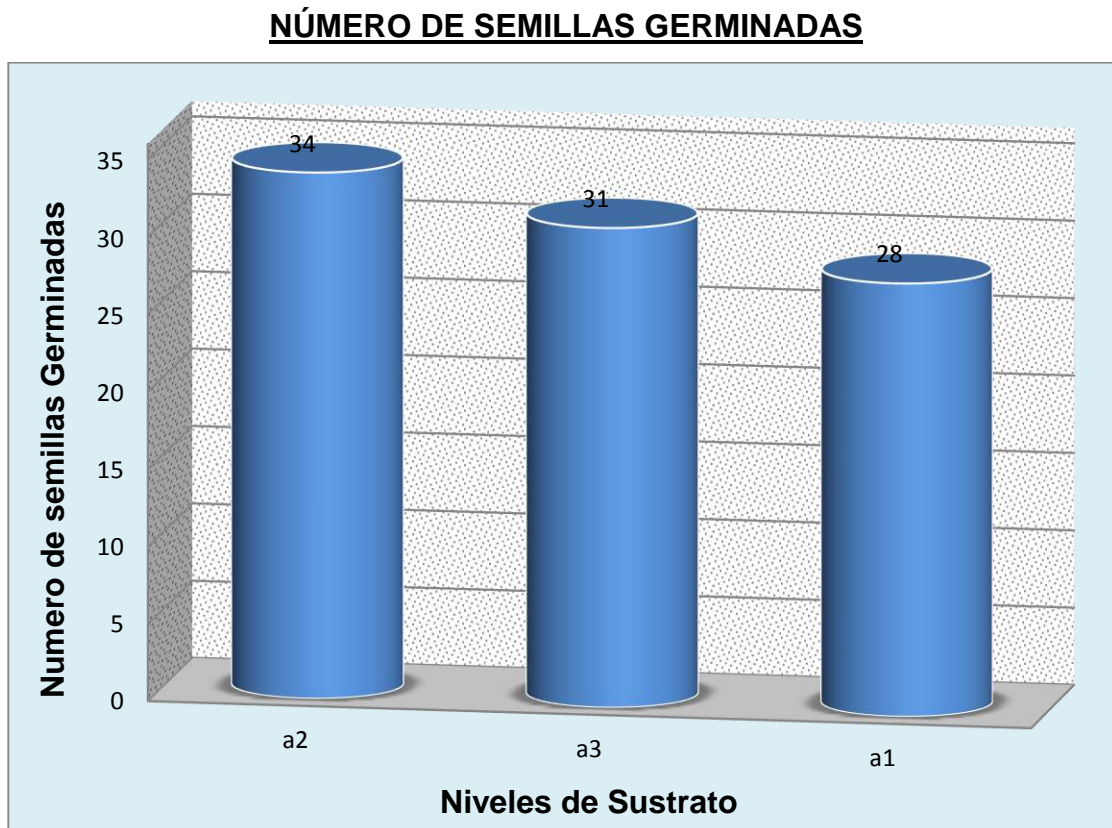
(a) = Niveles de sustrato

La prueba de Duncan para el factor (a), donde se aprecia que se formulan 2 grupos diferenciados, donde el nivel de sustrato compuesto por 1 parte de tierra del lugar, 2 partes de arena y 1 parte de turba (a2), es el de mayor número de semillas germinadas, presentando un total de 34 semillas germinadas siendo estos en promedio de 85% de germinación.

El factor a3, (1 parte de tierra del lugar, 1 parte de arena y 2 parte de turba), llegó a obtener en promedio de 77,5% de germinación.

El factor a1 (2 partes de tierra del lugar, parte de arena y 1 parte de turba) de significancia inferior, con un total de 28 semillas germinadas, se justifica que los conglomerados formados por la Tierra del Lugar, reteniendo el agua de riego y lluvia por la parte superficial, incidiendo al paso del agua por medio de la infiltración.

Figura N° 2: Número de semillas germinadas, para el Factor (a) de 3 niveles de sustrato



a = Niveles de Sustrato

Fernández, (2000) realizó estudios de siembra directa de nueve especies nativas y exóticas arbóreas y arbustivas en el Parque Nacional Tunari, de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, dependientes de la Universidad Mayor de San Simón, de la Ciudad de Cochabamba.

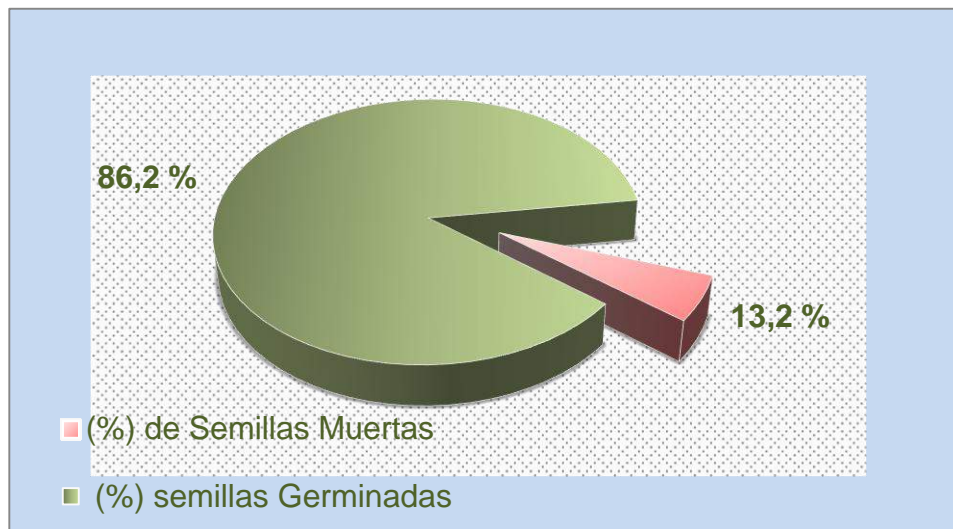
El mismo autor consiguió el resultado de 50 a 80 % de germinación en el molle (*Schinus molle*), bajo siembra directa, en el Parque Nacional Tunari. Su bajo porcentaje de germinación, atribuible a las condiciones edáficas y climáticas adversas de las cuales se pueden mencionar, suelo seco, escasa materia orgánica y presencia de una capa dura e impermeable del suelo.

6.2.2 Análisis del porcentaje de semillas germinadas

La siguiente Figura N° 3, obtuvo los siguientes resultados que evidencia el porcentaje de semillas germinadas.

FIGURA N° 3: Porcentaje de germinación de semillas de molle, para todos los Tratamientos

PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS



% = Unidades Porcentuales

Los porcentajes de supervivencia de las plántulas desde su emergencia hasta transcurridos 4 meses, se muestran en la Figura 3. Como puede observarse, el mayor porcentaje de supervivencia fue de 86,2%. Los niveles de mortalidad ocurrieron en los primeros 2 meses que llegó a ser de 13,2 unidades porcentuales.

Según Ossio, (2010) quien realizó las combinaciones de 3 sustratos y 2 tratamientos pre germinativos en el molle (*Schinus molle*) en la zona de Cota Cota de la Ciudad de La Paz. El porcentaje de emergencia de semillas de molle del sustrato (3 partes de turba: 2 partes de tierra del lugar: 1 parte de arenilla en combinación de remojo en agua fría, durante 120 horas), presentaron un comportamiento de emergencia en promedio de 81,63%, hallándose de esta manera el más alto valor en comparación con los demás tratamientos.

El estudio de distintos tratamientos pre germinativos en dos tipos de sustratos en la especie acacia (*Acacia dealbata*), ha demostrado que los tratamientos 5 y 6, compuesto por remojo en agua corriente durante 8 días y en dos niveles de sustrato (1 parte de tierra vegetal: 1 parte de tierra del lugar y 1 parte de arenilla) seguido de (3 partes de tierra vegetal: 1 parte de tierra del lugar: 1 parte de arenilla), han conseguido en promedio de germinación de 63,5 y 70%, el cual llega a ablandar la testa dura de las semillas y de esta manera acelera y asegura la germinación de la misma (Mollericon, 2010).

6.3 Análisis de la Altura de Tallo

Del siguiente análisis de varianza (ANVA), se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro N° 8: Análisis de Varianza para altura de tallo (cm) del molle

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	
α_i A	2	1,301	0,650	2,023	3,55	NS
β_j B	2	2,888	1,444	4,489	3,55	*
$\alpha\beta_{ij}$ AB	4	5,082	1,270	3,949	2,93	**
ϵ_{ijk} EE	18	5,790	0,321			
Total	26	15,062				

NS = No Significativo

* = Significativo

Coefficiente de Variación (CV) = 12,22%

El análisis de varianza, no existe diferencia significativa para los niveles de sustratos empleados (Factor a), al no existir diferencia representativa, se concluye que existe homogeneidad entre los niveles de sustratos empleados en la presente investigación. Así mismo, los niveles de tratamientos pre – germinativos empleados (Factor b), manifiestan niveles de significancia. Por lo cual, se evidencia que los 3 niveles de tratamientos de remojo en agua a temperatura ambiente (a1; a2 y a3), presentan desigualdad.

La interacción (axb) constituido por la composición de 3 niveles de sustratos y de 3 niveles de tratamientos pre – germinativos, presenta diferencias altamente significativas, por lo que se concluyó que existe diferencias entre los tratamientos (T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7; T8 y T9).

El coeficiente de variación de 12,22 % nos muestra que los valores empleados en el análisis quedan dentro del rango (CV < 30%), por lo que son valores confiables.

Cuadro N° 9: Prueba del rango múltiple de Duncan para el Factor (b), de la variable altura de tallo (cm)

PRUEBA DE DUNCAN

FACTOR (b)	MEDIA (cm*)	DUNCAN (5%)
b2 = remojo durante (7 días)	4,90	A
b1 = remojo durante (4 días)	4,83	A
b3 = remojo durante (10 días)	4,17	B

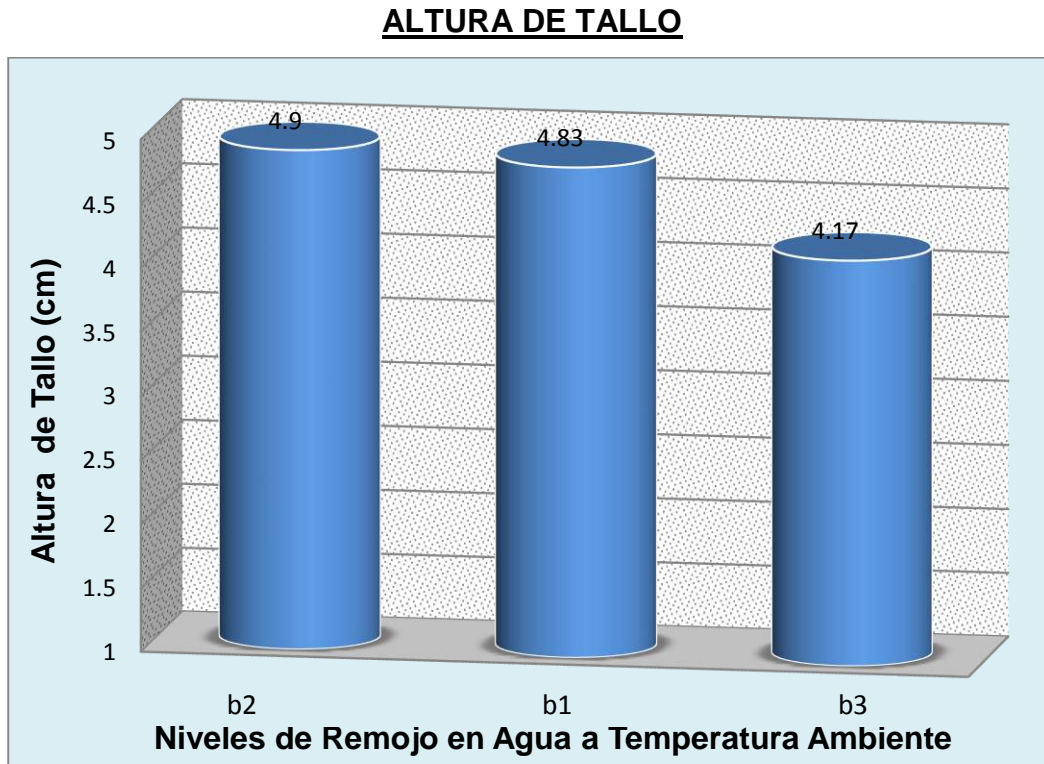
cm = Centímetros (Sustrato)

b = Remojo en agua a temperatura ambiente

Según la prueba de Duncan, para los 3 niveles de pre – tratamientos de germinación, presentes en la variable altura de tallo, muestra 2 grupos diferenciados el factor (b2), compuesto por el nivel de remojo en agua a temperatura ambiente durante 148 horas (7 días), llegando a obtener en promedio de 4,90 cm de altura de tallo. Al igual que, el factor (b1), compuesto por el remojo en agua a temperatura ambiente durante 96 horas (4 días), con una altura de tallo en promedio de 4,83 cm, llegando a formar el primer grupo de mayor altura de tallo.

En cambio, el factor (b3), compuesto por un remojo en agua a temperatura ambiente durante 240 horas (10 días), llegó a obtener en promedio de 4,17 cm de altura de tallo, llegando a conformar el segundo grupo según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Figura N° 4: Altura de tallo (cm), para el Factor (b) de 3 niveles de remojo en agua a temperatura ambiente



b = Tratamientos pre – germinativos

Ossio, (2010) en el estudio realizado en el molle (*Schinus molle*) de diferentes combinaciones de sustratos y tratamientos pre – germinativos en la zona de Cota Cota de la Ciudad de La Paz, obtuvo los resultados de altura de planta de 10,25 cm, donde el sustrato (3 partes de turba: 2 partes de tierra del lugar: 1 parte de arenilla, seguido de un remojo en agua fría, durante 120 horas), superando de este modo la latencia a la que están sometidas.

Se ha observado que el tratamiento 5, compuesto por un remojo en agua corriente durante 8 días y acompañado de 3 partes de tierra vegetal, 1 parte de tierra del lugar y 1 parte de arenilla, logrando una altura de planta en promedio de 10,38 cm, mostrando una gran superioridad en comparación con los otros tratamientos, esto debido a la efectividad de la textura que contiene mayor proporción de tierra vegetal (Mollericona, 2010).

Cuadro N° 10: Análisis del Efecto Simple, para las interacciones (axb) de la variable altura de tallo (cm), del molle

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	
A(b1)	2	0,919	0,459	1,428	3,55	NS
A(b2)	2	5,127	2,563	7,969	3,55	**
A(b3)	2	0,337	0,168	0,524	3,55	NS
B(a1)	2	0,309	0,154	0,480	3,55	NS
B(a2)	2	4,830	2,415	7,508	3,55	**
B(a3)	2	2,830	1,415	4,400	3,55	*
EE	18	5,790	0,321			
Total	26	15,062				

NS = No Significativo

***** = Significativo

****** = Altamente Significativo

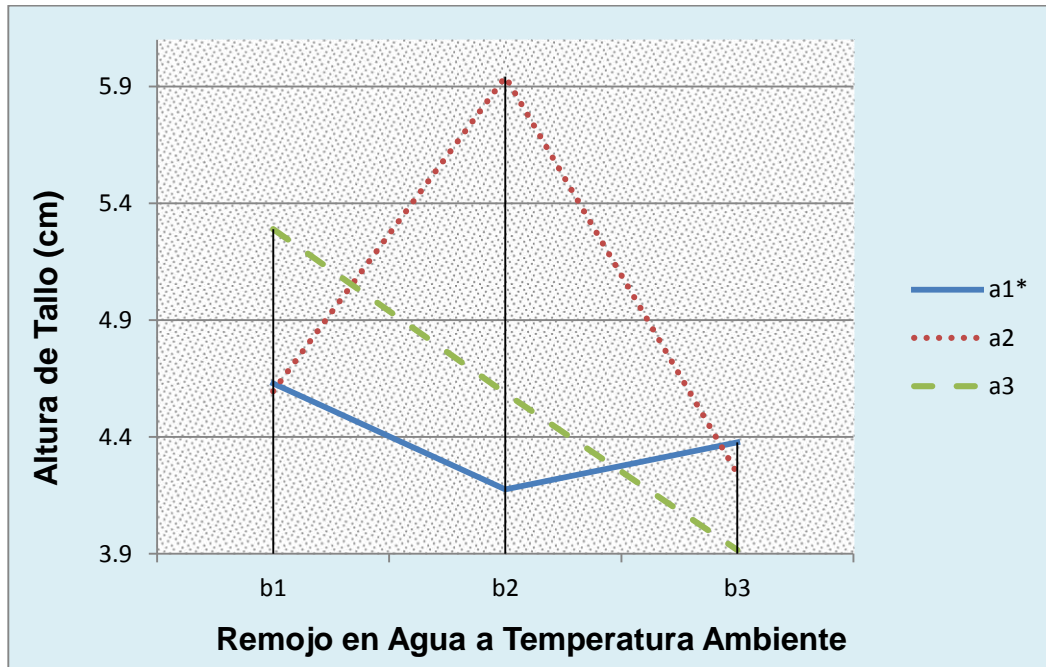
El cuadro de Efecto Simple, indica que no existe diferencia significativa entre los niveles de sustrato con un remojado durante 4 días y 10 días en agua a temperatura ambiente A(b1) y A(b3), al mismo tiempo B(a1) remojado en agua a temperatura ambiente en el nivel de sustrato con (2 partes de tierra de lugar; 1 parte de arena; 1 parte de turba) presenta una diferencia no significativa.

Por lo contrario, A(b2) y B(a2), indican que existen diferencias altamente significativas, estos que se encuentran compuestos por (1 parte de tierra del lugar; 1 parte de arena; 2 partes de turba, remojado en agua a temperatura ambiente durante 168 horas) en la variable altura de tallo.

Al igual que el B(a3), indica que existe diferencias significativas entre los niveles de remojado en agua a temperatura ambiente presentes en el nivel de sustrato (1 parte de Tierra del Lugar; 1 parte de Arena; 2 partes de turba) en la variable altura de tallo.

Figura N° 5: Análisis del Efecto Simple para las Interacciones (axb), en la variable altura de tallo (cm)

Niveles de Sustrato x Niveles de Pre – Tratamientos



a = Niveles de Sustrato
b = Niveles de tratamientos pre – germinativos

Se observa que (b2) nivel de remojo en agua a temperatura ambiente durante 168 horas (7 días), contenido en (a2) sustrato (1 parte de tierra del lugar; 2 parte de Arena; 1 parte de turba) presenta mayor altura de tallo con un promedio de 5,94 centímetros.

Por otro lado el nivel de sustrato compuesto por 1 parte de Tierra del Lugar, 1 parte de Arena y 2 partes de turba, presente en el tratamiento de remojo durante 96 horas (4 días), en agua a temperatura ambiente presentó en promedio de altura de tallo 5,28 cm, al igual que el sustrato 2 partes de Tierra del lugar, 1 parte de Arena y 1 parte de turba, con un remojo en agua a temperatura ambiente de 96 horas (4 días), con 4,62 cm en promedio de altura de tallo. El tratamiento 9 llegó a presentar el valor más bajo con un promedio de 3,90 cm de altura de tallo, debido a la presencia de enfermedades que afectaron al desarrollo de las plántulas.

6.4 Análisis del Número de Hojas

El siguiente análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados para cada factor, que incide sobre el análisis del número de hojas.

Cuadro N° 11: Análisis de Varianza, para el número de hojas

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0,05)	
α_i A	2	1,669	0,834	4,280	3,55	**
β_j B	2	0,113	0,056	0,290	3,55	NS
$\alpha\beta_{ij}$ AB	4	1,090	0,272	1,397	2,93	NS
ϵ_{ijk} EE	18	3,510	0,195			
Total	26	6,383				

NS = No Significativo

* = significativo

** = Altamente Significativo

Coefficiente de Variación (CV) = 10,68%

El análisis de varianza que se detalla en el Cuadro N° 11, nos presenta que el factor (a), compuesto por 3 niveles de sustrato, presenta diferencias altamente significativas, por lo que se asegura que los factores del tratamiento (a_1 ; a_2 y a_3) son heterogéneos y que presentan variabilidad de los 3 niveles de sustrato, empleados para dicho factor.

Como así también, el Factor b (b_1 ; b_2 y b_3), compuesto por los tratamientos pre – germinativos de remojo en agua a temperatura ambiente a 3 niveles, presentan diferencias no significativas, lo cual nos indica que los distintos niveles del Factor (b) son similares uno del otro.

En cambio, la interacción (axb), no presenta diferencias significativas, por lo que la mezcla de los niveles de los tratamientos (T_1 ; T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_5 ; T_6 ; T_7 ; T_8 ; y T_9) presentan homogeneidad en los 9 grupos de tratamientos formados.

El coeficiente de variación de 10,68%, nos muestra que los datos se encuentran dentro del rango permitidos y que los datos son confiables.

Cuadro N° 12: Prueba del rango múltiple de Duncan para el Factor (a), de la variable número de hojas

PRUEBA DE DUNCAN

FACTOR (a)*	MEDIA Numero de Hojas	DUNCAN (5%)
a3 = sustrato (1TL:1A:2t)	4,50	A
a1 = sustrato (2TL:1A:1t)	4,00	B
a2 = sustrato (1TL:2A:1t)	3,90	B

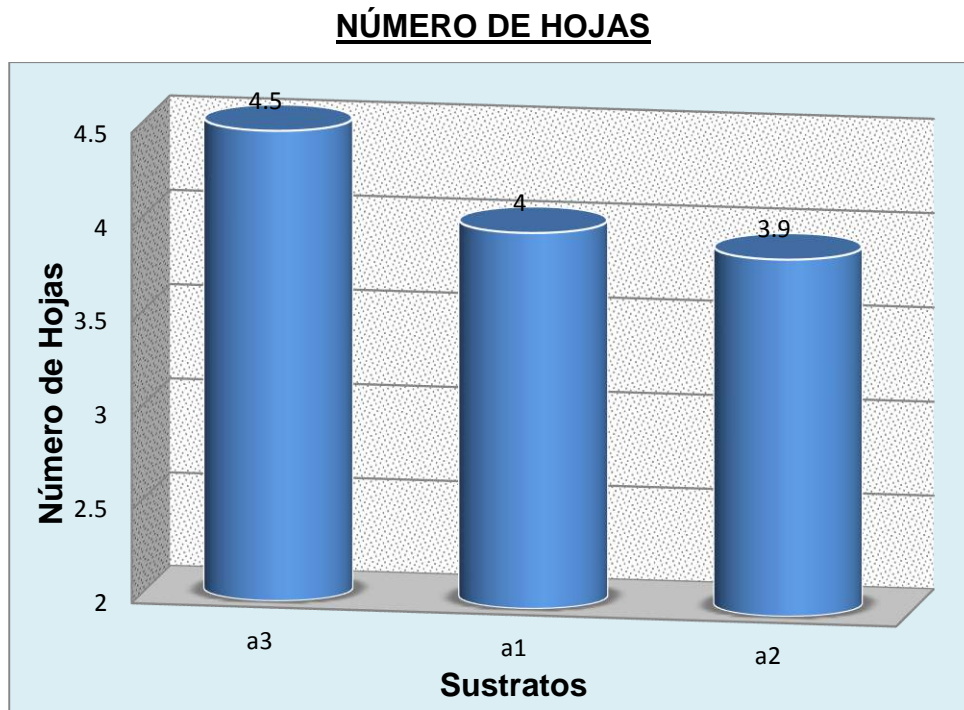
TL = Tierra del Lugar (Sustrato)
 A = Arena (Sustrato)
 t = Turba (Sustrato)
 * = Niveles de sustrato

La prueba de rango múltiple de Duncan, para el caso del factor (a), de 3 niveles de sustratos, siendo estos el factor a1 (2 partes de tierra del lugar, 1 parte de arena y 1 parte de turba); el factor a2 (1 parte de tierra del lugar, 2 partes de arena y 1 parte de turba) y por último el factor b3 (1 parte de tierra del lugar, 1 parte de arena y 2 partes de turba), se observa que se llegaron a conformar 2 grupos representativos.

El factor a3 (1 parte de tierra del lugar, 1 parte de arena y 2 partes de turba), llegó a obtener en promedio de 5 hojas llegando a conformar el grupo más sobresaliente en comparación con los demás niveles de sustrato, comprometido por la elevada cantidad de turba, a comparación con las demás formulaciones, logrando que las plántulas asimilen los nutrientes presentes en el sustrato y por lo tanto el desarrollo de las hojas para el proceso fotosintético.

El cambio el segundo grupo, formado por los factores a1 y a2, (2 parte de Tierra del Lugar, 1 parte de Arena y 1 parte de turba) seguido de (1 parte de Tierra del Lugar, 2 parte de Arena y 1 parte de turba), llegaron a presentar una cantidad en promedio de 4 hojas.

Figura N° 6: Número de hojas, para el Factor (a) de 3 niveles de sustrato



a = Niveles de Sustrato

Según Castillo, (2007) la turba se tiene que obtener de puntos de venta cercanos al vivero, para que el costo de transporte sea mínimo, se utiliza turba por su superior capacidad de retención de agua y CIC. Si el peso del sustrato es un problema, el productor debe mezclar con componentes más baratos de texturas gruesas, como lo es la arena.

En la elección de una mezcla determinada para la confección de un sustrato, es necesario pensar en la fase del cultivo en que se hallan las plantas, para las que se prepara el medio. Si se trata de semilleros, se requerirá una textura fina, estructura estable y alta capacidad de retención de agua, para lograr el mantenimiento de una humedad constante. Pero si el sustrato se prepara para macetas, se requerirá una estructura media a gruesa, con buena porosidad total y libre, que proporcione una aireación adecuada y un drenaje conveniente, mayor cantidad de nutrientes y una CIC elevada (Castillo, 2007).

El estudio realizado en el molle (*Schinus molle*), el tratamiento 2; (3 partes de turba: 2 partes de tierra del lugar: 1 parte de arenilla, combinado con un remojo en agua fría, durante 120 horas), alcanzó en promedio de número de hojas por plántulas de 3,5372, que presenta el segundo mejor valor en comparación con los demás tratamientos pre – germinativos y niveles de sustratos (Ossio, 2010).

Según Mollericona (2010) el tratamiento 6, (remojo en agua corriente, durante 8 días, acompañado de 3 partes de tierra vegetal, 1 parte de tierra del lugar y 1 parte de arenilla), muestra superioridad con un promedio de 6,58 hojas, con relación a los otros tratamientos. Los plantines con talluelos y raíz formados, utilizan los nutrientes y materia orgánica del sustrato, los que son absorbidos por las raíces y asimilados por las hojas, para apoyar el desarrollo del proceso fotosintético.

6.5 Análisis del Diámetro de Tallo

El siguiente análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica, produjo los siguientes resultados, por cada factor que incide sobre la altura de planta que se muestra en el siguiente Cuadro N° 13.

Cuadro N° 13: Análisis de Varianza para el diámetro de tallo (mm), en plántulas de molle

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	
α_i A	2	0,172	0,086	1,26	3,55	NS
β_j B	2	0,188	0,094	1,38	3,55	NS
$\alpha\beta_{ij}$ AB	4	0,329	0,082	1,20	2,93	NS
ϵ_{ijk} EE	18	1,230	0,068			
Total	26	1,921				

NS = No Significativo

Coefficiente de Variación (CV) = 22%

El análisis de varianza exhibe que entre los 3 niveles de sustratos del factor (a), no existe una diferencia significativa, como también en los niveles del Factor (b), no presentan características diferenciadas entre los tratamientos pre – germinativos remojos en agua a temperatura ambiente.

Al igual que las interacciones de los factores (axb), presenta diferencias no significativas en los 3 niveles de remojo en agua a temperatura ambiente, incorporando 3 niveles de sustrato. Por lo que se confirma que los tratamientos (T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7; T8 y T9) son compatibles en el análisis de diámetro de tallo.

El coeficiente de variación de 22% nos indica que los valores analizados son buenos, estando dentro del margen de aceptación.

6.6 Análisis de la Longitud de Raíz

El siguiente análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica, obtuvo los siguientes resultados, para cada factor que incide sobre la longitud de raíz de las plántulas de molle.

Cuadro N° 14: Análisis de Varianza, para la longitud de la raíz (cm)

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	
α_i A	2	4,783	2,391	3,61	3,55	*
β_j B	2	0,797	0,398	0,60	3,55	NS
$\alpha\beta_{ij}$ AB	4	3,255	0,813	1,22	2,93	NS
ϵ_{ijk} EE	18	11,914	0,661			
Total	26	20,751				

NS = No Significativo

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Coeficiente de Variación (CV) = 10%

Como se observa en el cuadro N° 14, los 3 niveles del factor (a), presentan una diferencia significativa, con relación a la variable de longitud de raíz, por lo que el comportamiento de los factores es heterogéneo.

El comportamiento de los 3 niveles del factor (b), muestra diferencias no significativas, por lo que se afirma que los 3 niveles de tratamientos pre-germinativos son semejantes uno del otro.

En cuanto a la interacción de los factores (axb), se muestran diferencias significantes nulas a los tratamientos, lo que quiere decir que el desarrollo de la raíz, por los tratamientos establecidos, no presenta diferencias representativas.

El coeficiente de variación de 10 %, determina el buen manejo realizado en campo (< a 30%) y la confiabilidad de los datos obtenidos durante el ensayo.

Cuadro N° 15: Prueba del rango múltiple de Duncan para el Factor (a), de la variable longitud de la raíz

PRUEBA DE DUNCAN

FACTOR (a)	MEDIA (cm)*	DUNCAN (5%)
a2 = sustrato (1TL:2A:1t)	9,50	A
a3 = sustrato (1TL:1A:2t)	8,80	B
a1 = sustrato (2TL:1A:1t)	8,50	B

TL = Tierra del Lugar (Sustrato)

A = Arena (Sustrato)

t = Turba (Sustrato)

***** = Centímetros (Sustrato)

De acuerdo con el cuadro N° 15, se determina que el factor (a2), adquirió en promedio de 9,50 cm de longitud de raíz, mostrando superioridad a los otros niveles de sustratos.

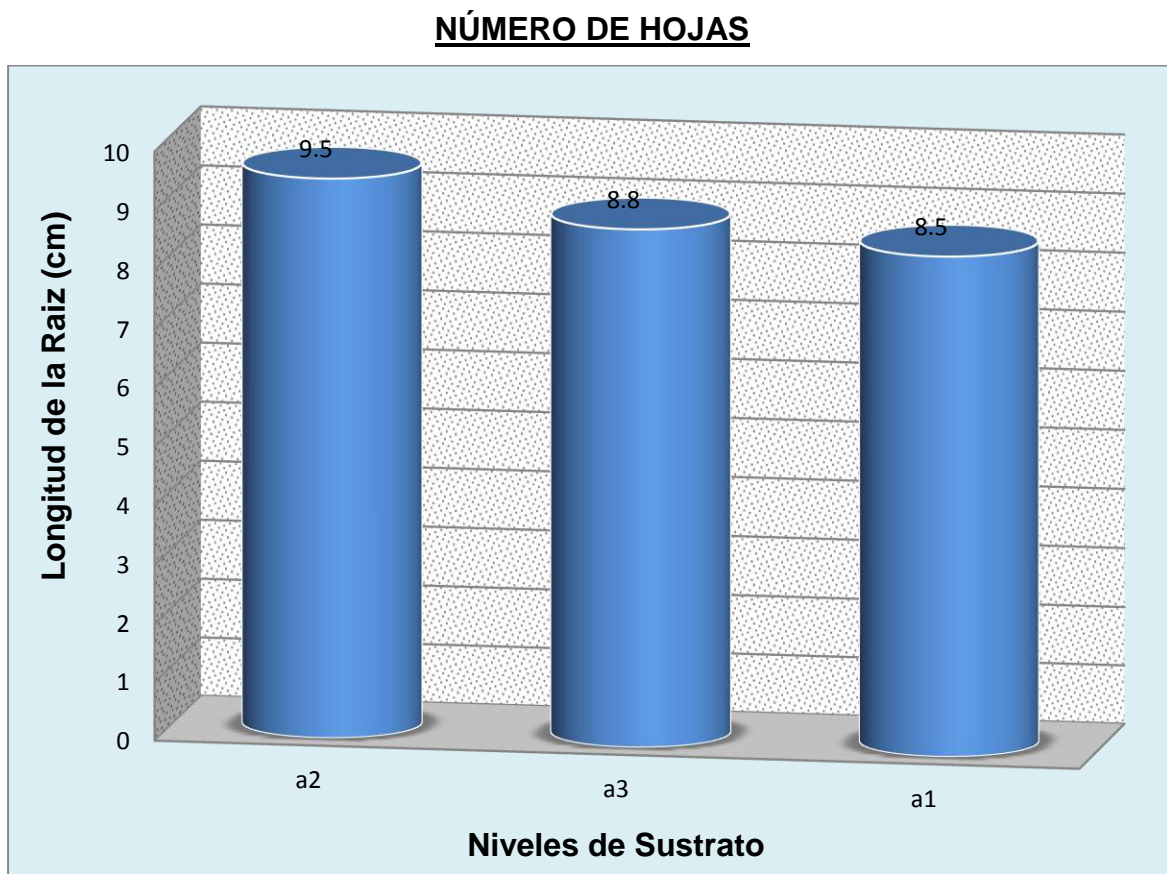
EL factor (a3), llegó a formar parte del segundo grupo que se encuentran por debajo del factor (a2); el cual logró conseguir un promedio de 8,80 cm de longitud de raíz.

El factor (a1), que se encuentran como último componente del segundo grupo, con un promedio de 8,50 cm, siendo el de menor longitud de raíz de todos los niveles de sustrato.

Goitia, (2011) rememora que el abastecimiento de oxígeno ayuda al buen desarrollo de los microorganismos y de las plantas que posee el suelo, es el intercambio entre gases del suelo y los gases de la atmosfera. Los efectos son muy variados, pero relacionados al crecimiento y sobrevivencia de los árboles y las plantas en general.

El mismo autor menciona que la arena permite la penetración de la humedad en forma rápida y uniforme en el sustrato (debido a su porosidad), permitiendo en drenaje adecuado del excedente de agua, además, facilita el crecimiento y buena formación de raíces.

Figura N° 7: Longitud de la raíz, para el Factor (a) de 3 niveles de sustrato



a = Niveles de Sustrato

El tratamiento 2 con un promedio de 10,1 cm de longitud de raíz mostrando superioridad a los otros tratamientos como el tratamiento 6, compuesto por (remojo en agua corriente, durante 8 días acompañado del sustrato 3 partes de tierra vegetal, 1 parte de tierra del lugar y 1 parte de arenilla) con un promedio de 9,7 cm de longitud de raíz quedando en segundo lugar en comparación al tratamiento 2, en el estudio de diferentes tratamientos pre – germinativos en dos tipos de sustrato en (*Acacia dealbata*) en Cota Cota (Mollericonna 2010).

En contraste el tratamiento 4, compuesto de (2 partes de turba, 2 partes de tierra del lugar y 1 parte de arenilla – remojo en agua fría, durante 120 horas), ha obtenido un promedio de 6,52 cm de longitud de raíz, quedando rezagado por los tratamientos de remojo en agua caliente, durante 48 horas en dos niveles de sustratos con un promedio de 6,77 y 6,63 cm de longitud de raíz, en el estudio realizado en el molle (*Schinus molle*) de diferentes combinaciones de sustratos y tratamientos pre – germinativos (Ossio, 2010).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados para el presente trabajo y considerando los resultados del análisis estadístico, además de las observaciones hechas en campo se concluyen, señalando lo siguiente:

1. El Análisis físico de las semillas que se estudiaron en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía, dependientes de la UMSA, de la ciudad de La Paz, presentaron un porcentaje de germinación de 90%, como también, se observó que los niveles de pureza son altos con un total de 89,98% de pureza de semillas de molle. El peso de las semillas de molle, resultó ser de 0,35 kg. La humedad presente en las semillas del molle es de 8,83%, el cual se obtuvo realizando un promedio ponderado las humedades encontradas en los tres lotes de semillas de molle.
2. El porcentaje de germinación de las plántulas de molle, expone un total de 86,19%. Se presume que el porcentaje de mortandad del 13,2% se debe a la mala manipulación en el periodo de recolección, almacenamiento, secado y la manifestación de insectos plaga, hongos y mohos presentes en la fase de vivero.
3. La ocurrencia de los 3 niveles de sustrato estudiados, demostraron que el factor (a2), compuesto por (1 parte de tierra del lugar, 2 partes de arena y 1 parte de turba), influyó en el número de semillas germinadas y posterior desarrollo del molle, donde el sustrato, obtuvo una germinación de 34 semillas, el cual es superior a los demás niveles de sustratos.

4. La longitud de la raíz alcanzó un valor en promedio de 9,50 cm, debido a los componentes del sustrato a2 (1 parte de Tierra del Lugar, 2 partes de Arena, 1 parte de turba), siendo este el de mayor crecimiento, en comparación con los demás factores (a3 y a1), implicando que la proporción de Arena, favoreció a un drenaje adecuado, además facilitó el crecimiento y buena formación de la raíz.
5. La incidencia de las interacciones de los 2 factores (sustrato x germinación), ostentaron que el tratamiento 5, compuesto por (1 parte de tierra del lugar, 2 partes de arena y 1 parte de turba, acompañado de un remojo de 7 días en agua a temperatura ambiente), impulsó el desarrollo más acelerado, en comparación con los demás tratamientos, llegando a germinar a los 20 días de iniciado la investigación, esto se debe a la buena aireación del sustrato que permitió que los cotiledones emerjan con mayor facilidad y el remojo en agua a temperatura ambiente durante 7 días, asistió con la eliminación de los inhibidores químicos presentes en las semillas de molle, ayudando a la germinación uniforme.
6. Como también, el tratamiento 5 de la interacción (axb), compuesto por (1 parte de Tierra del Lugar; 2 partes de Arena; 1 parte de turba – remojo en agua a temperatura ambiente durante 168 horas o 7 días), alcanzó en promedio de 5,94 cm de altura de tallo, nos demuestra que los niveles de arena y el remojo durante 7 días, ayudaron al desarrollo de la parte aérea de la planta.
7. Se resuelve que el factor (b2), que corresponde al remojo en agua fría durante 7 días (168 horas), asociado de un sustrato (1 parte de tierra del lugar: 2 partes de arena: 1 parte de turba), es la combinación más recomendable por su efectividad, adecuado tiempo de remojo en comparación con los restantes niveles de tratamientos pre – germinativos, auxiliando a liberar a las semillas de molle, del arilo dulcete que los rodean.

8. Por lo tanto se concluye que el componente del sustrato a2 (1 parte de tierra del lugar; 2 partes de arena; 1 parte de turba), demostró superioridad, ante las demás composiciones de sustratos, por lo que se resuelve afirmar que es el más apto para la producción en fase de vivero, de semillas de molle.

9. Finalmente, la preparación de los 3 niveles de sustratos, si influye en la germinación de las plántulas de molle (*Schinus molle*), por lo tanto, se rechaza la hipótesis propuesta. La interacción sustrato y pre tratamientos germinativos, denota un comportamiento distinto en el desarrollo del molle (*Schinus molle*), por lo que se resuelve rechazar la hipótesis programada. Con relación a los 3 niveles de tiempo de remojo en agua a temperatura ambiente, no afectan en la germinación del molle, por lo que se resuelve aceptar la hipótesis planteada.

7.2 Recomendaciones

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

1. Durante la fase de recolección de semillas, se recomienda tomar las medidas sanitarias necesarias y el buen manejo, para evitar la contaminación del material genético.
2. De igual manera, se tiene que conocer métodos de almacenamiento, limpiado secado y desinfección de las semillas recolectadas de molle.
3. Para asegurar un buen porcentaje de germinación, se recomienda realizar ensayos con menor tiempo de inmersión en agua fría y observar su desarrollo.
4. Se sugiere realizar estudio de métodos asexuales, como por ejemplo en estacas, para elevar el conocimiento de métodos alternativos a los tradicionales como el método sexual o por semilla.
5. Mantener limpios los espacios entre tratamientos, de esta manera evitamos el desarrollo de hierbas o malezas.
6. Supervisar todos los días las plántulas, para prevenir que no se presenten plagas, enfermedades.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E; Carrión, J y Kenichi, T., (2000). Manual de Viveros Forestales. Autoridad Nacional del Ambiente – ANAM. Agencia de Cooperación Internacional del Japón – JICA. Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques – CEMARE. Rio Hato – Panamá. 101 p.
- Arango, L., (2008). Manual. Infestación y Manejo de Plagas y Enfermedades en Viveros Forestales. CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 144 p.
- Ayala, A., (2011). Establecimiento de Cultivo *in vitro* de Molle (*Schinus molle* 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. Tesis de Grado. Escuela Politécnica del Ejército. Departamentos de Ciencias de la Vida. Ingeniería en Biotecnología. Sangolquí – Ecuador. 172 p.
- Bárbaro, L; Karlanian, A; Imhoff, S y Morisigue, E., (2011). Caracterización de la Turba Subtropical del Departamento Islas del Ibicuy. Facultad de Ciencias Agrarias. Agro ciencia XXVIII. Santa fe – Argentina. pp 137 – 145
- Carrere, R., (2009). Anacahuita (*Schinus molle*). La Indígena más Popular. Colección del Grupo Guayubira sobre Especies Indígenas. Nº 15. Montevideo – Uruguay. 26 p.
- Castillo, I., (2007). Efecto de Diferentes Sustratos y del Endurecimiento por Riego en la Calidad de las Plantas de *Eucaliptus grandis* Hill. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. España. 197 p.
- Castro, S; Silva, S; Meserve, P; Gutiérrez, J; Contreras, L. y Jaksic, F., (1994). Frugivoría y Dispersión de Semillas de Pimiento (*Schinus molle*) por el Zorro Culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) en el Parque Nacional Fray Jorge (IV región, Chile). Departamento de Ecología. Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile. pp 169 – 176

- Codina, R; Carrieri, S; Manzano, E. y Fioreti, S., (2003). Paisajismo Sustentable en Zonas Áridas. Especies Útiles para Paquizaciones Xéricas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo. Tomo XXXV. Nº 2. Mendoza – Argentina. pp 33 – 44
- Corkidi, L; Cacho, S. y Burquez, A., (1991). Dispersión del Piru (*Schinus molle* L. *Anacardiaceae*) por Aves de Teotihuacán. Acta Botánica Mexicana. Instituto de Ecología. México. pp 17 – 22
- De La Cuadra, D., (1993). Germinación, Latencia y Dormición de las Semillas. Dormición en las Avenas Locales. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Ed. Corazón de María. Madrid – España. 24 p.
- El Taller, (2011). Semillas de Molle (*Schinus molle*). Recolección y Esterilización para su Comercialización. Arequipa – Perú. 13 p.
- Eyzaguirre, A., (2011). Mundo Forestal. Arbolado Urbano. Primero Congreso Internacional Urbano de Chile. Santiago – Chile. 27 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), (2008). Guía Ilustrada sobre el Estado de Salud de los Árboles. Reconocimiento e Interpretación de Síntomas y Daños. (OIRSA) Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. San Salvador – El Salvador. 57 p.
- Fernandez, R., (2000). Siembra Directa de Nueve Especies Nativas y Exóticas Arbóreas y Arbustivos en el Parque Nacional Tunari. Universidad Mayor de San Simon. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Tesis de Grado. Cochabamba – Bolivia. 83 p.
- Galloway, G., (1985). Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 2ª Edición. Lima – Perú. pp 44 - 48

- Gallegos, L., (2005). Descripción y Manejo de Plagas y Enfermedades en el Arbolado Urbano de la Comuna de la Reina. Tesis de Grado. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Naturales. Santiago – Chile. 122 p.
- García, Y; Ramos, J. y Becerra J., (2011). Semillas Forestales Nativas para la Restauración Ecológica. Centro de Investigaciones Tropicales. Universidad Veracruzana. Veracruz – México. 15 p.
- Goitia, L., (2011). Dasonomía y Silvicultura. Manual Preliminar de Prácticas. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. pp 19 – 22
- Gómez, C., (1993). Sanidad forestal. Plagas de Insectos en Plantaciones de *Pinus* sp. Universidad Nacional de la Patagonia – Sede Esquel. Argentina. pp 13
- Hartman, H. y Kester, D., (1995). Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. 4ª Impresión. Ed. Continental. México. 760 p.
- IIPQ (Instituto de Investigación, Producción, Servicios y Capacitación “Qollasuyo”), (2003). Repoblamiento de Praderas del Altiplano, con Tóla en el Ámbito Peruano del Sistema T.D.P.S. Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Puno – Perú. 31 p.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), (1994). El Vivero Forestal. Guía para el Diseño y Producción de un Vivero Forestal de Pequeña Escala de Plantas en Envase. Proyecto Forestal Regional. Módulo Santiago del Estero. Santiago del Estero – Argentina. 14 p.
- ISTA, (1961). Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales. La Ciencia y Tecnología de Semillas. Suplemento 21. pp 8 - 21
- Jiménez, F., (1994). Viveros Forestales para la Producción de Planta a Pie de Repoblación. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Secretaria

- General de Estructura Agrarias. Ed. Corazón de María. Getafe – España. 36 p.
- Juárez, C., (2011). Producción de Planta Forestal en Dos Viveros Tecnificados del Estado de Tamaulipas 2008 – 2009. Tesis de Grado. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Tamaulipas – México. 100 p.
- Killen, T; Garcia, E. y Beck, S., (1993). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia – Missouri Botanical Garden. 2ª Edición. Ed. Quipus. Cochabamba – Bolivia. pp 22
- Llanos, S., (2012). Extracción y Caracterización del Aceite Esencial de Molle (*Schinus molle* L.). Tesis de Grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Académica Profesional de Ingeniería en Industrias Alimenticias. Tacna – Perú. 196 p.
- Mollericona, L., (2010). Efecto de Diferentes Tratamientos Pre-germinativos en dos Tipos de Sustrato en Acacia (*Acacia dealbata*) en Cota – cota de la Ciudad de La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia. 63 p.
- Morales, I. y Noli, A., (1997). Algunas Especies Forestales Nativas como Recursos de los Campesinos Andinos de Bolivia. VII Encuentro Regional del Grupo de Trabajo sobre Especies Forestales Nativas Andinas. Cochabamba – Bolivia. pp 52 - 64
- Navarro, R. y Gálvez, C., (2001). Manual para la Identificación y Reproducción de Semillas de Especies Vegetales Autóctonas de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla – España. 390 p.
- Núñez, F., (1993). Cartilla para Instalar Vivero y Plantaciones Forestales para Promotores y Campesinos. Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Programa Eco-Desarrollo Cuenca Lurín – San Borja. Lima – Perú. 15 p.

- Ochoa, R., (2007). Diseños Experimentales. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia. 296 p.
- OIRSA (Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). (2002). Producción de Sustratos para Vivero. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia. Fitosanitaria en Cultivos de Exportación no Tradicional – VINIFEX. Costa Rica. 50 p.
- Orozco, M., (2013). Evaluación de la Actividad Cicatrizante de un Gel Elaborado a Base de los Extractos de Molle (*Schinus molle*), Cola de Caballo (*Equisetum arvense* L.), Linaza (*Linus usitatissimum* L.) en Ratones (*Mus musculus*). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba – Ecuador. 142 p.
- Paredes, D., (2008). Alternativas de Protección de Suelos en la Micro Cuenca Yahuarcocha Mediante Siembra Directa de Tres Especies *Caesalpinia spinosa*, *Acacia macracantha* y *Schinus molle*, en Zanjas de Infiltración. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ecuador. pp 4
- Petrell, J; Ocaña, D; Jon, R. y Barahona, E., (1985). Apuntes sobre algunas Especies Forestales Nativas de la Sierra Peruana. Proyecto FAO/Holanda/INFUR (GCP/PER/027/NET). Apoyo a las Plantaciones Forestales con Fines Energéticos y para el Desarrollo de Comunidades Rurales de la Sierra Peruana. Lima – Perú. 86 p.
- Quihspe, J., (2009). Evaluación de Seis Tratamientos Pre Germinativos y Cuatro Tipos de Sustrato para la Propagación de Arupo (*Chionanthus pubescens* Kunt). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba - Ecuador. 147 p.

- Reynel, C. y Marcelo, J., (2009). Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Manual de Identificación de Especies. Serie Investigación y Sistematización N° 9. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Lima – Perú. 163 p.
- Sánchez, R., (2011). Estrategias Locales de Uso y Manejo de Especies Nativas – Kewiña (*Polylepis besseri* Hierón), T´ola (*Baccharis dracunculifolia* D.C.) y Molle (*Schinus molle* L.) en la Comunidad de Tres Cruces, Tapacarí, Cochabamba. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Escuela de Ciencias Forestales. Cochabamba – Bolivia. 164 p.
- Schulte, A; Rojas, C. y Rojas, R., (1992). Reforestación y Agro forestaría en los Andes. Uso Sostenido, Conservación y Restauración de Suelos con Árboles y Arbustos Nativos. ETSFOR – FUPAGEMA – AGRUCO – ECO. Cochabamba Bolivia. 80 p.
- Serrada, R., (2000). Apuntes de repoblaciones forestales. Generalidades sobre semillas forestales. FUCOVASA. Madrid – España. pp 26
- Trujillo, E., (1989). Fundamentos para el Manejo de Semillas, Viveros y Plantación Inicial. Reproducción Sexual y Vegetativa. Ed. Guadalupe. Bogotá – Colombia. 155 p.
- Urquijo, J., (1999). Seguridad alimentaria y desarrollo sostenible en zonas marginales de Guatemala. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA). Recursos forestales usos y aprovechamiento. Guatemala. pp 65 – 88

- Vaca, M. y Flores S., (2009). Alternativas de Protección de Suelos en Cuatro Sitios de la Micro cuenca Yahuarcocha Utilizando Tres Especies Nativas, *Acacia macracantha* H.&B., *Caesalpinia spinosa* M.&K. y *Schinus molle* L. en Zanjas de Infiltración. Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra – Ecuador. 114 p.
- Varela, S. y Arana, V., (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre germinativos. Sistemas forestales integrados. (INTA) (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Argentina. pp 10
- Yueqin, Z., (2007). Identificación y Actividad Farmacológica de Principios de Especies Antiinflamatorias. Universidad de Valencia. Departamento de Farmacología. Valencia – España. 196 p.

ANEXOS

Anexo N° 1: Datos meteorológicos

Estación:	Laycacota	Latitud Sud:	16° 30' 17"
Departamento:	La Paz	Longitud Oeste:	68° 07' 24"
Provincia:	Murillo	Altura m/s/n/m:	3632

DATOS DE : TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2013	19,1	18,7	20,7	21,2	18,8	16,9	18,0	19,4	20,7	21,1	22,3	19,9	19,7
SUMA	19,1	18,7	20,7	21,2	18,8	16,9	18,0	19,4	20,7	21,1	22,3	19,9	19,7
MEDIA	19,1	18,7	20,7	21,2	18,8	16,9	18,0	19,4	20,7	21,1	22,3	19,9	19,7

DATOS DE : TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2013	7,2	7,3	7,9	6,0	5,6	3,8	3,8	4,0	5,1	7,2	7,5	8,2	6,1
SUMA	7,2	7,3	7,9	6,0	5,6	3,8	3,8	4,0	5,1	7,2	7,5	8,2	6,1
MEDIA	7,2	7,3	7,9	6,0	5,6	3,8	3,8	4,0	5,1	7,2	7,5	8,2	6,1

DATOS DE : TEMPERATURA MEDIA (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2013	13,1	13,0	14,3	13,6	12,2	10,3	10,9	11,7	12,9	14,2	14,9	14,1	12,9
SUMA	13,1	13,0	14,3	13,6	12,2	10,3	10,9	11,7	12,9	14,2	14,9	14,1	12,9
MEDIA	13,1	13,0	14,3	13,6	12,2	10,3	10,9	11,7	12,9	14,2	14,9	14,1	12,9

Anexo N° 3: formulario para la determinación del contenido de pureza se semillas

Determinación de la Pureza de semillas forestales

Repetición	Peso de semillas con impurezas (grs)	Peso de Semillas limpias (grs)	% Pureza	Observaciones
1				
2				
3				
4				
Total				
Promedio				

ESPECIE: NV : _____
NC : _____
Familia : _____

$$\% P. = \frac{\text{Peso Semillas limpias}}{\text{Peso Semillas con impurezas}} \times 100$$

Fecha de la determinación : _____
Autor : _____

Anexo N° 4: Formulario para la determinación de peso en kilogramos de un lote de semillas de molle

B) Por peso

Repetición	Peso de semillas	Observaciones
1		
2		
3		
4		
Total		
Promedio		

ESPECIE: NV : _____
 NC : _____
 Familia : _____

Nº de semillas /Kg. : _____

Fecha de la determinación : _____
 Autor : _____

Anexo N° 5: Formulario para la determinación del contenido de humedad

Determinación del Contenido de Humedad en Semillas Forestales.

Repetición	Peso Húmedo (Ph)	Peso Seco (Ps)	% Humedad	Observaciones
1				
2				
Total				
Promedio				

Especie: NV : _____

NC : _____

Familia : _____

Porcentajes de Humedad (%): _____

Fecha de Determinación : _____

Autor : _____

Anexo N° 10: Muestra de los formularios para la determinación de la longitud de la raíz

N° Copia		LONGITUD DE LA RAÍZ (mm)					
fecha	N°	T	R	N° MUESTRAS			Sumatoria (Σ)=
				1	2	3	
	1	T1	R1				
	2	T1	R2				
	3	T1	R3				
	4	T2	R1				
	5	T2	R2				
	6	T2	R3				
	7	T3	R1				
	8	T3	R2				
	9	T3	R3				
	10	T4	R1				
	11	T4	R2				
	12	T4	R3				
	13	T5	R1				
	14	T5	R2				
	15	T5	R3				
	16	T6	R1				
	17	T6	R2				
	18	T6	R3				
	19	T7	R1				
	20	T7	R2				
	21	T7	R3				
	22	T8	R1				
	23	T8	R2				
	24	T8	R3				
	25	T9	R1				
	26	T9	R2				
	27	T9	R3				

Anexo N° 11: Fotografías



Fotografía N° 1: Almaciguera como área del estudio



Fotografía N° 2: Desinfección del sustrato con formol al 40%



Fotografía N° 3: Mezcla de los elementos del factor (a), sustratos



Fotografía N° 4: Tratamientos de pre – emergencia para el Factor (b)



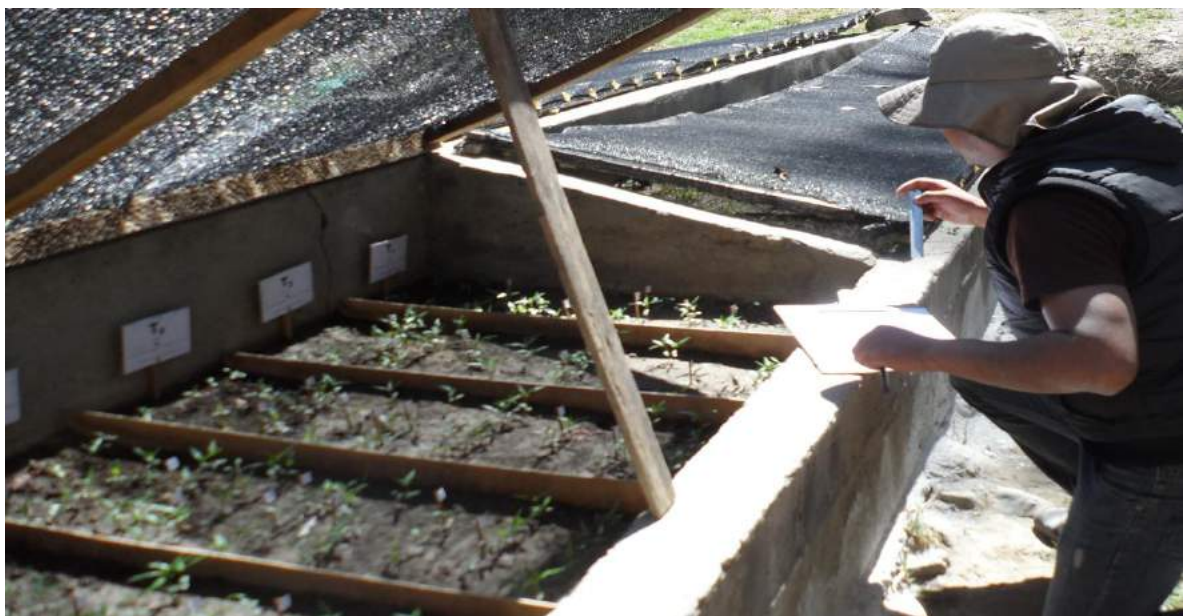
Fotografía N° 5: Método lineal para la siembra de semillas de molle



Fotografía N° 6: Inicio de la germinación de las semillas de molle



Fotografía N° 7: Plántulas de molle a los 45 días después de la germinación



Fotografía N° 8: Toma de datos para la determinación de altura de tallo



Fotografía N° 9: Altura de plántulas a los 90 días de la investigación



Fotografía N° 10: Enfermedades que afectaron a las plántulas



Fotografía N° 11: Tratamientos caseros para prevenir el ataque de insectos plaga



Fotografía N° 13: Foto final de la investigación



Anexo N° 12:

MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ANTONIO BERNARDO PARRA VALDEZ

NO SOLICITUD: 007 / 2015

PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,

FECHA DE RECEPCION : 19 / Enero / 2015

Provincia MURILLO

FECHA DE ENTREGA : 22 / Febrero / 2015

COTA COTA

CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO - 2

N° Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
033-01 /2016	T E X T U R A	ARENA	61	%	Hidrómetro de Bouyoucos
033-02 /2016		ARCILLA	16	%	Hidrómetro de Bouyoucos
033-03 /2016		LIMO	23	%	Hidrómetro de Bouyoucos
033-04 /2016		CLASE TEXTURAL	FA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
033-05 /2016		GRAVA	0,0	%	Gravimetría
033-06 /2016	CARBONATOS LIBRES		PP	-	Reacción ácida
033-07 /2016	pH en agua 1:5		6,39	-	Potenciometría
033-08 /2016	pH en KCl 1:5		6,15	-	Potenciometría
033-09 /2016	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,100	dS/m	Conductancia
033-10 /2016	C A C T A T I D M O E B N I E O S	Acidez de cambio (Al + H)	0,09	meq/100 g	Volumetría
033-11 /2016		Calcio	6,65	meq/100 g	Absorción atómica
033-12 /2016		Magnesio	1,33	meq/100 g	Absorción atómica
033-13 /2016		Sodio	0,10	meq/100 g	Emisión atómica
033-14 /2016		Potasio	0,38	meq/100 g	Emisión atómica
033-15 /2016	Suma de Bases		8,47	meq/100 g	Suma de bases
033-16 /2016	Capacidad de Intercambio Catiónico		8,56	meq/100 g	Volumetría
033-17 /2016	% de Saturación		98,9	%	Cálculo numérico
033-18 /2016	Materia orgánica		4,85	%	Walkley Black
033-19 /2016	Nitrógeno total		0,24	%	Kjeldahl
033-20 /2016	Fósforo asimilable		6,00	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,-

** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco

Y : Arcilloso

FA : Franco Arenoso.

YL : Arcilloso Limoso

L : Limoso

YA : Arcilloso Arenoso

AF : Arenosos Franco

FYL : Franco Arcilloso Limoso

A : Arenoso

FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FY : Franco Arcilloso

FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.