

# UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



## TRABAJO DIRIGIDO

CARACTERIZACION DENDROLOGICA Y FISICA DE LA SEMILLA DE DOS  
ESPECIES DE ARBOLES FORESTALES, MOLLE (*Schinus molle*) Y FRESNO  
(*Fraxinus excelsior*)

RUNNY WINDSOR MAGNE MACHACA

La Paz – Bolivia

2018

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

CARACTERIZACION DENDROLOGICA Y FISICA DE LA SEMILLA DE DOS  
ESPECIES DE ARBOLES FORESTALES, MOLLE (*Schinus molle*) Y FRESNO  
(*Fraxinus excelsior*)

Trabajo Dirigido presentado como requisito parcial  
para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo

RUNNY WINDSOR MAGNE MACHACA

Asesor:

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

Revisores:

Ing. Rene Calatayud Valdez

Ing. Williams Alex Murillo Oporto

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

La Paz - Bolivia

2018



## **DEDICATORIA:**

**A Dios:** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

**A mis padres:** Justo Magne y Margarita Machaca, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

**A mi Familia:** A mi pareja Celia Bernal Quispe y mi querida hija Diana Aracely que son el motor de mi vida.

**A mis hermanos:** Dieter Ovidio, Helder Wilbert, Igor Nando, agradecerles por sus consejos y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y haberme dado unos padres maravillosos y buenos que me ayudaron a salir adelante, sobre todo tener fortaleza y poder formarme profesionalmente.

A mi pareja Celia y mi hija Diana Aracely, agradecerle por ayudarme a seguir adelante con un apoyo incondicional y por alentarme a poder concluir este trabajo.

Agradecer a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por mi formación Académica y Profesional.

A mi asesor Ing. Carlos Mena, por su colaboración en el siguiente trabajo, orientación y observaciones.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Rene Calatayud y el Ing. William Murillo, por su paciencia y brindarme su tiempo al corregir el siguiente trabajo de investigación.

A Los Docentes de la Carrera Ingeniería Agronómica que iniciaron mi formación Académica y Profesionalmente, en especial a la Ing. Frida Maldonado, Ing. Félix Rojas y el Ing. Rene Calatayud que me brindaron su incondicional amistad.

A todos mis amigos que los recuerdo con mucho cariño con los que inicié, Edwin Arias, Valeria Laime, Ángel Gabriel Pomacahua, Paula Nancy Laura, Daysi Mamani, Franklin Quispe, Licet Laime y concluí Pablo Guarachi, Ariel Arragan, Vladimir Alvares, la carrera y compartimos muchas anécdotas y experiencias.

Y que dios les bendiga siempre a todos ellos.

## CONTENIDO

	Paginas
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi

# ÍNDICE GENERAL

	Paginas
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Justificación del Trabajo Dirigido .....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
II. MARCO TEORICO.....	5
2.1 Dendrología.....	5
Caracterización Dendrológicas de semillas forestales.....	5
2.1.1 Molle ( <i>Schinus molle</i> ).....	6
2.1.1.1 Descripción Botánica.....	6
2.1.1.2 Clasificación taxonómica.....	7
2.1.1.3 Características dendrológicas.....	7
a) Árbol.....	8
b) Corteza.....	8
c) Hojas.....	8
Hojas jóvenes.....	9
d) Inflorescencia.....	9
e) Flores.....	9
f) Fruto.....	10
g) Semilla.....	10
h) Fenología.....	10
2.1.2 Fresno ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	12
2.1.2.1 Descripción Botánica.....	12
2.1.2.2 Clasificación taxonómica.....	12
2.1.2.3 Características dendrológicas.....	13

a)	Árbol.....	13
b)	Corteza.....	13
c)	Ramas.....	14
d)	Hojas.....	14
e)	Inflorescencia.....	15
f)	Flor.....	15
g)	Fruto.....	15
h)	Semilla.....	16
i)	Fenología.....	16
2.2	Características de la madera.....	16
2.2.1	Estudio tecnológico de la madera.....	16
2.2.1.1	Descripción de la madera.....	17
a)	Características generales de la madera.....	17
b)	Descripción macro y microscópicos.....	18
c)	Radios.....	18
d)	Fibras.....	18
2.2.1.2	Propiedades físicas.....	18
2.2.2	Caracteres organolépticos de la madera.....	19
2.2.2.1	Color.....	19
2.2.2.2	Olor.....	19
2.2.2.3	Sabor.....	19
2.2.2.4	Lustre o brillo.....	19
2.2.2.5	Grano.....	20
2.2.2.6	Textura.....	20
2.2.2.7	Veteado.....	21
2.2.2.8	Dureza y peso.....	21
2.2.3	Caracteres macroscópicos de la madera.....	22
2.2.3.1	Anillos de crecimiento.....	22
2.2.3.2	Poros.....	22
2.2.3.3	Porosidad.....	23
2.2.3.4	Parénquima axial o tejido claro.....	23

2.3 Estudio de las especies forestales.....	23
2.3.1 Árbol semillero.....	23
2.3.2 Recolección de semillas.....	24
2.3.3 Semilla.....	24
2.3.4 Calidad y análisis de semillas.....	25
2.3.4.1 Pureza física.....	25
2.3.4.2 Número de semillas por kilogramo.....	25
2.3.4.3 Contenido de humedad.....	26
2.3.5 Propiedades internas de la semilla.....	27
2.3.5.1 Viabilidad.....	27
2.3.5.1.1 Prueba de flotación.....	27
2.3.5.2 Porcentaje de germinación.....	27
2.3.6 Tratamientos pre-germinativos.....	28
2.3.6.1 Latencia.....	30
2.3.7 Tipo de sustrato.....	30
2.3.7.1 Desinfección del sustrato. ....	31
2.3.8 Siembra de la semilla.....	31
2.3.9 Energía germinativa.....	31
2.4 Usos de las especies estudiadas.....	32
2.4.1 Usos actuales y potenciales de <i>Schinus molle</i> .....	32
2.4.1.1 Usos Medicinales.....	33
2.4.1.2 Otros Beneficios.....	33
2.4.2 Usos actuales y potenciales de <i>Fraxinus excelsior</i> .....	34
2.4.2.1 Usos Medicinales.....	35
III. SECCIÓN DIAGNOSTICA.....	36
3.1 Materiales y métodos.....	36
3.1.1 Localización y Ubicación.....	36
3.1.2 Características del lugar.....	37
3.1.3 Materiales.....	38

3.1.3.1	Material vegetativo de estudio.....	38
3.1.3.2	Material de campo.....	38
3.1.3.3	Material de laboratorio.....	38
3.1.3.4	Material de gabinete.....	39
3.1.4	Metodología.....	39
3.1.4.1	Caracterización dendrológica de la fase de semilla....	39
3.1.4.2	Obtención de semilla.....	39
3.1.4.2.1	Recolección de los Fruto y Semillas.....	40
3.1.4.2.2	Preparación de la almaciguera y sustrato...	40
3.1.4.2.3	Tratamiento pre- germinativo.....	41
3.1.4.2.4	Almacigo.....	41
3.1.4.2.5	Labores Culturales y Riego.....	42
3.1.4.3	Calidad de semilla.....	42
3.1.4.3.1	Determinación de porcentaje de pureza.....	42
3.1.4.3.2	Determinación del número de semilla por kilogramo.....	43
3.1.4.3.3	Contenido de humedad.....	43
3.1.4.3.4	Determinación de la viabilidad de las semillas.....	44
3.1.4.3.5	Determinación del porcentaje de germinación, en laboratorio.....	44
3.1.4.3.6	Emergencia de las plántulas en porcentaje, a los 45 días de la siembra.....	45
3.1.4.3.7	Energía germinativa.....	45
3.1.4.3.8	Valor real.....	45
3.1.4.3.9	Cantidad de semillas a sembrarse.....	46
IV.	SECCIÓN PROPOSITIVA.....	47
4.1	Descripción dendrológica.....	47
4.1.1	Descripción dendrológica de la especie MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	47
a)	Taxonomía.....	47

b)	Forma.....	47
c)	Corteza.....	49
d)	Hojas.....	50
e)	Inflorescencia.....	51
f)	Flores.....	52
g)	Frutos.....	53
h)	Semillas.....	54
i)	Fenología.....	55
	Floración.....	55
	Fructificación.....	55
	Semilla.....	55
4.1.2	Descripción dendrológica de la especie FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	55
a)	Taxonomía.....	55
b)	Forma.....	56
c)	Corteza.....	57
d)	Ramas.....	58
e)	Hojas.....	58
f)	Inflorescencia.....	59
g)	Flor.....	60
h)	Frutos.....	61
i)	Semillas.....	62
j)	Fenología.....	62
4.2	Obtención de semillas.....	64
a)	Recogida del suelo.....	64
4.3	Características físicas de la semilla, en laboratorio.....	65
4.3.1	Pureza física para la especie <i>Schinus molle</i> .....	65
4.3.2	Pureza física para la especie <i>Fraxinus excelsior</i> .....	66
4.3.3	Cantidad de semillas por kilogramo para la especie <i>Schinus molle</i> .....	67
4.3.4	Cantidad de semillas por kilogramo para la especie	

	Fraxinus excelsior.....	68
4.3.5	Contenido de humedad para la especie <i>Schinus molle</i> .....	69
4.3.6	Contenido de humedad para la especie <i>Fraxinus excelsior</i> .....	70
4.3.7	Porcentaje de germinación para la especie <i>Schinus molle</i> .....	71
4.3.8	Porcentaje de germinación para la especie <i>Fraxinus excelsior</i> .....	72
4.3.9	Viabilidad por prueba de flotación, en semillas de <i>Schinus molle</i> .....	73
4.3.10	Viabilidad por prueba de flotación, en semillas de <i>Fraxinus excelsior</i> .....	74
4.3.11	Energía germinativa de la especie de <i>Schinus molle</i> .....	75
4.3.12	Energía germinativa de la especie de <i>Fraxinus excelsior</i> ...	75
4.3.13	Valor real de la especie de <i>Schinus molle</i> .....	76
4.3.14	Valor real de la especie de <i>Fraxinus excelsior</i> .....	76
4.3.15	Cantidad de semilla a sembrarse para la especie de <i>Schinus molle</i> .....	77
4.3.16	Cantidad de semilla a sembrarse para la especie de <i>Fraxinus excelsior</i> .....	78
V.	SECCION CONCLUSIVA.....	79
5.1	Conclusiones.....	79
5.2	Recomendaciones.....	80
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	81

## ÍNDICE DE CUADROS

	Paginas
Cuadro 1. Tratamientos pre-germinativo para las dos especies.....	41
Cuadro 2. Resultados de pureza física en semillas de <i>Schinus molle</i> .....	65
Cuadro 3. Resultados de pureza física en semillas de <i>Fraxinus excelsior</i> .....	66
Cuadro 4. Resultados de la cantidad de semillas por kilogramo <i>Schinus molle</i> .....	67
Cuadro 5. Resultados de la cantidad de semillas por kilogramo <i>Fraxinus excelsior</i> .....	68
Cuadro 6. Resultados de contenido de humedad <i>Schinus molle</i> .....	69
Cuadro 7. Resultados de contenido de humedad <i>Fraxinus excelsior</i> .....	70
Cuadro 8. Resultados de porcentaje de germinación de <i>Schinus molle</i> .....	71
Cuadro 9. Resultados de porcentaje de germinación de <i>Fraxinus excelsior</i> ....	72
Cuadro10. Resultados de viabilidad, en 100 semillas de <i>Schinus molle</i> .....	73
Cuadro 11. Resultados de viabilidad, en 100 semillas de <i>Fraxinus excelsior</i> ..	74
Cuadro 12. Resultados de valor real de <i>Schinus molle</i> .....	76
Cuadro 13. Resultados de valor real de <i>Fraxinus excelsior</i> .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1. Fenología de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	63

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Paginas
Fotografía 1. Ubicación área de estudio.....	36
Fotografía 2. Árbol MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	48
Fotografía 3. Cortez de MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	49
Fotografía 4. Hojas de MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	50
Fotografía 5. Inflorescencia de MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	51
Fotografía 6. Flor de MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	52
Fotografía 7. Fruto de MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	53
Fotografía 8. Semillas de MOLLE ( <i>Schinus molle</i> ).....	54
Fotografía 9. Árbol de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	56
Fotografía 10. Tronco, corteza externa de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	57
Fotografía 11. Ramas de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	58
Fotografía 12. Hojas de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	59
Fotografía 13. Inflorescencia de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	59
Fotografía 14. Flor de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	60
Fotografía 15. Fruto de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	61
Fotografía 16. Semilla de FRESNO ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Paginas
Anexo 1: Formulario Dendrológico.....	87
Anexo 2: Formulario para la determinación de la pureza de semillas forestales.....	91
Anexo 3: Formulario para la determinación de número de semillas por kilogramo.....	92
Anexo 4: Formulario de determinación del contenido de humedad de semillas forestales.....	93
Anexo 5: Formulario de Determinación del poder germinativo o porcentaje de germinación de semillas.....	94
Anexo 6: Formulario de determinación del poder germinativo o porcentaje de germinación de semillas en laboratorio.....	95
Anexo 7: Fotografías.....	96
Fotografía 1: Semillas del molle.....	96
Fotografía 2: Semillas del Fresno.....	96
Fotografía 3: Pesado de semillas de Molle.....	97
Fotografía 4: Pesado de semillas de Fresno.....	97
Fotografía 5: Estufa para el secado de semillas para el estudio.....	98
Fotografía 6: Preparando las platabandas para el estudio.....	98
Fotografía 7: Siembra de las especies.....	99
Fotografía 8: Protección con paja a las especies.....	99

## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “Caracterización Dendrológica y Física de la semilla de dos especies de árboles forestales, Molle (*Schinus molle*) y Fresno (*Fraxinus excelsior*)”, fue elaborado en dos fases: una primera fase corresponde a la descripción de las características dendrológica de las especies, realizando observaciones externas de las plantas y siguiendo las normas de identificación de especies forestales, elaborada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias del Perú.

La segunda fase fue la determinación de las características física de la semilla de las dos especies forestales, la cual fue realizada en laboratorio (porcentaje de pureza, cantidad de semillas por kilogramo, contenido de humedad, viabilidad, energía germinativa, valor real, cantidad de semilla para la siembra) , empleando un análisis basado en procedimientos normalizados para el muestreo y ensayo de semillas del ISTA (Asociación Internacional de Ensayo de Semillas), también se determinó la germinación en campo en los predios de la universidad en la zona de Cota Cota.

El molle( *Schinus molle*), es un árbol de 10 m de alto, puede alcanzar los 25 metros, presenta una corteza escamosa de color grisácea, sus ramas son colgantes, follaje perenne, denso, hojas compuestas, aromáticas, sus foliolos sésiles de 1.5 a 4 cm de largo, de forma lanceoladas, inflorescencias dispuestas en panículas de 10 a 20 cm de largo son largas y colgantes, las flores son pequeñas de color blanco verdoso, y florecen en el mes de octubre a noviembre los frutos están en racimos, carnosos al principio y cuando maduran son secos globosos de 4-8 mm de diámetro, son de color rosado a purpureo.

El fresno (*Fraxinus excelsior*), son arboles normalmente inferiores a los 20 m, se desarrolla bien en climas templados, su tronco es recto y duro, corteza gris y arrugada, las ramas son opuestas y bifurcadas, hojas opuestas imparipinadas, con 7-9 foliolos de forma ovado lanceolada, las yemas de color marrón claro (característica importante para diferenciar esta especie), las inflorescencias son pequeñas panículas, sus flores carecen de sépalos y pétalos, solo llevan órganos sexuales, florecen en los meses de marzo a mayo, sus frutos son alargados, se los denomina sámaras, son secos, aplastados con un ala terminal.

En las características físicas de la semilla del molle (*Schinus molle*), posee un valor de 94.11 % de pureza, 28.571 semillas por kilogramo, 8 % de humedad, 97.5 % de semillas viables, 2.22 % de energía germinativa, 62.81 % de valor real, la cantidad de semillas a sembrarse es 480 gr y 66.75 % de porcentaje de germinación en semillas sometidas al tratamiento pre germinativo remojo en agua por 5 días.

El fresno (*Fraxinus excelsior*), posee un valor de 77.05 % de pureza, 43.859 semillas por kilogramo, 5.87 % de contenido de humedad, 87.25 % de semillas viables, 1.69 % de energía germinativa, 39.10 % de valor real, la cantidad de semillas a sembrarse es de 390 gr y 50 75% de porcentaje de germinación

Los usos actuales y potenciales del molle es en la utilización como materia prima para la fabricación de perfumes y pomadas medicinales, son ornamentales para adornar paisajes, también este árbol tiene la cualidad de repeler algunas plagas.

El fresno, por su excelente resistencia su madera es utilizada en la fabricación de mangos, y todo tipo de herramientas, sus hojas y semillas tienen propiedades medicinales.

## SUMMARY

The research work entitled "Dendrological and Physical characterization of the seed of two forest tree species, Molle (*Schinus molle*) and Fresno (*Fraxinus excelsior*)", was developed in two phases: a first phase corresponds to the description of the dendrological characteristics of the species, making external observations of the plants and following the norms of identification of forest species, elaborated by the National Institute of Agrarian Research of Peru.

The second phase was the determination of the physical characteristics of the seed of the two forest species, which was carried out in the laboratory (percentage of purity, number of seeds per kilogram, moisture content, viability, germinative energy, real value, amount of seed for planting), using an analysis based on standardized procedures for the sampling and testing of seeds of the ISTA (International Seed Testing Association), germination was also determined in the field on the university grounds in the Cota area .

The molle (*Schinus molle*) is a tree 10 m high, it can reach 25 meters, it has a grayish scaly bark, its branches are hanging, perennial foliage, dense , compound, aromatic leaves, sessile leaflets 1.5 to 4 cm long, lanceolate, inflorescences arranged in panicles 10 to 20 cm long are long and hanging, the flowers are small greenish-white, and bloom in the from October to November the fruits are in clusters, fleshy at the beginning and when they mature they are globose dry ones of 4-8 mm in diameter, they are pink to purpureous.

The ash (*Fraxinus excelsior*), are usually less than 20 m trees, it grows well in temperate climates, its trunk is straight and hard, gray and wrinkled bark, the branches are opposite and bifurcated, opposite leaves imparipinadas, with 7-9 leaflets ovate lanceolate, light brown buds (important feature to differentiate this species, the inflorescences are small panicles), their flowers lack sepals and petals, only carry sexual organs, flowers in the months of March to May, their fruits they are elongated, they are called sámara, they are dry, crushed with a terminal wing.

In the physical characteristics of the molle seed (*Schinus molle*), it has a value of 94.11% purity, 28,571 seeds per kilogram, 8% humidity, 97.5% viable seeds, 2.22% germinative energy, 62.81% real value , the amount of seeds to be planted is 480 gr and 66.75% germination percentage in seeds submitted to the pre germinative treatment soaking in water for 5 days.

The ash (*Fraxinus excelsior*), has a value of 77.05% purity, 43,859 seeds per kilogram, 5.87% moisture content, 87.25% viable seeds, 1.69% germinative energy, 39.10% real value, the amount of seeds to be planted is 390 gr and 50 75% germination percentage

The current and potential uses of molle is in the use as raw material for the manufacture of perfumes and medicinal ointments, they are ornamental to decorate landscapes, also this tree has the quality to repel some pests.

The ash, for its excellent resistance its wood is used in the manufacture of mangoes, and all kinds of tools, its leaves and seeds have medicinal properties.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

Los bosques naturales en Bolivia constituyen una tradicional fuente de múltiples recursos complementarios a la subsistencia diaria de los pueblos rurales, originarios e indígenas.

También son la base de una creciente industria de bienes maderables y no maderables que generan fuentes de trabajo e importantes ingresos al Estado y Gobierno locales.

Los bosques en Bolivia son una fuente importante de biodiversidad, llegan a cubrir un 48% de la superficie del país o sea 53.4 millones de hectáreas (MDSMA, 1995).

Datos estadísticos demuestran que en los últimos 20 años los niveles de deforestación han llegado 270.000 ha/año, lo cual resulta significativamente alarmante. Similares condiciones se producen en el departamento de La Paz, con una superficie territorial 13.3 millones de hectáreas, de las cuales más del 45% forman parte de la cobertura forestal ósea 5.9 millones de hectáreas (Bolfor, s/f).

Sin embargo, el principio básico de la sostenibilidad de los recursos forestales debe tomar en cuenta los límites naturales de protección y producción para compatibilizarlos con el desarrollo social y económico deseado.

En este sentido, vemos con preocupación cómo las tierras boscosas que son únicamente valoradas por la madera comercial, alienta una peligrosa y persistente conversión a otros usos, incluso en tierras no aptas para fines agrícolas o ganaderos.

Los resultados que presentan, deben motivar a profundizar el análisis sobre el futuro de nuestros bosques, y contribuir a desarrollar criterios y estrategias para la formulación de políticas forestales dirigidas a viabilizar y consolidar el manejo sostenible de los bosques naturales de Bolivia.

La aplicación de los saberes de la dendrología es necesaria para el desarrollo de diferentes actividades puede favorecer una distinción de las especies que resultan útiles o deseables en un entorno, facilitando el manejo forestal.

La mayoría de las especies de interés forestal se propaga mediante semillas, la idoneidad y calidad de estas influyen de manera muy considerable en el éxito de las plantaciones que se efectúan a partir de ellas.

Considerar y analizar sus características físicas permitirá garantizar y homogenizar plantaciones de crecimiento rápido y sanas capaces de obtener buen rendimiento.

### **1.1 Planteamiento del Problema.**

La calidad de la planta forestal es uno de los factores más importantes que condicionan el éxito de la plantación. Sin embargo esta importancia solo ha sido reconocida hace relativamente poco tiempo. Cuando peor es el sitio de plantación, mayor es la diferencia entre plantas buenas y plantas malas.

El concepto de calidad de planta, se puede definir como la capacidad de una planta forestal de alcanzar una expectativa de supervivencia y crecimiento en una estación particular (Duryea, 1985).

Dada la importancia de la calidad de la planta forestal en el éxito de las plantaciones, las características genéticas (origen), morfológicas y fisiológicas deben estar perfectamente definidas en los Documentos técnicos del proyecto o memoria Técnica.

Esta capacidad es el reflejo de unas condiciones morfológicas y fisiológicas de la planta que le permiten una mejor respuesta frente a los factores propios del lugar de establecimiento.

Para llevar a cabo un control de calidad de una determinada especie es preciso definir un estándar de calidad para cada especie y forma de cultivo. Esto se hace mediante la técnica de ensayo y error.

## **1.2 Justificación del Trabajo Dirigido.**

El sector forestal boliviano ha información básica de sus recursos, tanto maderables como no maderables.

La poca información referente a la cuantificación de los recursos forestales obtenida hace casi treinta años a través de inventarios realizados con apoyo internacional no fue actualizada, quedando en muchos casos olvidados y la reducida documentación que el estado Boliviano obtuvo a través de sus instituciones.

El uso responsable y divulgación de la información técnica que se ha generado debe constituirse en insumo para la definición de políticas y estrategias del sector forestal.

Existen una importante necesidad de conocer las características dendrológicas de las especies distribuidas a lo largo del territorio nacional, lo que se ha considerado al propiciar el estudio de dos especies forestales presentes en la región de La Paz, esencialmente en cuanto a su identificación dendrológica, la silvicultura y los usos actuales y potenciales, que posibiliten incorporar información y conocimiento para la propagación de las mismas.

La selección del método apropiado para la recolección de semilla en arboles forestales, las pruebas mínimas incluyen contenido de humedad, pureza, peso de semilla y porcentaje de germinación, ya que esta información será requerida por el usuario.

El análisis antes de la recolección y durante el procesamiento, no se describe en las reglas del ISTA, algunas directrices se encuentran en Willan (1985), Barner y Olesen (1984) y Stubsgaard y Baadsgaard (1989)

### 1.3 OBJETIVOS

#### Objetivo General

- Evaluar las características dendrológicas de las especies forestales de molle (*Schinus molle*) y fresno (*Fraxinus excelsior*) y características físicas de la semilla

#### Objetivo Especifico

- Describir características dendrológicas de dos especies forestales, molle (*Schinus molle*) y fresno (*Fraxinus excelsior*)
- Establecer las características físicas de las semillas de dos especies de árboles forestales, molle (*Schinus molle*) y fresno (*Fraxinus excelsior*).

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Dendrología

Cabrera *et. al.*, (1992) citado por Clavijo (1999), se ocupa del estudio de las plantas leñosas, principalmente árboles y arbustos.

Se centra sobre todo en las especies de importancia económica, examinándolas desde el punto de vista sistemático y foto geográfico, relación con el crecimiento del tronco, la producción de madera y aspectos ecológicos de su crecimiento.

Cabrera *et. al.*, (1992) citado por Clavijo (1999), indica que el estudio dendrológico se debe hacer en base a un estudio de las características externas del árbol las cuales son:

- Forma y disposición de las hojas, flores y frutos.
- Tipo de corteza que posee.
- Forma que presentan sus raíces.
- Sustancias que segregan tales como látex, resinas, etc.

#### **Caracterización Dendrológicas de semillas forestales.**

La dendrología es la ciencia que se encarga de la identificación, caracterización de las especies arbóreas; asimismo, de la nomenclatura, nombre científico, clasificación botánica y distribución de las especies, lo que constituye la base fundamental para el aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques. La gran diversidad de especies arbóreas por Brako & Zarucchi (1993), con más de 3.000 especies arbóreas en la Amazonia, muestra la gran dificultad que se tiene para la correcta identificación de cada especie; asimismo, por la escasa probabilidad de obtener material fértil, es decir, hojas y flores y/o frutos, durante la colecta en el bosque.

### **2.1.1 Molle (*Schinus molle*).**

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

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.

#### **2.1.1.1 Descripción Botánica.**

Pañella, (1972). Árbol perenne que alcanza 14 m de altura, con una anchura de vegetación de 15 m; en cultivo menos, debido a la poda. Porte ligero y alegre por sus finas ramas colgantes; tronco principal con nubosidades

Schulte et al., (1992), aseguran que, es un árbol polígamo dioico, alcanza alturas entre 6 a 15 m, en ocasiones se pueden encontrar árboles entre 20 – 25 m, en forma de arbustos con alturas de 2 – 3 m (altitud 2500 msnm).

Tortorelli (1956), asevera que, es un árbol por lo general de tercera magnitud da hasta 20 m de altura y un diámetro de 1 m con fuste inferior a lo que corresponde acuerdo a su altura. En cambio tiene copa grande, generalmente globosa y muy densa, las ramas jóvenes son delgadas y cilíndricas.

Hueck (1978), indica que, es un árbol de hasta 12 m de altura, cuyas ramas y ramillas son fuertes, colgantes, presenta un porte medio hasta de 18 m x 80 cm de diámetro.

### **2.1.1.2 Clasificación taxonómica.**

La clasificación taxonómica del molle ha sido descrita por Killeen *et al.*, (1993) y es como sigue:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidas
Orden:	Sapindales
Familia:	Anacardiaceae
Género:	Schinus
Especie:	S. molle L.

### **2.1.1.3 Características dendrológicas.**

Font Quer, (1975), dendrología es el tratado de los árboles o más concretamente el estudio de los árboles.

Lara (1988) e INIA-OIMT (1996), las características externas que se deben observar en un árbol son:

- Dimensiones del árbol.
- Características de la base del tronco.
- Copa.
- Características del fuste.
- Características de la corteza.
- Características de los exudados o secreciones.
- Características de las hojas, flores, frutos y semillas.

### **a) Árbol.**

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.

Reynel y Marcelo, (2009). 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.

Lenin y Valdebenito, (2000). Árbol siempre verde, copa abierta y densa, puede alcanzar una altura de 12 m y 50 cm de diámetro altura pecho produce una resina blanquecina elástica y pegajosa, fragante con olor a pimienta.

### **b) 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.

Villarreal (1993), asevera que, son árboles o arbustos, comúnmente con corteza resinosa, el tronco sirve a la planta como medio de conducción de los haces vasculares que sirven para sostener a las hojas, flores y frutos. Las hojas son alternas, simples o compuestas.

### **c) Hojas.**

FAO (1956). Las hojas del molle son compuestas, aromáticas, foliolos oblongos, imparipinnados, borde de los foliolos aserrado, nervadura pinatinerva.

Killeen et al., (1993), afirman que, es un árbol con hojas imparipinnadas o raras veces paripinnadas, a menudo tienen folíolos numerosos (más de 30), lanceolados, sésiles, crenado – dentados, especialmente en las puntas, el raquis comúnmente alado.

Torrice et al., (1994), señalan que, las hojas son alternas compuestas, pinnadas, colgantes. Flores son hermafroditas y unisexuales masculinas en un mismo árbol o en ocasiones solamente masculinas pequeñas, blanco amarillentas, reunidas en racimos pendulares.

### **Hojas jóvenes.**

FAO (1956), se llama hoja, a todo órgano que brota lateralmente del tallo de ramas, opuestas, en gran número de pares a cada lado de las ramas jóvenes, con sección cuadrada perfectamente definida que aquellas a menudo envuelven. Sésiles amplexicaules, cordiformes, ovales a anchamente lanceolada y de 5 a 10 cm, de longitud por 2 a 6 de anchura. Tanto las hojas jóvenes como las ramas son muy glaucas.

### **d) 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.

### **e) Flores.**

FAO (1956) determinan que sus flores son de color blanco amarillento merdoso, pequeñas y hermafroditas, agrupadas en racimos compuestos (panículas).

Lenin y Valdebenito (2000), aseveran que, Las flores se encuentran en panojas axilares y terminales y son funcionalmente unisexuales y ocasionalmente bisexuales, de color crema.

**f) Fruto.**

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.

Killeen et al., (1993), afirman que el fruto es globoso, de 5–7 mm de diámetro, exocarpo delgado, deciduo, rosado a rojo-rosado cuando maduro, glabro, mesocarpo carnoso y resinoso, endocarpo óseo. El fruto es picante 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.

**g) Semilla.**

Reynel y Marcelo, (2009) manifiestan que solo cuentan con una sola semilla y poseen un fuerte olor resinoso al estrujar.

Los frutos drupáceos, globosos de color amarillo rojizo cuando están maduros, de 5 mm de diámetro, contienen abundante aceite.

**h) Fenología.**

Nina (1999), determina que:

Floración: Florece de septiembre a diciembre.

Fructificación: De enero a abril.

Recolección de semillas: De abril a julio.

Pañella (1972), asevera que:

Floración: Florece durante la primavera, generalmente octubre y noviembre.

Fructificación: Fructifica a partir de enero.

Lara, (1988), menciona:

Floración: Florece en primavera y verano.

Fructificación: Los frutos aparecen en otoño y persisten en invierno.

Lenin y Valdebenito, (2000)

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

Lenin y Valdebenito, (2000).

Fructificación: la formación de los frutos se inicia en especies lo cual se extiende hasta abril cuando las temperaturas son mayores (20° C). A partir de abril los frutos comienzan a madurar y permanece hasta junio. A mediados de este mes, durante el periodo seco (< 5 mm de pp), los frutos comienzan a caer de los árboles y casi no se encuentran en junio.

Torrice et al. (1994).

Esta especie florece abundantemente en octubre – noviembre, con frutos en abril – mayo se reproduce de forma natural a través de semillas, aunque es también posible hacerlo por medio de ramas, pero en casos muy excepcionales. Se observa buena regeneración de plántulas a partir de semillas, al pie de los árboles y en las chacras abandonadas con tierra vegetal de molle

### **2.1.2 Fresno (*Fraxinus excelsior*)**

FAO (1995), El fresno es un árbol caducifolio que es originario de Europa. Este árbol tiene un tamaño mediano ya que alcanza una altura de entre 8 a 12 metros y en algunos ejemplares llegan a más de 30 metros.

Su nombre científico es *Fraxinus excelsior* y pertenece a la familia de las oleáceas. Este árbol es muy usado como árbol urbano ya que da mucha sombra y se adapta bien a las ciudades.

Este fresno se desarrolla bien en climas templados pero es bastante resistente al frío y al viento, pero no tolera el calor intenso y los climas muy secos.

El tronco es recto y duro con forma cilíndrica, da mucha sombra por eso es usado en arbolado público y en jardines o parques. Las hojas son lanceoladas en color verde oscuro.

#### **2.1.2.1 Descripción Botánica.**

Killeen *et al.*, (1993), *Fraxinus excelsior*, de nombre común fresno norteño, fresno común o fresno de hoja ancha, es una especie perteneciente a la familia de las oleáceas.

Es un árbol nativo de la mayor parte de Europa; desde España, principalmente el norte, hasta Rusia. Su hábitat natural más septentrional se encuentra en Trondheim, Noruega, y el meridional, en el norte de Grecia.

#### **2.1.2.2 Clasificación taxonómica.**

Killeen *et al.*, (1993), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia:	Oleaceae
Género:	Fraxinus
Especie:	F. excelsior L.

### **2.1.2.3 Características dendrológicas**

Reynel y Marcelo, (2009), indica que, una especie caducifolia que puede alcanzar hasta 45 metros de altura. De corteza gris o pardo-grisácea, lisa y con lenticelas en ramas y ejemplares jóvenes, agrietada en los adultos.

#### **a) Árbol.**

Árbol del fresno llega hasta 30 m en Bolivia, las hojas escamiformes, rómbico-ovadas, engrosadas en el ápice y algo mayores de 1 mm de largo. Cultivado para cortinas rompe vientos y la formación de microclimas favorables en campos agrícolas; coleccionados con cono en julio Murillo, La Paz, ciudad, Cota-Cota (3600m).

#### **b) Corteza**

Reynel y Marcelo, (2009). Posee una corteza de color gris pálido y lisa cuando es joven, que se vuelve rugosa con la edad. Del tronco, salen ramas con pequeñas hojas opuestas de color verde intenso.

La corteza del fresno tiene propiedades tónicas o astringentes, por lo que es un remedio para facilitar los procesos digestivos o para detener la diarrea. La corteza usada en infusión o decocción tienen una acción febrífuga, disminuyendo la fiebre.

**c) Ramas.**

Las ramas y brotes son siempre opuestos. Cuando esté buscando por la rama opuesta en el árbol, por favor considere que algunas yemas o brotes pueden morir, por lo que algunas ramas pueden estar sin otra rama opuesta.

**d) Hojas.**

BASFOR (2000), Hojas imparipinnadas, con 9 a 13 folíolos lanceolados a ovado-lanceolados y de bordes dentados. Las hojas de este fresno son de las últimas que abren en primavera, y las primeras en caer en otoño.

Killeen et al., (1993), Las hojas son opuestas y están compuestas por 5-11 folíolos. Los márgenes de los folíolos pueden ser lisos o dentados. El único árbol con ramas opuestas y con hojas formadas por folíolos además del feno es el Arce (*Acer negundo*), el cual a diferencia de fresno, casi siempre tiene 3 a 5 folíolos.

Torrice et al., (1994), Las hojas del fresno son caducas y compuestas imparipinnadas, miden 20 a 30 cm de largo, normalmente tienen 9 a 13 folíolos aunque pueden tener tan sólo 7 y están en disposición opuesta. Presentan tan sólo algunos pelos en los nervios del envés. Los folíolos miden (2,5) a 11 cm de largo y 1,5 a 3 cm de ancho, son estrechamente ovados o lanceolados, tienen la base normalmente más o menos redondeada y acaban en punta.

No tienen peciolo y su margen es dentado, con los dientes dirigidos hacia el ápice, más numerosos que los nervios laterales y con los entrantes entre ellos rectilíneos y estrechos. Están dispuestos de forma opuesta y su color es verde oscuro brillante en el haz y más pálido en el envés. En otoño, las hojas pueden cambiar a color amarillo más o menos amarronado antes de caer, pero a menudo se desprenden todavía verdes.

### **e) Inflorescencia**

BASFOR (2000), Las inflorescencias, pequeñas panículas que aparecen antes que las hojas, surgen en las axilas de las ramas del año anterior en ramilletes opuestos en *F. angustifolia* y *F. excelsior*. Grandes panículas terminales o axilares, vistosas y muy olorosas en *F. Ornus*.

### **f) Flor.**

BASFOR (2000), Las flores, que carecen de cáliz y corola, salen antes que las hojas y aparecen en racimos axilares cortos sobre ramas del año anterior; el androceo tiene 2 estambres de anteras purpúreas, más o menos grisáceas, y el gineceo un ovario libre con dos cavidades. Pueden ser unisexuales o hermafroditas, y en un mismo árbol puede variar de un año a otro.

Lenin y Valdebenito (2000), Las flores son pequeñas y de color púrpura, que se vuelve amarillo cuando se abren las anteras. No tienen cáliz ni corola y se encuentran agrupadas en panículas densas que aparecen antes que las hojas sobre las ramillas crecidas el año anterior. Pueden ser hermafroditas o unisexuales. Cuando tienen pistilo, éste es único y, si presentan estambres tienen 2. La floración se produce de marzo a mayo. La polinización tiene lugar mediante el viento.

### **g) Fruto.**

BASFOR (2000), El fruto, llamado sámara, es una vaina alada lanceolada a oblonga de unos 28 a 48 cm de largo por 5,7 a 10 mm de ancho.

Killeen et al., (1993), Los frutos son sámaras lanceoladas de 2,5 a 5 cm de longitud. Están constituidas por una semilla alargada y un pericarpio membranoso que se expansiona formando un ala delgada cuya función es la dispersión por el viento.

## **h) Semilla.**

BASFOR (2000), La semilla fusiforme (7,4-17,3 x 1,7-4,3 mm) y de color parduzco se encuentra en un hueco de forma elíptica dentro de la sámara.

Killeen et al., (1993), Las sámaras inicialmente son de color verde claro y adquieren un tono castaño claro cuando maduran en otoño. Persisten en el árbol tras la caída de las hojas.

## **i) Fenología**

Los frutos de fresno se recolectan entre marzo y junio. La madurez de los frutos se reconoce por el color amarillento que toman, lo que indica la disposición a la dispersión. La recolección preferiblemente debe hacerse mediante el sistema de cuerdas, manta o bien con una podadora de extensión, Torres et al., (2011).

Las semillas se siembran por el método de puntos en un sustrato a base de tierra y arena. Se deben cubrir apenas sub-superficialmente. La germinación se experimenta entre los 13 y 42 días después de la siembra. Su porcentaje de germinación, que va a depender de la calidad de la semilla, varía de un 60 a un 84 %.

Se pueden obtener un total de 41322 semillas por kilogramo. Las plántulas se encuentran listas para su repique o trasplante, bajo el sistema de producción en bolsa plástica, dos semanas posteriores a la germinación. En cuanto al mantenimiento, es indispensable aplicar sombra por un periodo no mayor a los 8 días, así como fertilización química u orgánica en caso necesario, Torres et al., (2011).

## **2.2 Características de la madera.**

### **2.2.1 Estudio tecnológico de la madera.**

### **2.2.1.1 Descripción de la madera.**

Los retoños presentan un rápido desarrollo los que pueden alcanzar 2-3 m de longitud y 3 cm de diámetro al primer año.

Al final del período seco se cortan los rebrotes anualmente o cada dos años si el crecimiento es más lento que lo esperado.

El mismo autor señala que los retoños proveen de madera como soporte de frutales, leña, reparación de corrales. El abundante follaje que no es palatable ni tiene valor forrajero, se utiliza en la preparación doméstica de compost o abono orgánico.

#### **a) Características generales de la madera.**

La madera de *Schinus molle*, en condición seca al aire, es de color blanco amarillento claro con un tinte amarillo claro en algunas muestras y en otras rosado claro.

La transición de color de albura a duramen es gradual, siendo la primera de color más claro; la albura es angosta con un espesor que varía de 1 a 5 cm, con un promedio de 2.6 cm; comprende del 10 al 15 por ciento de la sección transversal.

Los anillos de crecimiento se diferencian a simple vista y están limitados por bandas oscuras formadas por tejidos fibrosos densos. La mayoría de las muestras presentan anillos excéntricos.

El grano generalmente es entrecruzado y en algunas muestras es recto; la textura es mediana. El brillo varía de medio a elevado; no tiene olor ni sabor distintivo.

## **b) Descripción macro y microscópicos.**

Ligeramente visible a simple vista, no numerosos entre 8 y 12 por mm<sup>2</sup> (promedio 9 por mm<sup>2</sup>), de tamaño mediano variable entre 65 y 159 u (promedio 124 u), solitarios y con abundante tilosis, líneas vasculares conspicuas, puntuaciones aeroladas alternas, distribuidas en hileras oblicuas. Elementos vasculares cortos, de 192 a 576 de longitud (promedio 258 u).

## **c) Radios.**

Finos ligeramente visible con lupa de 10 x en la sección transversal; poco visible a simple vista en la sección radial. Heterogéneos tipo III a homogéneos, lumen con goma de color amarillento. Mayormente uniseriados, en algunos casos con 2 o 3 células de ancho, y abundante, 12 o 25 radios por mm con un promedio de 17 en la sección transversal; la altura varia de 120 a 432 u (promedio medio 244 u) y en número de células de 7 a 40 (promedio 15 células).

## **d) Fibras.**

Son cortas; la longitud varia de 0.814 a 1.13 mm (promedio 0.837mm), el diámetro total entre 10 y 22 u (promedio 14u); el diámetro promedio del lumen es de 3.7 u y el espesor de la pared 2.3 u en promedio. El coeficiente de flexibilidad (f), cociente de la longitud de la misma (D), es de 57.

### **2.2.1.2 Propiedades físicas.**

Las propiedades físicas determinadas fueron: contenido de humedad de la madera (CHV), densidad básica, determinada sobre peso seco al horno y volumen húmedo (DB9), densidad basada sobre peso y volumen seco al horno (DH), contracción de húmedo a seco al horno, contracción radial(R), tangencial(T), volumétrica (V).

## **2.2.2 Caracteres organolépticos de la madera.**

### **2.2.2.1 Color.**

Clavijo (1999), define color de la madera como aquel que es originado por la presencia de sustancias colorantes y otros compuestos secundarios, es una característica muy importante para la identificación de las maderas.

### **2.2.2.2 Olor.**

El olor es producido por efluvios de ciertas sustancias químicas, tales como resinas, aceites y comas, que se encuentran infiltradas en la madera, las que al volatizarse emanan olores característicos. Se clasifica según la graduación de no distintivo o distintivo, olores a veces fragantes, otras desagradables (INIA-OIMT, 1996).

### **2.2.2.3 Sabor.**

INIA-OIMT, (1996), el sabor es la característica que produce el sentido del gusto algunas sustancias contenidas en las células de la madera. En ciertas especies ayuda al reconocimiento de acuerdo a las sustancias químicas que posee; puede ser distintivo o no distintivo.

### **2.2.2.4 Lustre o brillo.**

Vargas (1987), por su parte indica que el bello es la capacidad que tiene la madera de reflejar la luz. Normalmente las maderas son más brillantes en sus caras radiales debido a la expresión de los labios, el brillo es también efecto en parte por el ángulo de reflexión de la luz.

INIA-OIMT, (1996), es la característica típica de algunas especies, producida por el reflejo que acusan los elementos que conforman los horarios cuando éstos son expuestos a la luz. Se clasifica de; bajo, mediano o moderado ha elevado o intenso.

#### **2.2.2.5 Grano.**

INIA-OIMT, (1996), define grano como una característica observable en la sección radial o tangencial, producida por la exposición que tiene los elementos xilemáticos longitudinales (pasos, fibras, traqueidas, etc.), con respecto al eje longitudinal del tronco, se consideran;

- Grano recto: La dirección de los elementos es paralela al eje del árbol.
- Grano oblicuo: La dirección de los elementos leñosos forman ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- Grano entrecruzado: Los elementos leñosos se encuentra en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera es difícil.
- Grano ondulado: La dirección de los elementos leñosos es ondeada u ondulada.

Vargas (1987), grano es la disposición y dirección de los elementos constituyentes en relación al eje del árbol, pueden ser; grano recto o lineal, irregular, en espiral, entrecruzado u ondulado.

#### **2.2.2.6 Textura.**

Vargas (1987), define textura como la impresión visual producida por las dimensiones, distribución y porcentaje de los elementos estructurales en el leño, en latifoliadas por los poros, vasos y parénquima axial.

Característica dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poro, parénquima y fibras), tiene importancia en el acabado de la madera. Debe ser observada con la ayuda de una lupa de 10 aumentos en la sección transversal de la misma, generalmente palpable en las secciones longitudinales; puede ser de tres tipos gruesa, mediana o fina, INIA-OMIT, (1996).

#### **2.2.2.7 Veteado.**

Tortorelli (1956), citado por Clavijo (1999), veteado es el diseño o dibujo que se produce en las superficies longitudinales bien pulidas del leño. Producido por disposición de sus elementos constitutivos, en especial los vasculares, radios y parénquima o también el tamaño y abundancia de los mismos.

#### **2.2.2.8 Dureza y peso.**

Se determina la dureza de la madera por su resistencia a la penetración de otros objetos; en tal sentido hay maderas desde muy duras hasta muy blandas. El peso específico básico (P.E.B.) Se expresa como el peso de la madera al 0% de humedad entre su volumen en condición saturada, INIA-OIMT, (1996).

Los rangos para el peso según la Internacional Association of Wood Anatomists (IAWA) citado por INIA-OIMT, (1996), son:

- P.E.B. bajo: las maderas con densidad baja, son muy blandas o muy livianas; tienen buena flotación, pesan menos de 0.40 gr / cm<sup>3</sup> o 400 Kg / m<sup>3</sup>.
- P.E.B. medio: las maderas con características intermedias de 0.40 a .075 gr/ cm<sup>3</sup>.
- P.E.B. alto: las maderas con densidad alta son pesadas, usualmente duras tienen baja notabilidad (mayor de 0.75 gr/ cm<sup>3</sup>).

### **2.2.3 Caracteres macroscópicos de la madera.**

La descripción macroscópica incluye ciertas características de la madera observables a simple vista o con ayuda de una lupa de 10 aumentos, sobre la superficie de la madera previamente humedecida; se describen de acuerdo a las normas IAWA citado por INIA-OIMT (1996).

#### **2.2.3.1 Anillos de crecimiento.**

Vargas (1987), en zonas de clima templado, los anillos de crecimiento representan el crecimiento anual del árbol.

Si el espacio entre anillo es menor el crecimiento es lento, ni ahí espacios menores, significa que el año ha sido desfavorable.

INIA-OIMT, (1996), los anillos de crecimiento son capas concéntricas de crecimiento, observables en la sección transversal de la madera. Son totalmente definidos en especies maderables que crecen en clima templado.

#### **2.2.3.2 Poros.**

Padilla (1987), por lo que es un término de conveniencia para la sección transversal de un vaso o de una traqueidia vascular.

INIA-OIMT (1996), define al número de poros por  $\text{mm}^2$  como; muy numerosos (más de 100 poros /  $\text{mm}^2$ ), numerosos (de 40 a 100 poros /  $\text{mm}^2$ ), moderadamente numerosos (20 a 40 poros /  $\text{mm}^2$ ), pocos (cinco a 20 poros /  $\text{mm}^2$ ) y muy pocos (menos de cinco poros /  $\text{mm}^2$ ).

### **2.2.3.3 Porosidad.**

INIA-OIMT (1996), define porosidad como la característica determinada por el tamaño, así como la forma en que se encuentra distribuidos los poros dentro de los anillos de crecimiento, que puede ser; porosidad difusa, circular o semicircular.

### **2.2.3.4 Parénquima axial o tejido claro.**

Padilla (1987), parénquima es un tejido constituido por células cuya forma es típicamente la de un ladrillo o isométrico, presentando puntar obras simples en él leño puede ser originada por las iniciales fusiformes del cambium, con posteriores divisiones transversales de las células hijas.

INIA-OIMT (1996), parénquima es un tejido por lo general más claro que el tejido fibroso, cuyas células son cortas de paredes delgadas que tienen como función; almacenamiento, distribución y segregación de los cargados así como la producción de ciertas sustancias orgánicas. Se encuentra los siguientes tipos de parénquima:

- Parénquima apotraqueal. Las células del parénquima se encuentran en forma aislada de los poros, sin rodear los. Se subdivide en dos puntos difuso y difuso en agregados.
- Parénquima en bandas. Cuando las células de parénquima, forman bandas. Se subdividen en; bandas finas o líneas delgadas, bandas anchas, reticulados, escaleriforme y marginal.

## **2.3 Estudio de las especies forestales.**

### **2.3.1 Árbol semillero.**

Padilla (1987) citado por Vedia (1999), define árbol semillero, como un árbol maduro de características fenotípicas superiores (árbol plus), que se ha escogido para recolectar semillas.

### **2.3.2 Recolección de semillas.**

Juscafresca (1979), es necesario recoger semillas cuando estás en completa madures, obtenidas de árboles ni demasiado jóvenes ni demasiado viejos. Recogida la semilla se limpia de sus frutos para luego sacarla, conservarla en recipientes permeables en sitios secos y aireados.

La recolección de semillas, se debe organizar evaluando el sistema más adecuado para cada especie en función del tamaño del árbol, los hábitos de fructificación, forma de diseminación y tamaño de los frutos, Zalles, (1988) citado por Vedia, (1999).

### **2.3.3 Semilla:**

La semilla es el óvulo maduro. Son estructuras reproductoras de las plantas que se reproducen sexualmente. Las semillas se forman en las plantas con flores (angiospermas) dentro de una estructura llamada fruto. La semilla tiene un embrión, en el cuál se guarda una vida pero que está carente (latente).

La semilla constituye un enorme potencial en la conservación y manejo de los recursos naturales, es un campo cuyas perspectivas son enormes. Plantas y semillas tienen múltiples usos: alimentación, farmacia, industria, decoración, reforestación y conservación, por sólo mencionar algunas áreas, pero son muy pocas las plantas que usamos, existiendo en el mundo alrededor de 300,000 especies. Semilla es toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie y desempeña un papel primordial en la expansión de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas; en la renovación, permanencia de las poblaciones de plantas; en la regeneración de bosques y en la sucesión ecológica. La propagación de la semilla puede realizarse por dos medios: Sexual o generativa: A través de la semilla propiamente dicha, proveniente de plantas con flores que contienen los órganos sexuales

reproductivos. Asexual o vegetativa: Se realiza a través de partes no reproductivas de la planta: raíz, tallo u hojas.

### **2.3.4 Calidad y análisis de semillas.**

#### **2.3.4.1 Pureza física.**

Álvarez y Verona (1988), mencionan que este análisis trata de averiguar el porcentaje de semilla pura (por masa) en una muestra de semilla, lo cual servirá para conocer si se trata o no de esa semilla y si se necesitara mayor o menor cantidad para una siembra dada, en conjunción con los resultados de la germinación de la fracción de semilla pura.

Según la Asociación Internacional para el Ensayo de Semilla ISTA (1976), citado por Zalles (1988), menciona que la expresión semilla pura, hace referencia a la semilla de la especie de que se trate y además de las semillas maduras y sin daños, se incluyen las semillas de tamaño inferior al normal, consumidas inmaduras y germinadas, siempre que puedan identificarse claramente como potenciales especies de las que se trate y los trozos de semillas rotas cuyo tamaño es superior a la mitad original.

ISTA (1976) y Trujillo (1997), se considera semilla pura a aquella que pertenezca a cada especie que se trate, que sea madura, sin daños de tamaño normal, libres de material inerte el que puede ser; trozos de semillas rota cuyo tamaño es inferior al normal (la mitad del tamaño de la semilla), fragmentos de hojas, ramitas, piedras o tierra. Las alas que presentan algunas semillas se retiran y clasifican como material inerte.

#### **2.3.4.2 Número de semillas por kilogramo.**

Moreno (1984), indica que el objetivo de esta prueba es determinar el peso de mil semillas de una muestra. Esto puede llevarse a cabo:

- En la totalidad de la semilla pura, obtenida en el análisis de pureza.
- En ocho repeticiones de cien semillas cada una, de la semilla pura.

ISTA (1976), la finalidad de este análisis es determinar el peso de semillas de la muestra, en la cual son empleados semillas puras del análisis de pureza, y se calcula su peso para 1000 ó 100 semillas.

Se puede pesar directamente las 1000 ó 100 semillas con 10 repeticiones.

#### **2.3.4.3 Contenido de humedad.**

Moreno (1984), define que el contenido de humedad es la cantidad de agua que contienen las semillas, expresándose en porcentaje. Esta se puede calcular con base al peso húmedo o seco de la muestra.

En investigación frecuentemente se usa el contenido con base en peso seco.

El mismo autor menciona que la humedad es el factor más importante que favorece el deterioro de las semillas, algunas semillas son cosechadas con altos contenidos de humedad que hay que reducir de inmediato mediante secado para evitar deterioros así como la proliferación de hongos e insectos en almacenamiento.

Álvarez y Verona (1988), indican que el contenido de humedad de la semilla es sumamente necesario para saber si esta fue cosechada a su tiempo, si ha sido correctamente manipulada y si puede ser almacenada sin riesgo de deterioro.

Además sirve para uniformar el contenido de humedad y comparar la masa de la semilla con humedad.

## **2.3.5 Propiedades internas de la semilla.**

### **2.3.5.1 Viabilidad.**

Zalles (1988), define la viabilidad como la capacidad potencial que posee una semilla para germinar. Esta capacidad depende por un lado del estado de madurez de la semilla y por otro de su capacidad que significa tamaño, color, contenido de humedad, etc.

Mesón y Montoya (1993), mencionan con respecto a la viabilidad y practican diversos tipos de ensayo para determinar este dato fundamental, desde los ensayos en germinadora, a las pruebas de campo o a las tinciones con productos que solamente tiñen los tejidos vivos, a veces basta con cortarlas, para conocer si está viva o no, el sabor puede ser muy ilustrativo, así como el color, a veces simplemente el aspecto interior.

#### **2.3.5.1.1 Prueba de flotación.**

El mismo autor indica que una de las prácticas para determinar la viabilidad consiste en sumergir las semillas en un recipiente con agua; las semillas viables por efecto de la gravedad específica se sumergen y permanecen en el fondo, mientras que las no viables quedan flotando en la superficie.

#### **2.3.5.2 Porcentaje de germinación.**

Durán (1979), el proceso de germinación, será cuando la semilla se encuentra en un medio apropiado acorde a sus exigencias biológicas, es decir, con un nivel mínimo requerido de humedad, luz, aire y temperaturas, rompiéndose así su estado de reposo o letargo.

ISTA (1976), de fin de germinación como la emergencia a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales que para la clase de semillas que se está ensayando

indicar la capacidad para desarrollarse implantar normal bajo condiciones favorables en el suelo.

La muestra del trabajo debe ser como mínimo 100 semillas, con cuatro repeticiones, el certificado de análisis indica la proporción del número de semillas quiera producido glándulas, clasificados como normales bajo las condiciones dada en la servidora y dentro del periodo específico para cada especie.

$$\% G = \frac{\text{Semillas Germinadas}}{\text{Semillas Ensayadas}} \times 100 \%$$

### **2.3.6 Tratamientos pre-germinativos.**

Patiño *et al.* (1983), también explican que para terminar con la latencia, algunas semillas necesitan estar húmedas y a bajas temperaturas por un largo periodo de tiempo, estas condiciones se podrían cumplir en lugares donde cae nieve en invierno. En zonas áridas en ciertas especies, las semillas solo germinan si se presenta una lluvia lo suficientemente abundante para asegura el establecimiento de las plántulas. Otras especies requieren de iluminación para germinar, evitando así que el proceso se desarrolle cuando las semillas están enterradas profundamente.

Villanueva (1995), explica que lo que se pretende alcanzar con la aplicación de tratamientos pre- germinativos a las semillas es ablandar la testa y permitir de este modo la penetración de agua y el intercambio de gases responsables parar la germinación, por lo tanto los tratamientos pre- germinativos tienen por objeto:

- Quebrar la dormancia o latencia.
- Acelerar la germinación.
- Homogeneizar la germinación.
- Aumentar el porcentaje de germinación.

Es claro que la aplicación de tratamientos pre- germinativos por cualquiera que los practique es más o menos similar, lo que varía son los tiempos e insumos utilizados, esta situación será un tanto difícil de uniformizar, primero porque generalmente se utilizan los recursos y medios existentes en el lugar y lo más importante, los factores ambientales son particulares en cada situación, lo cual tienen su incidencia.

Sandoval (1997), indica que, las semillas deben sumergirse en agua a temperatura normal por un periodo de 24 a 46 horas, algunas especies quizás requieran más tiempo.

Se debe cambiar el agua a diario.

Tarima (1996), los tratamientos pre- germinativos sirven para superar el bloqueo natural que impide la germinación o para uniformizar y mejorar la velocidad de la misma, puede ser:

- ❖ Remojo de semillas; colocar las semillas a tratar en un atado de tela sumergir las en agua a temperatura ambiente, durante 24, 48 ó 72 h, después descubrir y extender bajo sombra para que sé que lentamente.
- ❖ Remojo de semilla el agua hirviendo; consiste en colocar las semillas en un pedazo de tela fina y sumergir las en agua hirviendo por 1 a 2 minutos, si se excede el tiempo se podría dañar la semilla de inutilizarla, luego se procede al secado.

Fossati y Oliveira (1996), por su parte indicaron que las semillas semipermeables se las debe colocar en un recipiente donde se echa agua hirviendo en cantidad aproximada a 5 veces el volumen de la semilla, dejando enfriar en la misma agua por 48 horas.

### **2.3.6.1 Latencia.**

Cronquist (1995), la latencia puede ser debida a cualquiera de varios factores sólo hubo en combinación siendo los más comunes;

- a. Cubierta de semilla impermeable al agua, oxígeno o ambos.
- b. Cubierta de semilla mecánicamente dura a la expansión del embrión.
- c. Embrión rudimentario o inmaduro.
- d. Necesidad de cambios y fisiológicos en un embrión desarrollado por completo.
- e. Presencia de sustancias químicas que inhiben la germinación.

### **2.3.7 Tipo de sustrato.**

La tierra del lugar para Fossati y Oliveria (1996), que está ubicada en sitios sobre los 3000 msnm, presentar características del suelo con textura mediana (franco arcillosos) y reacción ácida, semejantes a la tierra negra.

Tarima (1996), la arena fina debe ser traída de algún dios cercano, y para tener una quiera limpia un informe se procede al cernido, con esto se eliminan las hojas, raíces, de lunes y otros residuos.

La mezcla debe ser de textura liviana, rica en nutrientes y sin presencia de Terrones ni piedras, esto se consigue mediante una adecuada mezcla de diferentes tipos de tierra.

Ramírez (1999), indican que la semilla para su germinación necesita de temperatura y humedad adecuada, orlo que el sustrato debe tener buena son al fin de emitir la circulación del aire necesario para su germinación y respiración radicular, debe existir contacto entre la semilla y el sustrato, permitiendo fácil infiltración del agua y de esta manera evitar la muerte de las plantas por el exceso de humedad.

### **2.3.7.1 Desinfección del sustrato.**

BASFOR (2000), se obtiene buen resultado cuando se utiliza formol al 40 % para la desinfección del sustrato, para esto se recomienda diluir 500 ml de formol en 20 litros de agua, volumen que es suficiente para desinfectar 6 m<sup>2</sup> de sustrato. Luego de la aplicación se cubre con plástico herméticamente durante 3 días para que la acción del formol haga su efecto, el cuarto día se destapa y se remueve el sustrato para luego almacenar la semilla.

Goitia (2003), para la desinfección del sustrato se utiliza diferentes procedimientos, el más general inefectivo es utilizar formol o formalina al 10%, aplicar sobre el sustrato, cubrir durante 24 o 48 horas, las de color negro de preferencia y después, airear 24 horas, para proceder a la siembra. Otros métodos consisten en la utilización de agua hirviendo, ácido sulfúrico al 10%, ácido nítrico al 10%, bicloruro de mercurio al 2%, entre otros.

### **2.3.8 Siembra de la semilla.**

BASFOR (2000), la siembra de la semilla se efectúa en sustrato húmedo, con una densidad de 12 gr/m<sup>2</sup>, la semilla se mezcla con un poco de sustrato, esparciendo en toda la superficie del almacigo homogéneamente, cubriendo las semillas con 2 mm de sustrato.

### **2.3.9 Energía germinativa.**

Goitia (2003), señala que cuando se siembra una cantidad dada de grano no todos ellos son fértiles, variando de una especie a otra el tanto por ciento normal de semillas útiles. A esta facultad que como se decía antes es específica, se le llama vulgarmente energía germinativa. La propiedad germinativa es decir el tiempo durante el cual las semillas conservan la facultad de reproducir la especie varía también dentro de límites extensos.

Ramos (1990), indica que la energía germinativa, se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que han germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día a llegado a su máximo, se entiende también como la rapidez de germinación de un periodo fijo el cual se denomina periodo energético.

William (1991), los cuales definen que la energía germinativa (1) como el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un período determinado (que se denomina el período de energía) por ejemplo en siete o catorce días, en optimas o determinadas condiciones (2), el porcentaje en número de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar el momento de germinación máxima, que generalmente significa el número máximo de germinación en 24 horas.

## **2.4 Usos de las especies estudiadas.**

### **2.4.1 Usos actuales y potenciales de *Schinus molle*.**

El molle, además de adornar los paisajes, está siendo utilizado como materia prima para la fabricación de perfumes y pomadas medicinales, dando paso a su industrialización. Las investigaciones para la elaboración de este aceite se realizaron a partir de 1985. Diez años después se establecieron contactos para la exportación del producto, que es utilizado en la elaboración de perfumes franceses.

Nelson Hinojosa, ingeniero investigador y responsable de producción del CTA, la extracción del aceite de molle no es compleja pero requiere de equipos adecuados que permiten analizar los compuestos. Esto muestra el uso industrial que se está dando a las cualidades del árbol de molle permitiendo que se genere investigación y se produzca exportación de productos bolivianos. Este árbol tiene muchos beneficios para la salud, del mismo se extraen aceites y se elaboran pomadas que benefician a la salud. Por su

parte, el ingeniero agrónomo Mario Rodríguez explicó que el principal uso que se le atribuye al molle es medicinal.

#### **2.4.1.1 Usos Medicinales**

El molle tiene propiedades que ayudan a aliviar calambres, cólicos estomacales; también es un efectivo purgante. También contribuye a la cicatrización de heridas y hemorragias; alivia inflamaciones e hinchazones producto de enfermedades como la artritis y la artrosis, añade Rodríguez (1991).

Las hojas y semillas de este árbol al ser hervidas e inhaladas como vapor contribuyen a eliminar afecciones bronquiales. También se consumen en infusiones concentradas, mezcladas con agua.

Rodríguez (1991), de la corteza del árbol se obtiene la resina, utilizada para tratamientos dentales. Antiguamente se la empleaba como goma de mascar para fortalecer las encías y curar las úlceras de la boca.

El molle a través de sus raíces transmite cualidades medicinales a otras plantas que están cerca. “En muchos lugares se planta un árbol de molle cerca a los cultivos de uva para que no invadan hongos ni enfermedades”, mencionó Rodríguez (1991).

#### **2.4.1.2 Otros Beneficios**

Existen numerosos beneficios que se utilizan a partir del árbol de molle. Las semillas son utilizadas en el ámbito gastronómico. Son secadas y utilizadas como pimienta blanca y rosada. También se elabora miel elaborada a partir de agua hervida y el líquido de los frutos maduros.

También de hojas y corteza del molle desprenden un color amarillo intenso utilizado para teñir diversos tejidos, donde muchos artesanos del país adoptaron este colorante natural para el uso en diversos productos.

Mario Rodríguez (1991), este árbol también tiene la cualidad de repeler algunas plagas. Para ello se entierran ramas del árbol en surcos de los campos de cultivo. Además que las hojas del molle pueden eliminar y combatir polillas.

#### **2.4.2 Usos actuales y potenciales de *Fraxinus excelsior*.**

Tiene una madera muy densa, dura y fuerte, pero también elástica. Es utilizada para hacer arcos, mangos de herramientas, bates de béisbol y cricket y otros usos que requieren de resistencia y fuerza. Se dice que las serpientes son repelidas por el fresno y en Sussex se conoce a los fresnos y a los olmos como "Hacedores de viudas" pues sus ramas caen de improviso.

Por su excelente resistencia esta madera es utilizada en la fabricación de mangos de todo tipo de herramientas y para realizar bastones de alta durabilidad. Al mismo tiempo se la utiliza como leña

A la corteza del fresno se le ha llamado la quina europea, tiene propiedades astringentes. Las hojas son purgantes y se utilizan asimismo como remedio para combatir la fiebre, el reuma y la gota.

Los granos o semillas, acres, amargos, se recomiendan contra la hidropesía, como diurético y también como febrífugo.

Si la corteza del fresno se reduce a polvo da buenos resultados como excelente febrífugo, tónico cardíaco y antiescorbútico.

#### **2.4.2.1 Usos Medicinales**

El fresno es eficaz para tratar afecciones como el reumatismo, bajar la fiebre, artritis, artrosis, dolores articulares, gota, edemas, retención de líquidos, ayuda a bajar de peso, estreñimiento, hemorroides, hidropesía. También se recomienda usarlo para resolver neuralgias, tendinitis, esguinces, parásitos intestinales, afecciones urinarias, cálculos renales, varices, hipertensión, gripe, resfríos, heridas, úlceras, depura la sangre.

Hay varias presentaciones y modos de aprovechar los beneficios curativos del fresno como en infusión, decocción, cataplasma, polvo y tintura.

De acuerdo al tipo de patología que se quiere resolver se usara una forma distinta de consumir el fresno. Es muy fácil de acceder a los árboles de fresno en forma natural o sus hojas o corteza por la elaboración de productos comerciales en base a este árbol.

Este árbol no contiene sustancias tóxicas por lo que no se conocen contraindicaciones por el consumo de fresno. Los tratamientos son un poco más lentos ya que sus efectos son suaves y moderados, pero muy eficaces a mediano plazo.

Es recomendable consultar al médico antes de comenzar a consumir el fresno como remedio natural para que sea realmente seguro.

En especial si mujeres embarazadas, en periodo de lactancia, niños y personas con enfermedades crónicas quieren consumirla. Es importante respetar las dosis y tiempo de tratamiento en el uso de plantas como remedios caseros para que se pueda resolver las afecciones que se sufre. Se puede complementar el consumo de fresno con medicación alópata ya que no altera su efecto sino todo lo contrario la potencia.

El fresno es un árbol que no solo decora ciudades y parques sino que puede ayudar a muchas personas a resolver afecciones de salud en forma natural. Hay que probar la medicina natural pero siempre con control médico para prevenir efectos adversos.

### III. SECCIÓN DIAGNOSTICA

#### 3.1 Materiales y métodos

##### 3.1.1 Localización y Ubicación

El área experimental se encuentra ubicada en los predios del campus de la universidad Mayor de San Andrés (UMSA), en la zona de Cota, Provincia Murillo departamento de La Paz.

Guzmán (2000), menciona que la zona de estudio se encuentra localizada a 15 km del centro de la ciudad de La Paz y que los parámetros de ubicación geográfica son; Latitud 16°0'00" Oeste, y una altitud que varía entre 3 500 a 3 600 msnm.



Fotografía 1. Ubicación área de estudio.

### 3.1.2 Características del lugar.

La zona presenta condiciones agroclimáticas de cabecera de Valle, con una precipitación promedio de 467 mm, una temperatura de 13.5 °C, humedad relativa promedio de diez años del 46%. Se manifiesta heladas en 15 días del año con temperaturas por debajo de los 0 °C, Zeballos, (2000).

La zona de vida de la región presenta un patrón de distribución paralelo al valle de río, zona de vida de bosque cálido ocupándose y extendiéndose por las colinas circundantes hasta una altura de 3,500 msnm aproximadamente, se encuentra en la zona sur de la ciudad de La Paz, cabecera de valle con topografía accidental y suelos aluviales Zeballos, (2000).

Vargas (1992), durante los meses de junio a septiembre, presentan temperaturas bajas, con temperaturas mínimas que bordean por debajo de 0°C. El promedio de precipitación anuales es de 753.2 mm. Los meses de diciembre, enero, febrero y marzo corresponden al periodo de lluvias más alto. Los meses de escasa corresponden a abril, mayo, junio, julio y agosto, correspondientes a meses áridos.

La situación latitudinal y longitudinal determina que la zona presenta condiciones agroclimáticas de cabecera de valle, con una temperatura máxima de 21.5 °C con una temperatura mínima de -0.06 °C y una temperatura media de 11.5 °C y el promedio de precipitación pluvial es de 488.55 mm por año, Pomier, (2006).

El área de estudio presenta las siguientes especies; acacia negra (*Acacia melanoxylon*), acacia floribunda (*Acacia retinoides*), aroma (*Acacia dealbata*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), retama (*Spartium junceum*), queñua (*Polylepis incana*), ligustros (*Ligustrum sinensis*), chilca (*Bracharis sp*) y cultivos agrícolas, Guzmán, 2(000).

### **3.1.3 Materiales**

#### **3.1.3.1 Material vegetativo de estudio.**

Se utilizó especies: molle (*Schinus molle*) y fresno (*Fraxinus excelsior*), que fueron recolectados en Cota.

#### **3.1.3.2 Material de campo.**

- Bolsas de recolección
- Regla de medición
- Secadora de semilla
- Cámara fotográfica
- Estacas de madera
- Formol al 40%
- Nylon
- Malla milimetrada
- Picota
- Vernier
- Pala
- Carretilla
- Lupa
- Lápices
- Libreta de anotaciones
- Arena fina
- Tierra vegetal
- Tierra del lugar
- Micorriza
- Regaderas

#### **3.1.3.3 Material de laboratorio**

- Balanza analítica
- Cajas Petri
- Agua (destilada)
- Estufa
- 1 pinza
- Algodón
- Cubre y porta objeto
- Reactivos y colorante
- Bisturí
- Vaso de precipitado
- Estiletes
- Papel secante

#### **3.1.3.4 Material de gabinete.**

- Material de escritorio
- Computadora
- Calculadora.
- Impresora

#### **3.1.4 Metodología.**

##### **3.1.4.1 Caracterización dendrológica de la fase de semilla.**

Es la descripción de las características de los árboles, entre las cuales se encuentran; la nomenclatura del árbol (especie, familia, sinonimia, nombre común, nombre comercial internacional), los componentes del árbol (tronco o fuste, copa, corteza y hoja) y la descripción de la madera (caracteres organolépticos y macroscópicos), para lo que se tomaron como referencia las descripciones citada por INIA/OIMT, (1996).

##### **3.1.4.2 Obtención de semilla.**

Método de estandarización para evaluación de frutos/ cosecha, deben ser desarrolladas para establecer factores de conversión para transformar estimaciones de frutos a cosechas esperadas. Las cifras de evaluación son registradas en los archivos de las fuentes semilleras correspondientes y más adelante comprobadas con la cosecha actual, Barner y Olesen (1984).

Se realizó para la obtención de semilla de los frutos indehiscentes, por medio de diferentes procedimientos, el secado en aire caliente, no superó los 45 °C en 48 horas. Trillado para otra especie, porque están en alas las semillas para su obtención según que recomienda, Goitia (2000).

#### **3.1.4.2.1 Recolección de los Fruto y Semillas**

Se realizó la cosecha de frutos del árbol y luego recoger y poner en recipientes de manera que esté listo para su almacenamiento temporal y utilizando el método. La técnica de recolección (acceso desde el piso), los frutos secos dehiscentes, usualmente fibrosos o leñosos, se realizó liberando las semillas de su interior durante el proceso de secado. Puede indicarse en general que requiere de dos fases para facilitar su extracción: secado y agitado.

La pérdida de agua en las células y paredes de los frutos ocasionan una contracción de los tejidos, lo cual induce su apertura y liberación de la semilla. Esta liberación ocasionalmente es parcial, por lo que es necesario agitar o golpear para garantizar de la totalidad de la semilla, Goitia (2000).

#### **3.1.4.2.2 Preparación de la almaciguera y sustrato.**

La investigación fue realizada en los predios universitarios, el mismo que cuenta con almaciguera y viveros instalados, para la realización del cálculo de L.

Para la preparación de la almaciguera, se procedió a la incorporación de las mezclas para diferentes especies.

Para el *molle*, se utilizó las mezclas de sustrato en las proporciones; 3:2:4 (tierra del lugar, tierra vegetal y arena fina) respectivamente, en un área experimental de 1 m<sup>2</sup>. Posteriormente se procedió a la desinfección del sustrato con formol al 40 %, después de la desinfección del proceso se cubrió con nylon por un tiempo de 2 días aproximadamente.

Luego se destapa o airea otros 2 días, removiendo el sustrato superficialmente. El desinfectante se puede verter sobre sustrato humedecido o directamente que propone Goitia, (2003).

Para el *fresno*, se utilizó las mezclas de sustrato en las proporciones; 3:3:2 (tierra del lugar, turba y arena fina) respectivamente, en un área experimental de 1 m<sup>2</sup>. Posteriormente se procedió a la desinfección del sustrato con formol al 40 %, después de la desinfección del proceso se cubrió con nylon por un tiempo de 2 días aproximadamente. Luego se destapa o airea otros 2 días, removiendo el sustrato superficialmente. El desinfectante se puede verter sobre sustrato humedecido o directamente que propone Goitia, (2003).

### 3.1.4.2.3 Tratamiento pre- germinativo.

Se realizaron tres tratamientos para diferentes especies previos a las semillas, siguiendo la metodología recomendada por Tarima, (1996).

**Cuadro 1. Tratamientos pre-germinativo para las dos especies.**

Nº	Especies	Tratamiento Pre- germinativo
T <sub>1</sub>	<i>molle</i>	Consistió en remojar la semilla en 24 horas en agua tibia a una temperatura de T 60° C.
T <sub>2</sub>	<i>fresno</i>	Se remojo en agua caliente durante 48 horas.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.4.2.4 Almacigo.

Las semillas fueron sembradas al voleo en surcos y cubiertas con sustratos diferentes para cada especie en sus unidades experimentales. Se procedió a cubrir la almaciguera con un bastidor de madera y alambre milimetrado con propósito de proporcionar semi-sombra, para la semilla de condiciones ambientales adversas, siguiendo la recomendaciones de Goitia, (2003).

### **3.1.4.2.5 Labores Culturales y Riego.**

Se realizó el riego de forma periódicamente y cuidadosa, con la utilización de regaderas. También se realizó el deshierbe cuando las plántulas estaban en su desarrollo de crecimiento, en forma cuidadosa y cuando fue necesario.

### **3.1.4.3 Calidad de semilla.**

#### **3.1.4.3.1 Determinación de porcentaje de pureza.**

Este análisis se efectuó siguiendo la metodología ISTA, (1976).

- Se trabajó con una mezcla remitida de cada una de las especies.
- Se pesó la cantidad de semillas recomendada, 20 g.
- Se colocó la muestra bajo una luz reflejada, para observar presencia de impurezas, se procedió a la eliminación de los restos.
- Se separaron todas las impurezas presentes de cada especie en la muestra.
- Se pesó separadamente la cantidad de semillas puras y las impurezas.

$$\%P = \frac{Psl}{Psi} \times 100 \%$$

Dónde:

% P= Porcentaje de Pureza

Psl= Peso de Semillas Limpias

Psi= Peso de Semillas con Impureza

- Se determinaron parámetros estadísticos (media, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación), García A. y Salhuana W. (1970).

### 3.1.4.3.2 Determinación del número de semilla por kilogramo.

El análisis se realizó con el uso de semillas obtenidas en el análisis de pureza, siguiendo regla ISTA, (1976).

- Se realizó el conteo de 1 000 de semillas (10 repeticiones).
- Se pesó cada repetición, registrando las réplicas.
- Los datos obtenidos en gramos fueron convertidos a kilogramos.
- Se determinaron parámetros estadísticos (media, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación), García A. y Salhuana W. (1970).

### 3.1.4.3.3 Contenido de humedad.

ISTA (1993), recomienda para determinar el contenido de humedad de semilla. El método recomendado para semillas forestales es llamado el “método del horno a temperatura baja constante”. Los dos duplicados son secados en dos recipientes durante  $17 \pm 1$  horas a  $103 \pm 1^\circ\text{C}$ . El horno debe tener una precisión dentro de  $\pm 1^\circ\text{C}$  y no se debe sobrecargar con muestras que puedan interferir con la circulación del aire y por tanto obstaculizar la evaporación. Los recipientes se llevan inmediatamente después del secado a un desecador donde se les deja enfriar. Los duplicados se pesan en una balanza con aproximación al 0.001 g. El contenido de humedad se calcula con base en peso fresco de la semilla.

Se realizó norma modificada de, ISTA (1981), tomando muestras de 4 gramos con cuatro repeticiones de cada especie y se sometió a una estufa de  $70^\circ\text{C}$ , durante una semana, al cabo de las cuales se pesó la semilla que ha perdido humedad por efecto del secado y se procede a aplicar la formula. Goitia L. (2000).

$$\% \text{ CH} = \frac{\text{Ph} - \text{Ps}}{\text{Ph}} \times 100 \%$$

- Finalmente Se determinaron parámetros estadísticos (media, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación), García A. y Salhuana W. (1970).

#### **3.1.4.3.4 Determinación de la viabilidad de las semillas.**

Se empleó la prueba de flotación descrita por Zalles, (1988).

- Se separaron por conteo 100 semillas (8 repeticiones de cada especie).
- En recipientes con agua se sumergieron las semillas, para cada repetición.
- Se dejaron remojar por 24 h (sin disturbio alguno).
- Pasado el tiempo se observaron los recipientes, las semillas viables quedaban sumergidas por efecto de la gravedad y las no viables permanecieron flotando en la superficie.
- Se realizó el conteo de las semillas viables y de las ni viables, se registraron los valores obtenidos para realizar cálculos estadísticos, García A. y Salhuana W. (1970).

#### **3.1.4.3.5 Determinación del porcentaje de germinación, en laboratorio.**

Siguiendo la metodología ISTA, (1976).

- Se realizaron los tratamientos pre-germinativo a las semillas; el primero para la semilla de *Schinus molle*, en agua limpia durante 5 días; el segundo para la especie de *Fraxinus excelsior*, remojo en agua limpia en (5 días).
- Se prepararon cajas Petri con papel absorbente como sustrato.
- Se procedió al conteo de 100 semillas con cuatro repeticiones por tratamiento pre-germinativo para cada especie.
- Se distribuyó uniformemente las semillas en las cajas Petri, evitando que entren en contacto unas con otras, humedeciendo constantemente el papel.
- Pasado un tiempo de 15 días y otro de 30 se realizó el conteo de semillas germinadas.
- Al finalizar el ensayo se contaron todas las semillas; germinadas y no germinadas.

$$\% G = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Semillas ensayadas}} \times 100$$

- Se determinaron parámetros estadísticos (media, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación), García A. y Salhuana W. (1970).

#### **3.1.4.3.6 Emergencia de las plántulas en porcentaje, a los 45 días de la siembra.**

La determinación del porcentaje de emergencia fue realizada a los 45 días de la siembra, se registraron; la cantidad de semillas empleadas en la siembra a chorro continuo y la cantidad de semillas emergidas, pudiendo de ese modo calcular la emergencia de las plántulas en porcentaje, Goitia L, (2000).

#### **3.1.4.3.7 Energía germinativa.**

El cálculo de porcentaje del número de plántulas que germinan dentro de un tiempo determinado o sea germinación acumulada, dividida por el tiempo transcurrido desde la fecha de siembra, Goitia L, (2000).

#### **3.1.4.3.8 Valor real.**

Es un cálculo indicativo de la cantidad teórica de semillas vivas de un árbol determinado. Resulta de la multiplicación de la pureza por el porcentaje de germinación, se expresa por la siguiente formula, Goitia L, (2000).

$$\% VR = \frac{\% P \times \% G}{100}$$

Dónde:

% VR = Porcentaje de Valor Real

% P = Porcentaje de Pureza

%G = Porcentaje de germinación

### 3.1.4.3.9 Cantidad de semillas a sembrarse.

En base a los datos de análisis de semillas, como el porcentaje de capacidad germinativa o potencia germinativa o porcentaje de germinación, pureza, área a sembrarse y número de semillas por unidad de peso, se puede determinar la cantidad de semillas necesarias para la siembra, utilizando la siguiente fórmula, Goitia L, (2000).

$$Q (\%) = \frac{A \times D}{C (P \times PG \times L)}$$

En dónde:

- Q= Cantidad de semillas necesarias para la siembra.
- A= área o superficie a sembrarse, m<sup>2</sup>.
- D= densidad deseada por unidad de superficie, m<sup>2</sup>.
- C= cantidad de semillas por unidad de peso, N<sup>o</sup>/kg.
- P= porcentaje de pureza, en número.
- PG= porcentaje de capacidad germinativa, en número.
- L= Porcentaje Final de plantas logradas (de valores experimentales anteriores existentes en vivero), en número.

## IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

### 4.1 Descripción dendrológica.

#### 4.1.1 Descripción dendrológica de la especie MOLLE (*Schinus molle*).

La clasificación taxonómica es la siguiente:

##### a. Taxonomía.

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Sapindales
Familia	: Anacardacea
Género	: Schinus
Especie	: Molle
Nombre Científico	: <i>Schinus molle</i>

##### b. Forma.

Este árbol de unos 10 m de alto, que puede alcanzar los 25 m en sus zonas de origen, tiene la corteza escamosa, parda, grisácea o rojiza, y con las ramas colgantes y gráciles. Toda la planta genera una resina muy aromática que se aprecia con sólo tronchar una hoja o ramilla. Las hojas son persistentes, opuestas y compuestas por 8-20 pares de hojuelas más una terminal (imparipinnadas). En conjunto la hoja mide 10-30 cm de largo, en tanto que las hojuelas son de forma linear o linear-lanceolada, serradas en su margen y terminadas en punta curvada. Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas, con cinco pétalos blanquecinos que se disponen en racimos terminales alargados y que salen en primavera, si bien en zonas de clima muy benigno pueden florecer durante todo el año y verse a la vez flores y frutos. Los frutos aparecen en racimos, al principio son carnosos pero maduros son secos, globosos de 4-8 mm de diámetro y adquieren un tono rosado o purpúreo característico. La cubierta externa es

frágil, como una cascarilla, y dentro tiene una semilla también globosa de 3-5 mm de diámetro.

Follaje perenne, denso o abierto, con ramas y ramillas notablemente colgantes, hojas compuestas o pinnadas, aromáticas, folíolos sésiles de 1,5- 4,0 cm de largo, lanceolados o linear-lanceolados, de margen liso o aserrado, 5-9 yugadas a 7-16 yugadas.



**Fotografía 2. Árbol MOLLE (*Schinus molle*).**

### c. Corteza.

Su tronco puede tener hasta 1 m de diámetro. Tronco corto, grueso, muy fisurado, con la corteza que se desprende en placas. La corteza exuda resinas muy aromáticas.

Se reconoce un alto contenido de aceites esenciales o aromáticos, de usos tradicionales y potenciales. Utilizado en medicina popular, es reconocido como antidiarreico y antiespámodico.

La corteza del pimienta presenta una importante cantidad de extraíbles químicos: taninos, oleorresinas, ácido linoleico, erúcido y lignocérico.



**Fotografía 3. Cortez de MOLLE (*Schinus molle*).**

#### **d. Hojas.**

Las hojas en forma de helecho, están divididas en numerosos folíolos estrechos y lanceolados lisos y de color verde intenso.

Hojas compuestas, alternas, de 15 a 30 cm de largo, colgantes, con savia lechosa; imparipinnadas de 15 a 41 folíolos, generalmente apareados, de 0.85 a 5 cm de largo, estrechamente lanceolados, color verde amarillento.

Las hojas también presentan taninos, flavonoides libres y combinados, carbohidratos, saponinas, ácido linoleico, behémico, lignocérico; además de triterpenos y glicósidos. Las hojas se utilizan para el teñido de las lanas, proporcionando un tinte amarillo.



**Fotografía 4. Hojas de MOLLE (*Schinus molle*).**

**e. Inflorescencia.**

Inflorescencias dispuestas en panículas alargadas de 10-20cm de largo, muy ramificadas, largas y colgantes, bráctea basal ovalada, ciliada; pedúnculos delgados, con flores pequeñas de color blanco verdoso. Especie polígamo-dioica. Flores unisexuales o hermafroditas. La primera floración ocurre después de los 10 años y luego florece anualmente.

FAO, 1956. Se llama inflorescencia a arreglo que tiene las flores en una rama o en la planta.



**Fotografía 5. Inflorescencia de MOLLE (*Schinus molle*).**

## f. Flores

Flor masculina: cáliz con 5 sépalos orbiculares, de 0,5mm de largo, ciliados en el margen; 5 pétalos, oblongos, obtusos, glabros, de 1,3-2mm de largo, blanco-verdosos; 10 estambres, 5 alternos con los pétalos, generalmente iguales o poco más largos que ellos, y 5 opuestos, la mitad o dos tercios del largo de los pétalos; anteras globosas, pequeñas; disco de 10 lóbulos, en forma de copa; ovario rudimentario. Flores hermafroditas con 10 estambres que no alcanzan más allá de la mitad de los pétalos; disco plano, lobulado; ovario subgloboso, tricarpelar, unilocular, con un solo óvulo.



**Fotografía 6. Flor de MOLLE (*Schinus molle*).**

### **g. Frutos.**

Los frutos aparecen en racimos, al principio son carnosos pero maduros son secos, globosos de 4-8 mm de diámetro y adquieren un tono rosado o purpúreo característico. La cubierta externa es frágil, como una cascarilla, y dentro tiene una semilla también globosa de 3-5 mm de diámetro.

Drupas en racimos colgantes, cada fruto de 5 a 9 mm de diámetro, rosados o rojizos, con exocarpo coriáceo, lustroso, seco en la madurez, mesocarpo delgado y resinoso, cada fruto contiene una o dos semillas.

Los frutos son redondeados con epicarpio lustroso de color coral a rojo-púrpura cuando está madura; la pulpa es mucilaginoso y dulce, conteniendo un líquido oleaginoso muy aromático.

Mesocarpo azucarado, con el exocarpo delgado y crustáceo, de un llamativo color rojizo. Semillas negras, rugosas, redondeadas, de 3-5 mm de diámetro. Los frutos permanecen en el árbol bastante tiempo.



**Fotografía 7. Fruto de MOLLE (*Schinus molle*).**

## h. Semillas.

Las semillas poseen un color negruzco, de textura rugosa, forma redondeada y su tamaño varía entre los 3 y 5 mm de diámetro, poseen un embrión bien diferenciado que llena toda la cavidad; la testa y el endospermo son delgados, el mesocarpo forma parte de la unidad de dispersión.

Son redondas, arrugadas cuando secas, de color marrón a negro, de sabor parecido a la pimienta, por lo cual al molle también se le conoce como falsa pimienta, tiene una semilla por cada fruto.

Tarda en germinar entre 20 y 35 días, pero es posible reducir este período a 7 días con inmersión en solución de hormonas o con siembra directa en sitios de buena calidad.

Son ortodoxas. Este tipo de semillas puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Generalmente las semillas ortodoxas presentan algún tipo de reposo, en este caso las semillas presentan latencia primaria probablemente causada por inhibidores químicos o mecánicos.



**Fotografía 8. Semillas de MOLLE (*Schinus molle*).**

## i. Fenología.

Niembro R. (1983), señala que las características fenológicas más importantes son:

**Floración:** la especie florece de agosto a diciembre y de septiembre a noviembre en varias localidades de Brasil. En Bolivia florece de octubre a noviembre y en Perú de noviembre a abril.

**Fructificación:** los frutos se producen de diciembre a febrero y de noviembre a abril en varias localidades de Brasil. En Bolivia fructifica de abril a mayo. La dispersión de las semillas es zoocórica, principalmente por aves.

**Semilla:** se encuentra rodeada por el endocarpo del fruto. La semilla presenta una forma oblonga, comprimida, de 2 a 2.5 mm de largo. La testa es de color castaño claro, lisa, lustrosa, membranosa, muy delgada.

### 4.1.2 Descripción dendrológica de la especie FRESNO (*Fraxinus excelsior*)

La clasificación taxonómica es la siguiente:

#### a. Taxonomía.

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Lamiales
Familia	: Oleaceae
Género	: Fraxinus
Especie	: Excelsior
Nombre Científico	: <i>Fraxinus excelsior</i>

## **b. Forma.**

Los fresnos son árboles de talla pequeña, normalmente inferior a 20 m con una marcada tendencia al porte bajo si dispone de espacio para el ensanchamiento de la copa, tal como suele suceder en los pies situados al borde de un río o en los cierres del cultivo, ubicaciones muy típicas para los fresnos por la disponibilidad de agua, la buena profundidad y la fertilidad del suelo.

El fresno es un árbol caducifolio que es originario de Europa. Este árbol tiene un tamaño mediano ya que alcanza una altura de entre 8 a 12 metros y en algunos ejemplares llegan a más de 30 metros. Su nombre científico es *Fraxinus excelsior* y pertenece a la familia de las oleáceas. Este árbol es muy usado como árbol urbano ya que da mucha sombra y se adapta bien a las ciudades.

Este fresno se desarrolla bien en climas templados pero es bastante resistente al frío y al viento, pero no tolera el calor intenso y los climas muy secos. El tronco es recto y duro con forma cilíndrica, da mucha sombra por eso es usado en arbolado público y en jardines o parques. Las hojas son lanceoladas en color verde oscuro, FAO (1995).



**Fotografía 9. Árbol de FRESNO (*Fraxinus excelsior*)**

**c. Corteza.**

La corteza es más gris, arrugada y nudosa, del cual se distingue con facilidad por sus órganos invernales, que son pardos y no negros.



**Fotografía 10. Tronco, corteza externa de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

#### **d. Ramas.**

Las ramas son opuestas y erecto-patentes (forman un ángulo agudo con el tronco) y con una tendencia muy marcada a la bifurcación, lo que lo lleva enseguida a perder la guía terminal a favor de guías laterales vigorosas, por eso es indispensable someterlo a podas de formación. En árboles aislados las ramas de varios años atrás pueden tener un desarrollo más vigoroso que las más recientes, llegando a formar con facilidad una copa aparasolada.



**Fotografía 11. Ramas de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

#### **e. Hojas.**

Hojas opuestas, imparipinnadas, con 7-9 folíolos de forma ovado-lanceolada, con la base entera y finamente dentados en la mitad superior. Limbo verde claro en el haz, glabro, con pubescencia en los nervios del envés. Pecíolos con pelillos. Las yemas son de color marrón claro, característica importante para diferenciar a esta especie del *Fraxinus excelsior*, que posee las yemas de color negro.

BASFOR (2000), hojas caducas, opuestas, imparipinnadas y compuestas de 5 a 11 foliolos más o menos lanceolados y con margen dentado.



**Fotografía 12. Hojas de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

#### **f. Inflorescencia.**

Las inflorescencias son pequeñas panículas que aparecen antes que las hojas, surgen en las axilas de las ramas del año anterior en ramilletes opuestos en *F. angustifolia* y *F. excelsior*. Grandes panículas terminales o axilares, vistosas y muy olorosas en *F. Ornus*.



**Fotografía 13. Inflorescencia de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

### **g. Flor.**

Flores apareciendo al principio de la primavera después de haberse despojado sus hojas generalmente al comenzar el invierno o con posterioridad. Son dioicos, y se disponen en densas panículas terminales y axilares. Florece en febrero-abril.

Las flores carecen de sépalos y pétalos, son muy precoces, sólo llevan los órganos sexuales, 2(3) estambres y un pistilo ovoide con un estilo alargado y rematado por un estigma bífido, en *F. angustifolia* y *F. excelsior*. En *F. ornus* las flores aparecen al mismo tiempo o después que las hojas, tienen cuatro sépalos, cuatro pétalos blancos, largos y estrechos, dos estambres de filamentos largos y el pistilo.

BASFOR (2000), Las flores, que carecen de cáliz y corola, salen antes que las hojas y aparecen en racimos axilares cortos sobre ramas del año anterior; el androceo tiene 2 estambres de anteras purpúreas, más o menos grisáceas, y el gineceo un ovario libre con dos cavidades. Pueden ser unisexuales o hermafroditas, y en un mismo árbol puede variar de un año a otro.



**Fotografía 14. Flor de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

#### **h. Frutos.**

Los frutos del fresno son alargados truncada oblicuamente y se los denomina sámaras donde está la única semilla que posee. Los frutos se encuentran dónde empieza la ramita del último año.

Los frutos son secos, aplastados y con un ala terminal, de tipo sámara, que maduran a finales del verano.

BASFOR (2000), El fruto es una sámara oblongo - lanceolada de unos 3.5 cm, glabra, con el ápice truncado oblicuamente o escotado en el ápice, que tiene en su interior una semilla oblonga; suele permanecer en el árbol durante el invierno. Los frutos maduran en otoño.



**Fotografía 15. Fruto de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

### **i. Semillas.**

El cuerpo de la semilla es rollizo de 2.5 a 6 cm de largo por 0.6 cm de ancho, presenta una ala oblonga a espatulada, delgada, lisa, aplanada, de color amarilla a café.

La semilla, que es alargada, tiene un ala que le ayuda a su dispersión por el viento.

Semilla elíptica, lisa de color pardo, ala en forma lanceolada de 20-40 mm de largo por 5,7 mm de ancho.



**Fotografía 16. Semilla de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).**

### **J. Fenología.**

Sus hojas las pierde por un periodo corto de tres meses, de diciembre a enero, sus flores se producen de marzo a mayo y sus frutos de julio a septiembre. Para la región central de Veracruz los frutos colectados en septiembre y octubre están en buen estado para germinarlos.

FOLIACIÓN				
00	07	10	11	15
Período de reposo invernal	La yema comienza a abrirse	Borde de la hoja visible	Desarrollo total del 10% de la hojas	Desarrollo total del 50% de las hojas
				
(07,10) El estadio debe observarse por lo menos en tres ramas distintas del árbol.				
(11,15) La hoja está desarrollada cuando se observa el peciolo que separa la hoja de la rama.				
FLORACIÓN				
55	60	65		
Botones florales visibles sin abrirse	10% de flores abiertas	La mitad de la flores abiertas		
				
(55) El estadio debe observarse al menos en tres ramas distintas del árbol.				
FRUCTIFICACIÓN		COMIENZO REPOSO VEGETATIVO		
70	86	93	97	
Primeros frutos visibles	Más del 50% de los frutos están maduros	50% de las hojas decoloradas o caídas	Del 95 al 100% de las hojas han caído. Fin de la caída de las hojas	
				
(70) En al menos tres partes distintas del árbol				

Figura 1. Fenología de FRESNO (*Fraxinus excelsior*).

## 4.2 Obtención de semillas.

En la obtención de las semillas de las dos especies se realizó mediante las técnicas de recolección de: acceso desde el piso, acceso desde una plataforma fuera de la copa, acceso desde el interior de la copa.

Se procedió a la cosecha de frutos (mediante caída natural, sacudido de las ramas, quitando con la mano directamente, quitando con ganchos, corte de ramitas), realizando una inspección de los frutos maduros e inmaduros.

### a) Recogida del suelo.

Consiste en esperar la caída natural de los frutos o semillas, desprendiendo las que caen en primer lugar que suelen ser inmaduras o afectadas por insectos. Se suele utilizar con especies frondosas, se acelera el proceso vareando o agitando ramas y se facilitan colocando lonas en el suelo, Serrada, R. (2000).

Para la especie de *Schinus molle* se realizó la recolección de la semilla cuando los frutos tienen un color rosado a rojo-grosella.

Para la especie de *Fraxinus excelsior* la recolección de la semilla se realizó cuando los frutos pasaron de un color verde a marrón (cuando maduro el fruto).

Las semillas seca y limpia se puede guardar en recipientes de lata o vidrio herméticamente cerrados (en ambiente seco, fresco y obscuro), hasta dos años sin perder mucha de su capacidad germinativa. Goitia (2000).

### 4.3 Características físicas de la semilla, en laboratorio.

#### 4.3.1 Pureza física para la especie *Schinus molle*.

En el Cuadro 2, se observa los resultados obtenidos en los ensayos para la determinación de la pureza física en semillas de *Schinus molle*.

**Cuadro 2. Resultados de pureza física en semillas de *Schinus molle*.**

Número de réplica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso total de la muestra	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Peso de semillas Puras	9.45	9.55	9.47	9.37	9.35	9.45	9.40	9.20	9.50	9.37
Porcentaje de Pureza	94.5	95.5	94.7	93.7	93.5	94.5	94.0	92.0	95.0	93.7

**Fuente:** Elaboración propia

Media:	94.11 % de Pureza
Varianza:	0.94
Desviación estándar:	0.97
Coefficiente de variación:	1.035 %

Los diez ensayos para el análisis de pureza física en semillas de *Schinus molle*, tiene como resultado; una media de 94.11 % de pureza, una varianza de 0.94, una desviación estándar de 0.97 y un coeficiente de variación de 1.035 %. Es importante al momento realizar esta por de debajo de 4% de lo establece la regla de ISTA.

Ramírez, M. (1988.) Menciona que el porcentaje de pureza es 95%. Este análisis del porcentaje de pureza determina la calidad de la semilla, las impurezas contenían (ramas de las inflorescencias, estructuras seminales separadas,).

#### 4.3.2 Pureza física para la especie *Fraxinus excelsior*.

En el cuadro 3, se observa los resultados obtenidos en los ensayos para la determinación de la pureza física en semillas de *Fraxinus excelsior*.

**Cuadro 3. Resultados de pureza física en semillas de *Fraxinus excelsior*.**

Número de réplica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso total de la muestra	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Peso de semillas Puras	7.55	7.65	7.60	7.75	7.90	7.70	7.50	7.65	7.85	7.90
Porcentaje de Pureza	75.5	76.5	76.0	77.5	79.0	77.0	75.0	76.5	78.5	79.0

**Fuente:** Elaboración propia.

<b>Media:</b>	77.05 % de Pureza
<b>Varianza:</b>	2.025
<b>Desviación estándar:</b>	1.42
<b>Coefficiente de variación:</b>	1.84 %

El promedio de pureza física en semillas de *Fraxinus excelsior*. En diez ensayos presenta: una media de 77.05 %, con una varianza de 2.025, una desviación estándar de 1.42 y un coeficiente de variación igual a 1.84 %, que refleja una mínima cantidad de material inerte, el que es conformado principalmente por las alas del fruto sámara.

#### 4.3.3 Cantidad de semillas por kilogramo para la especie *Schinus molle*.

En el cuadro 4, se observan los resultados obtenidos en los ensayos para la determinación de la cantidad de semillas por kilogramo.

**Cuadro 4. Resultados de la cantidad de semillas por kilogramo *Schinus molle*.**

Número de réplica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso de 100 semillas en g	3.53	3.50	3.48	3.52	3.55	3.49	3.48	3.51	3.50	3.48

**Fuente:** Elaboración propia.

Media:	3.50 gramos
Varianza:	0.00056
Desviación Estándar:	0.023
Coefficiente de variación:	0.67 %

**Cantidad de semillas por kilogramo:** 28 571 semillas / Kg.

Los resultados obtenidos en diez réplicas de 100 semilla cada una, se realizó el conteo respectivo para la determinación de semillas por kilogramo, presenta una media de 3.50 g, una varianza de 0.00056, una desviación estándar de 0.023 y un coeficiente de variación del 0.67 %, con 28 571 semillas por kilogramo. El promedio de los resultados obtenidos, quiere decir eran muy homogéneas que inferior al 4% que establece la regla de (ISTA).

Por otro lado Kemperman. (1991) menciona en un trabajo realizado que el número de semillas por kilogramo varía de 14,000 a 44,000.

#### 4.3.4 Cantidad de semillas por kilogramo para la especie *Fraxinus excelsior*.

Los resultados obtenidos en los ensayos para la determinación de la cantidad de semillas por kilogramo, en la especie *Fraxinus excelsior*, se observan en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Resultados de la cantidad de semillas por kilogramo *Fraxinus excelsior*.**

Número de réplica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso de 100 semillas en g	2.27	2.31	2.26	2.33	2.22	2.25	2.30	2.27	2.33	2.28

**Fuente:** Elaboración propia.

Media:	2.28 gramos
Varianza:	0.0012
Desviación Estándar:	0.035
Coefficiente de variación:	1.55 %

**Cantidad de semillas por kilogramo:** 43 859 Semillas / kg

Los resultados obtenidos en diez muestras de 100 semillas cada una, se realizó el conteo respectivo de semillas para la determinación de la cantidad de semillas por kilogramo presentan, una media de 2.28 g, con una varianza igual a 0.0012, una desviación estándar de 0.035, y un coeficiente de variación de 1.55 %, con 43 859 semillas por kilogramo, nos indica que las muestras fueron homogéneas por la contextura de la semilla de *Fraxinus excelsior*, es menor al 4 % que el regla de ISTA.

#### 4.3.5 Contenido de humedad para la especie *Schinus molle*.

Los resultados obtenidos de contenido de humedad de la especie *Schinus molle* se observa en el siguiente cuadro 6.

**Cuadro 6. Resultados de contenido de humedad *Schinus molle*.**

Número de réplica	1	2	3	4
<b>Peso húmedo (Ph)</b>	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>Peso Seco (Ps)</b>	3.68	3.66	3.68	3.70
<b>Porcentaje de humedad</b>	8.0	8.5	8.0	7.5

**Fuente:** Elaboración propia.

Media:	8 % de contenido de humedad
Varianza:	0.166
Desviación estándar:	0.408
Coefficiente de variación:	5.10 %

#### **Contenido de humedad (%): 8 %**

Los resultados obtenidos en cuatro réplica de 4.00 g para la determinación de contenido de humedad, presenta una media de 8 %, una varianza de 0.166, una desviación estándar de 0.408 y un coeficiente de variación de 5.10 %. El promedio de resultados, tienen poca cantidad de humedad demostrado en el análisis.

El molle se incluye dentro de la clasificación de semillas ortodoxas, lo cual caracteriza que su contenido de humedad este dentro de los límites de 5-10 % de humedad, este parámetro bajo de humedad determina la manera más eficiente y fácil para prolongar el periodo medio de viabilidad y la condición de almacenamiento.

#### 4.3.6 Contenido de humedad para la especie *Fraxinus excelsior*.

Los resultados obtenidos de contenido de humedad de la especie *Fraxinus excelsior* se observa en el siguiente cuadro 7.

**Cuadro 7. Resultados de contenido de humedad *Fraxinus excelsior*.**

Número de réplica	1	2	3	4
Peso húmedo (Ph)	4.00	4.00	4.00	4.00
Peso Seco (Ps)	3.78	3.78	3.76	3.74
Porcentaje de humedad	5.5	5.5	6.0	6.5

**Fuente:** Elaboración propia.

Media:	5.87 % de contenido de humedad.
Varianza:	0.229
Desviación estándar:	0.478
Coefficiente de variación:	8.14 %

Contenido de humedad (%): 5.87 %

Los resultados obtenidos en cuatro réplica de 4.00 g de semilla para la determinación de contenido de humedad, presenta una media de 5.875 %, una varianza de 0.229, una desviación estándar de 0.478 y un coeficiente de variación del 8.14 %.

En semillas ortodoxas como el fresno, el contenido de humedad bajo mantiene la viabilidad o longevidad su rango de humedad está considerado menor a 10%. OTTONE R.J., (1993.).

#### 4.3.7 Porcentaje de germinación para la especie *Schinus molle*.

Los resultados obtenidos en los ensayos, para la determinación del porcentaje de germinación de *Schinus molle* se encuentra en el siguiente cuadro 8.

**Cuadro 8. Resultados de porcentaje de germinación de *Schinus molle*.**

Tratamiento a la semilla	Número de réplicas			
	1	2	3	4
Agua limpia de 5 días	65	67	69	66

**Fuente:** Elaboración propia

Media:	66.75 %
Varianza:	2.916
Desviación estándar:	1.707
Coefficiente de variación:	2.55%

En los resultados obtenidos en cuatro replicas compuestas cada una de 100 semillas, se observa una notable superioridad en cuanto al porcentaje de germinación, de las semillas sometidas al tratamiento pre-germinativo, remojo de agua limpia durante 5 días con una media igual a 66.75 %, una varianza de 2.916, una desviación estándar de 1.707 y un coeficiente de variación de 2.55 %, un valor de coeficiente de variación inferior al 4 % (regla ISTA), por lo que se estima las muestras son homogéneas.

#### 4.3.8 Porcentaje de germinación para la especie *Fraxinus excelsior*.

Los resultados obtenidos en los ensayos, para la determinación del porcentaje de germinación de *Fraxinus excelsior*, se encuentra en el siguiente cuadro 9.

**Cuadro 9. Resultados de porcentaje de germinación de *Fraxinus excelsior*.**

Tratamiento a la semilla	Número de réplicas			
	1	2	3	4
Agua limpia de 5 días	51	49	52	50

**Fuente:** Elaboración propia

Media:	50.75 %
Varianza:	1.583
Desviación estándar:	1.258
Coefficiente de variación:	2.47 %

El porcentaje de germinación determinado en cuatro replicas, compuesta cada una por 100 semillas de *Fraxinus excelsior* se empleó del tratamiento pre-germinativo, remojo de agua limpia durante 5 días, que refleja los siguientes resultados; una media de 50.75 %, una varianza de 1.583, una desviación estándar de 1.258 y un coeficiente de variación de 2.47 %, un valor de coeficiente de variación inferior al 4 % (regla ISTA), por lo que se estima las muestras son homogéneas.

#### 4.3.9 Viabilidad por prueba de flotación, en semillas de *Schinus molle*.

En el Cuadro 10, se observan los resultados obtenidos en los ensayos de determinación de la viabilidad en semillas de *Schinus molle*.

**Cuadro 10. Resultados de viabilidad, en 100 semillas de *Schinus molle*.**

Número de réplica	1	2	3	4	5	6	7	8
Semillas viables	96	97	99	96	98	99	98	97

**Fuente:** Elaboración propia

Media: 97.5 semillas viables.

Varianza: 1.428

Desviación estándar: 1.195

Coefficiente de variación: 1.22 %

Para la determinación de la viabilidad de las semillas de *Schinus molle*, por el método de flotación, se realizó el trabajo con ocho réplicas cada una compuesta por 100 semillas de una cosecha reciente, obteniendo los siguientes resultados; una media igual a 97.5 semillas viables, con una varianza de 1.428, una desviación estándar de 1.195 y un coeficiente de variación de 1.22%, este resultado refleja la importante cantidad de semillas viables presentes en esta especie.

#### 4.3.10 Viabilidad por prueba de flotación, en semillas de *Fraxinus excelsior*.

El Cuadro 11, presenta los resultados obtenidos en prueba de flotación para la determinación de la viabilidad en semillas de *Fraxinus excelsior*.

**Cuadro 11. Resultados de viabilidad, en 100 semillas de *Fraxinus excelsior*.**

Número de réplica	1	2	3	4	5	6	7	8
Semillas viables	90	88	86	86	85	91	85	87

**Fuente:** Elaboración propia

Media:	87.25 semillas viables.
Varianza:	5.071
Desviación estándar:	2.251
Coefficiente de variación:	2.58 %

Para la determinación de la viabilidad de las semillas de *Fraxinus excelsior*, por el método de flotación, se trabajó con ocho réplicas cada una compuesta por 100 semillas de una cosecha reciente, obteniendo los siguientes resultados; una media igual a 87.25, con una varianza de 5.071, una desviación estándar del 2.251 y un coeficiente de variación de 2.58 %, es resultado refleja a importante cantidad de semillas viables presentes en esta especie.

#### 4.3.11 Energía germinativa de la especie de *Schinus molle*.

Los resultados obtenidos en la determinación de energía germinativa de *Schinus molle*, que muestran en el siguiente datos.

Tiempo de germinación = 30 días

Germinación acumulada = 66.75 %

$$\text{Energía germinativa} = \frac{66.75 \%}{30 \text{ Días}} = 2.22\%$$

En los resultados obtenidos de energía germinativa es la germinación acumulada sobre el tiempo de geminación es de 2.22 %, el porcentaje de número de plántulas que germino en un lapso de 30 días en el laboratorio, que nos refleja el tiempo que alcanzo de germinar la especies de *Schinus molle*.

#### 4.3.12 Energía germinativa de la especie de *Fraxinus excelsior*.

En los resultados obtenidos en los ensayos de energía germinativa de la especie de *Fraxinus excelsior*, muestra con los siguientes datos.

Tiempo de germinación = 30 días

Germinación acumulada = 50.75 %

$$\text{Energía germinativa} = \frac{50.75 \%}{30 \text{ Días}} = 1.69 \%$$

En los resultados obtenidos de energía germinativa es la germinación acumulada sobre el tiempo de geminación es de 1.69 %, el porcentaje de número de plántulas que germino en un lapso de 30 días en el laboratorio, que nos refleja el tiempo que alcanzo de germinar la especies de *Fraxinus excelsior*.

#### 4.3.13 Valor real de la especie de *Schinus molle*.

Los resultados obtenidos en los ensayos, para la determinación del valor real muestra la cantidad de semillas vivas de *Schinus molle*, que muestran en el siguiente cuadro 12.

**Cuadro 12. Resultados de valor real de *Schinus molle*.**

<b>Porcentaje de germinación de <i>Schinus molle</i>.</b>	66.75 %
<b>Porcentaje de pureza <i>Schinus molle</i>.</b>	94.11 %
<b>Valor real</b>	62.81 %

**Fuente:** Elaboración propia

En los resultados obtenidos de valor real nos indican que el 62.81 % que están vivas las semillas de la especie de *Schinus molle*, teóricamente la cantidad de semillas vivas de los árboles seleccionados.

#### 4.3.14 Valor real de la especie de *Fraxinus excelsior*.

Los resultados obtenidos en los ensayos, para la determinación de valor real que es la cantidad teórica de semillas vivas de *Fraxinus excelsior*, que muestran en el siguiente cuadro 13.

**Cuadro 13. Resultados de valor real de *Fraxinus excelsior*.**

<b>Porcentaje de germinación de <i>Fraxinus excelsior</i>.</b>	50.75 %
<b>Porcentaje de pureza <i>Fraxinus excelsior</i>.</b>	77.05 %
<b>Valor real</b>	39.10 %

**Fuente:** Elaboración propia.

En los resultados obtenidos de valor real nos indican que el 39.10 % que están vivas las semillas de la especie de *Fraxinus excelsior*, teóricamente baja en la cantidad de semillas vivas de los árboles seleccionados.

#### 4.3.15 Cantidad de semilla a sembrarse para la especie de *Schinus molle*.

En base a los resultados de los datos de análisis de semillas, como el porcentaje de capacidad germinativa, pureza, área a sembrarse y número de semillas por unidad de peso, se determinó la cantidad de semillas necesarias para la siembra, con los siguientes datos:

Q= ¿?

A= 1m<sup>2</sup>.

D= densidad deseada por unidad de superficie, m<sup>2</sup>. 600 plt/m<sup>2</sup>

C= cantidad de semillas por unidad de peso, N<sup>o</sup>/kg. = 28 571 semillas / kg

P= 94.11 % = 0.94

PG= 66.75 % = 0.66

L= 6 %= 0.07

$$Q(\%) = \frac{1 \times 600 \text{ plantas}}{28571 (0.94 \times 0.66 \times 0.07)} = 0.48 \text{ kg} \rightarrow 480 \text{ g}$$

Los resultados obtenidos en el cálculo nos muestra que 480 g, de semilla de *Schinus molle*, se debe sembrarse en un metro cuadrado en el vivero forestal.

#### 4.3.16 Cantidad de semilla a sembrarse para la especie de *Fraxinus excelsior*.

En base a los resultados de los datos de análisis de semillas, como el porcentaje de capacidad germinativa, pureza, área a sembrarse y número de semillas por unidad de peso, se determinó la cantidad de semillas necesarias para la siembra, con los siguientes datos:

Q= ¿?

A= 1m<sup>2</sup>.

D= densidad deseada por unidad de superficie, m<sup>2</sup>. 600 pl / m<sup>2</sup>

C= cantidad de semillas por unidad de peso, N<sup>o</sup>/kg. = 43 859 semillas / kg

P= 77.05 % = 0.77

PG= 50.75 % = 0.50

L= 9 %= 0.09

$$Q(\%) = \frac{1 \times 600 \text{ plantas}}{43859 (0.77 \times 0.50 \times 0.09)} = 0.39 \text{ kg} \rightarrow 390 \text{ g}$$

Los resultados obtenidos en el cálculo nos muestran que 390 g, de semilla de *Fraxinus excelsior*, se debe sembrarse en un metro cuadrado en el vivero forestal.

## V. SECCION CONCLUSIVA

### 5.1 Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se tienen.

1. ***Schinus molle***. Este árbol de unos 10 m de alto, que puede alcanzar los 25 m en sus zonas de origen, tiene la corteza escamosa, grisácea o rojiza, Follaje perenne, denso o abierto, con ramas y ramillas notablemente colgantes, hojas compuestas o pinnadas, folíolos sésiles de 1,5- 4,0 cm de largo, lanceolados, de margen liso o aserrado, de Inflorescencias dispuestas en panículas alargadas de 10-20cm de largo, muy ramificadas, con flores pequeñas de color blanco verdoso, los frutos aparecen en racimos, al principio son carnosos pero maduros son secos, globosos de 4-8 mm de diámetro y adquieren un tono rosado o purpúreo, las semillas poseen un color negruzco, de textura rugosa, forma redondeada y su tamaño varía entre los 3 y 5 mm de diámetro, la especie en Bolivia florece de octubre a noviembre.
2. ***Fraxinus excelsior***. Los fresnos son árboles de talla pequeña, normalmente inferior a 20 m , el tronco es recto y duro con forma cilíndrica, la corteza es más gris, arrugada y nudosa, sus hojas son opuestas, imparipinnadas, con 7-9 folíolos de forma ovado-lanceolada, con la base entera y finamente dentados en la mitad superior, las inflorescencias son pequeñas panículas que aparecen antes que las hojas, con flores que carecen de cáliz y corola, los frutos del fresno son alargados y se los denomina sámaras donde está la única semilla que posee, son secos, aplastados y con un ala terminal de tipo sámara, la semilla es rollizo, presenta una ala oblonga a espatulada, delgada, lisa, aplanada, de color amarilla a café, sus hojas las pierde de diciembre a enero, sus flores se producen de marzo a mayo y sus frutos de julio a septiembre.

3. ***Schinus molle***, las características Físicas en las semillas de la especie posee un 94.11 % de Pureza, 28 571 semillas por kilogramo, 8 % de contenido de humedad y 66.75 % de porcentaje de germinación.
4. ***Fraxinus excelsior***, las características Físicas en las semillas de la especie posee un 77.05 % de Pureza, 43859 semillas por kilogramo, 5.87 % de contenido de humedad y 50.75 % de porcentaje germinación.
5. ***Schinus molle***, las características Fisiológicas en las semillas de la especie posee un 97.5 % de semillas viables, en semillas sometidas al tratamiento pre-germinativo, remojo de agua limpia durante 5 días, 2.22 % de energía germinativa, 62.81 % de valor real y cantidad de semillas a sembrarse es de 480 g.
6. ***Fraxinus excelsior***, las características Fisiológicas en las semillas de la especie posee un 87.25 % de semillas viables, en semillas sometidas al tratamiento pre-germinativo, remojo de agua limpia durante 5 días, 1.69 % de energía germinativa, 39.10 % de valor real y cantidad de semillas a sembrarse es de 390 g.

## 5.2 Recomendaciones.

1. Se sugiere continuar con las investigaciones sobre caracterización dendrológicas mas relacionados con la anatomía de maderas
2. Se sugiere continuar la investigación con referencias a la identificación de árboles semilleros con mucha profundidad a cerca de la muestras para la colecta de semillas.
3. Se sugiere continuar la investigación con referencias al tratamiento pre-germinativo, remojo en agua a temperatura ambiente, profundizar más periodo de permanencia de semillas en el mismo.
4. Se debe realizar investigaciones con referente a las caracterizaciones morfológicas de semillas forestales, con referencia al tamaño de semillas y cortes anatómicos.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

**ALVAREZ, O; VARONA J. 1998.** Silvicultura. Editorial pueblo y Educación. La Habana Cuba. Pp. 28-71

**BARNER, H.; OLESEN, K. 1984.** Seed Crop Evaluation Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre; Technical Note N°. 19. 21 p.

**BASFOR, 2000.** Ficha técnicas de especies forestales. Centro de semillas forestales, BASFOR – ETSFOR. Cochabamba, Bolivia. Ficha N° 9 - 12.

**BOLFOR. 2003.** Tasa de deforestación de 1993 a 200 en Bolivia. Santa Cruz, Bolivia.

**BRAKO, L.; ZARUCCHI, 1993.** Guía de Dendrologia de especies arbóreas, Amazonia, 20 p.

**CABRERA, MARRERO, A., J.I. LESOUF & M.A. 1992.-** Estudios previos para un rescate genético de *Limonium dendroides* Svent. Bot. Macaronésica, 19-20: 3-14.

**CLAVIJO, A. 1999.** Estudio dendrológica y anatómico de las especies molle (*Schinus molle*), aliso (*Alnusacuminata*), algarrobo (*Prosopislaevigata*), soto (*Schinopsishaenkeana*) y jacaranda (*Jacarandá mimosifolia*). Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia.

**CRONQUIST, A. 1995.** Botánica básica. Segunda edición. Editorial Continental. México. 633 p.

**DURÁN A. 1979.** Viveros. Editorial Pueblo y educación. Habana, Cuba. 162 p.

**DURYEA, M. L. Y K. M. MCCLAIN. 1984.** Modificando la fisiología de las plántulas. Para mejorar el éxito de la reforestación. En: Duryea, M. L. y G. N. Marrón (eds). Fisiología de plántulas y éxito de reforestación. pp: 77-114.

**FAO, 1956.** El Eucalipto en la repoblación forestal.

**FONT QUER P. (1975);** Diccionario de Botánica. De. Labor S.A. Barcelona. 7ma. Edición Valla, J.J.; Botánica, Morfología de las plantas Superiores. De. Hemisferio Sur. Buenos Aires. (332 pág.)

**FOSSATI, J.; OLIVERA, T. 1996.** Tratamientos pre-germinativos. Manual de redoblamiento forestal. Tercer número, Prefectura del departamento de Cochabamba, COTESU. 25 P.

**GARCIA, A.; SALHUANA, W. 1970.** Fundamentos de estadística y sus aplicaciones. Lima. Perú, 228 p.

**GOITIA, A., L. 2003.** Manual de dasonomía y silvicultura. Texto UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz. 159 p.

**GUZMAN, W. 2000.** Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa L.*) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota – La Paz. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. pp.: 23.

**HUECK, K. 1978.** Los bosques de Sudamérica. Ecología Composición e importancia económica. Sociedad Alemana de corporación Técnica Ltda. Eschborn República Federal de Alemania. 472 p.

**INIA-OIMT. 1996.** Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Organización Internacional de Maderas Tropicales, Manual de investigación de especies forestales de la subregión Andina. Lima, Perú. 489 p.

**ISTA. 1976.** Asociación internacional de semillas. Roma. Estudio FAO Montes N° 20/3. 458 p.

**ISTA. 1993.** International Rules for Seed Testing Rules. Seed Science & Technology, 21, Supplement.

**JUSCAFRESCA, B. 1979.** Árboles y arbustos. Editorial AEDOS. Barcelona España. pp. 129.

**KEMPERMAN. 1991.** The Multipurpose and Shrub Database. An Information and Decision-Support System. Manual, Versión 1.0. ICRAF. Nairobi Kenia

**KILLEEN, T., GARCIA, E.; BECK, S. 1993.** Guía de árboles de Bolivia. Instituto de Ecología UMSA. Editorial Quipus. La Paz, Bolivia. 958 p.

**LARA, R. 1988.** Manual de dendrológica boliviana. CUTAMA COTESU. La Paz, Bolivia. 268 p.

**LENIN P., VALDEBENITO H. 2000.** Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. Impreso en Artes Gráficas. Quito -Ecuador. 206 p.

**MDSMA.1995.** Ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente 1995. Mapa forestal de Bolivia. Memoria explicativa. La Paz, Bolivia.43 p.

**MESÓN, M Y MONTOYA, M. (1993).** Selvicultura Mediterránea (el cultivo del monte). Ed. Mundi-prensa, Madrid, 381 pp.

**MORENO, A. 1984.** Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. Número especial dedicado a la memoria del doctor Salvador Llobet i Reverter (I): 155-170.

**NIEMBRO, R. 1983.** Semillas de Árboles y Arbustos, Ontogenia y Estructura. Edit. Limusa S. A. Chapingo, México D. F. 285 p

**NINA, M. 1999.** Especies forestales potenciales para plantaciones en Bolivia. Serie Técnica II. Proyecto de coordinación e implementación del plan de acción forestal para Bolivia (FAO-GCP/BOL/028/NENT). Impreso en artes gráficas Sagitario. La Paz - Bolivia. 144 p.

**PADILLA, G. H. 1987.** Glosario practica de términos forestales. Primera edición. Editorial Limusa. México Distrito Federal, México. 273 p.

**PAÑELLA, J. 1972.** Arboles de jardín. Primera edición. Impreso por Industrias Graficas García .Barcelona- España. 300 p.

**PATIÑO, F.; DE LA GARZA, P.; VILLAGOMEZ, Y.; TALAVERA, I. y CAMACHO, F. 1983.** Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D. F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. 181 p.

**POMIER, K. 2006.** Descripción dendrológica y evaluación germinativa de dos especies de acacia bajo el efecto de dos sustratos y dos métodos de tratamiento pre - germinativos. Tesis para optar a la licenciatura de Ing. Agrónomo. Facultad de agronomía - UMSA. La Paz - Bolivia. 82 p.

**RAMÍREZ, M. 1988.** Efectos de Dos Métodos de Siembra en Almacigo y Siete Tratamientos Pregerminativos Sobre la Emergencia de Semillas de pirú (*Schinus molle*

L.). Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

**RAMIREZ, P. 1999.** Manejo e instalación de viveros forestales. AGROTROPICO. La Paz, Bolivia.

**REYNEL, C. Y MARCELO, J. (2009)** Arboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Programa Regional ECOBONA, Agencia Suiza de Cooperación Internacional y Fundación Suiza para el Desarrollo y la Cooperación Internacional (INTERCOOPERATION). 162 pp.

**RODRIGUEZ, R., M. 1991.** Morfología y anatomía vegetal. Editorial los amigos del libro. Cochabamba, Bolivia. 187 p.

**SANDOVAL, E. 1997.** Silvicultura y manejo de plantaciones forestales. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Forestal. Santa Cruz – Bolivia. 113 p.

**SCHULTE, ROJAS R. 1992.** Uso sostenido conservación y restauración de suelos con árboles y arbustos nativos Cochabamba - Bolivia. 75 p.

**SERRADA, R. 200.** Apuntes de repoblación forestales. FUCOVASA. Madrid.

**STUBSGAARD, F.; BAADSGAARD, J. 1989.** Planeación de recolección de semillas. Danida Forest Seed Centre. Lectura Note C-3. CATIE. Material de Enseñanza N° 38: 1-26, 1997.

**TARIMA, J. 1996.** Manual de viveros (comunales y familiares). Segunda edición. Editorial CIAT, MBAT. Santa Cruz, Bolivia. 134 p.

**TORRICO, G., PECA C. BECK S., GARCIA E. 1994.** Leñosas útiles de Potosí. Proyecto FAO/Holanda. Desarrollo Forestal Comunal en el Altiplano. Potosí - Bolivia. 469 p.

**TORTORELLI, L. 1956.** Maderas y bosque argentinos- Buenos Aires - Argentina. 300 p.

**TRUJILLO, E. 1997.** Cursos sobre recolección y procesamiento de semillas forestales. Memorias curso número 8. Red nacional de semillas forestales, RENASER, Banco de semillas forestales, UMSS-COSURE. La Paz Bolivia.

**VARGAS, M. J. 1987.** Anatomía y tecnología de la madera, manual del técnico forestal. ETSFOR, Misión Forestal Alemana, UMSS. Cbb. Bolivia. 119 p.

**VILLANUEVA, S. 1995.** Tratamientos pre- germinativos aplicables a semillas forestales y frutales. Proyecto FAO/ Holanda/ CDF. Desarrollo Forestal Comunal en el Altiplano Boliviano. La Paz – Bolivia. Pp 1- 20.

**VILLAREAL, Q. J. 1993** Introducción a la botánica forestal. Segunda edición. Editorial trillas. México Distrito Federal, Mexico. 151 p.

**WILLAN, R. L. 1985.** A Guide to Forest Seed Handling. FAO. Forestry Paper 20/2.

**ZALLES, T. 1988.** Silvicultura- Manual del técnico forestal. E.T.S.F.O.R., U.M.M.S., G.T.Z. Editorial Arol. Cochabamba, Bolivia. 952 p.

**ZEBALLOS, M. M. 2000.** Estudios de los cambios en la composición florística, cobertura vegetal y fenología a lo largo de un ciclo anual en el área permanente de Cota – La Paz. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Biología. La Paz, Bolivia. 83 p.



**III. CORTEZA EXTERNA: 18. Cicatrización vidriosa ( ); 19. Tiras largas ( )**

a. **Apariencia:** 20. Lisa ( ); 21. Lenticular ( ); 22. Fisurada ( ); 23. Agrietada ( ); 24. Protuberancia ( ).

b. **Tipos de lenticelas:** 25. Forma equidimensional ( ); 26. Forma alargada ( ); 27. Uniformemente distribuidas ( ); 28. Formado grupos ( ); 29. En filas verticales ( ); 30. En fila horizontales ( ).

c. **Aguijones o espinas:** 31. Solitarios dísticas ( ); 32. Agrupados ( ); 33. Triangulares ( ); 34. Cónicos ( ).

d. **Ritidoma:** 35. Consistencia papirácea ( ); 36. Consistencia coriácea ( ); 37. Consistencia suberosa ( ); 38. Consistencia leñosa ( ); 39. Desprende en escamas ( ); 40. Desprende en capas rectangulares; grandes ( ); pequeñas ( ); 41. Desprende irregularmente ( ).

**IV. CORTEZA INTERNA VIVA: 42. Delgada ( ); 43. Gruesa ( ); 44. Mediana ( ).**

a. **Textura:** 45. Laminar ( ); 46. Fibrosa ( ); 47. Arenoso ( ); 48. Esponjosa ( ); 49. Pardea al aire ( ). Granulosa ( ).

b. **Características organolépticas:** 50. Color claro ( ); 51. Color medio ( ); 52. Color oscuro ( ); 53. Olor perceptible ( ). Amarillo pardusco ( ).

c. **Secreciones:** 54. Látex ( ); 55. Resina ( ); 56. Saviosa ( ); 57. Mucilago ( ); 58. Secreción pegajosa ( ); 59. Secreción no pegajosa ( ); 60. Exudado abundante ( ); 61. Exudado escaso ( ); 62. Secreción blanca o cristalina ( ); 63. Secreción de color ( ); 64. Olor característico ( ); 65. Sabor característico ( );

66. Exudado rápido ( ); lenta ( ), tardía ( ) abundante ( ), escasa ( ); 67. Fluye uniformemente, por sectores ( ), líquido ( ), caustica ( ).

## V. RAMAS TERMINALES Y HOJAS

- a. **Nº de limbos:** 68. Simples ( ); 69. Bofoliados ( ); 70. Trifoliados ( ); 71. Digitados ( ); 72. Imparipinnadas ( ); 73. Paripinnadas ( ); 74. Bipinnadas ( ) o Tripinnadas ( ).
- b. **Posición de las ramitas:** 75. Alternas ( ); 76. Opuestas ( ); 77. Helicoidales ( ); 78. Dísticas ( ); 79. Decusada ( ); 80 agrupadas al extremo ( ); 81. Simpodiales ( ).
- c. **Forma de limbo:** 82. Redondas ( ); 83. Elípticas ( ); 84. Oblongas ( ); 85. Ovadas ( ); 86. Obovadas ( ); 87. Lanceoladas ( ); 88. Oblanceoladas ( ); 89. Estipuladas ( ); 90. Deltoides ( ); 91. Cordadas ( ); 92. Reniformes ( ); 93. Sagitadas ( ); 94. Falcadas ( ); 95. Irregulares ( ).
- d. **Borde del limbo:** 96. Enteros ( ); 97. Sinuado ( ); 98. Ondeado ( ); 99. Crenado ( ); 100. Hendido ( ); 101. Partido ( ); 102. Sectado ( ); 103. Dentado ( ); 104. Aserrado ( ); 105. Convoluto ( ); 106. Revoluto ( ); 107. Plano ( ).
- e. **Por el ápice.** 108. Emarginado ( ); 109. Truncado ( ); 110. Redondo ( ); 111. Obtuso ( ); 112. Agudo ( ); 113. Atenuados ( ); 114. Acuminado ( ); 115. Mucronato ( ); 116. Caudado acuminado ( ):
- f. **Por la base:** 117. Cordada ( ); 118. Truncado ( ); 119. Redonda ( ); 120. Obtusa ( ); 121. Aguda ( ); 122. Atenuada ( ); 123. Decurrente ( ); 124. Auriculada ( ); 125. Irregular ( ).
- g. **Por la nervadura:** 126. Trinervada ( ); 127. Palminervada ( ); 128. Curvinerva ( ); 129. Pinnatinerva curva ( ); 130. Pinnatinerva cblicua ( ); 131. Pinnatinerva recta ( ); 132. Reticulada ( ); 133. Anastormosada ( ).
- h. **Por el peciolo:** 134. Sésil ( ); 135. Peltado ( ); 136. Decurrente ( ); 137. Con pulvinolo ( ); 138. Raquis alado ( ); 139. Sección plana o acanalada ( ); 140. Sección circular ( ).

- i. **Hojitas terminales o yema foliar:** **141.** Conduplicadas ( ); **142.** Convolutas ( ); **143.** Forma de yemas ( ); **144.** Forma de puno ( ); **145.** Color verde ( ); **146.** Color diferente al verde ( ).
- j. **Consistencia del limbo:** **147.** Papirácea o membranosa ( ); **148.** Cartácea ( ); **149.** Coraceae ( ).
- k. **Otros caracteres en las hojas:** **150.** Estipulas ( ), simple ( ), pecioladas ( ), cannadas ( ), doble cannadas ( ); **151.** Puntos o rayas translucidas ( ); **152.** Con glándulas ( ); **153.** Indumentales ( ); **154.** Glabras ( ); **155.** Perennifoliadas ( ); **156.** Deciduas ( ); **157.** Secreciones ( ); **158.** Pubescentes ( ); **159.** Tomentoso ( ); **160.** Escamosa ( ); **161.** Haz y envés color diferente ( ).

## VI. OTRAS OBSERVACIONES

- a. **Inflorescencia:** **162.** Tipo.....**163.** bisexuales ( ); **164.** Monoicas ( ); **165.** Dioicas ( ); **166.** Indumento.....
- b. **Flores:** **167.** Color.....**168.** Olor.....**169.** Dimensiones.....
- c. **Frutos:** **170.** Tipo:.....**171.** Color.....**172.** Olor: .....
- 173.** Sabor: ..... **174.** Dimensiones.....
- d. **Semillas:** **175.** Forma: .....**176.** Dimensiones.....
- 177.** N° semillas por frutos: .....
- e. **Presencia de:** **178.** Regeneración natural ( ); **179.** Rebrotos ( ).
- f. **Fenología:** **180.** Foliación:..... **181.** Floración.....
- 182.** fructificación.....**183.** Semillación.....
- 184.** problema sanitarios.....
- g. Usos regionales de la especie.....
- h. Otras observaciones:.....

## Anexo 2

Formulario para la determinación de la pureza de semillas forestales.

ESPECIE: Nombre vulgar: .....

Nombre científico: .....

Familia: .....

Repetición	Peso de semillas con impurezas (gr)	Peso de semillas limpias (gr)	% pureza	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Total				
Promedio				

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

Fecha de la determinación : .....

Autor : .....

### Anexo 3

Formulario para la determinación de número de semillas por kilogramo.

ESPECIE: Nombre vulgar: .....

Nombre científico:.....

Familia: .....

Repeticiones	Nº de semillas en 20 gr.	Nº de semillas	Nº de semillas /Kg	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Total				
Promedio				

Nº de semillas / Kg.....

Fecha de la determinación.....

Autor:.....

## Anexo 4

Formulario de determinación del contenido de humedad de semillas forestales.

ESPECIE: Nombre vulgar:.....

Nombre científico:.....

Familia:.....

Repetición	Peso Húmedo (Ph)	Peso Seco (Ps)	% Humedad	Observaciones
1				
2				
3				
4				
Total				
Promedio				

Porcentajes de humedad (%):.....

Fecha de la determinación : .....

Autor:.....

## Anexo 5

Formulario de Determinación del poder germinativo o porcentaje de germinación de semillas.

ESPECIE: Nombre vulgar: .....

Nombre científico:.....

Familia:.....

FECHAS	NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS	Observaciones

Nº de semillas Ensayadas: .....

Nº de semillas Germinadas:.....

Porcentaje de Germinación: .....

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{numero de semillas germinadas}}{\text{numero de semillas ensayadas}} \times 100$$

Fecha inicio Experimento:.....

Fecha final Experimento:.....

Autor:.....

### Anexo 6

Formulario de determinación del poder germinativo o porcentaje de germinación de semillas en laboratorio.

ESPECIE: Nombre vulgar:.....  
 Nombre científico:.....  
 Familia: .....

FECHAS	NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS				Observaciones
	Numero de replicas				
	1	2	3	4	

Nº de semillas Ensayadas: .....

Nº de semillas Germinadas:.....

Porcentaje de Germinación:.....

Fecha inicio Experimento:.....

Fecha final Experimento :.....

Autor:.....

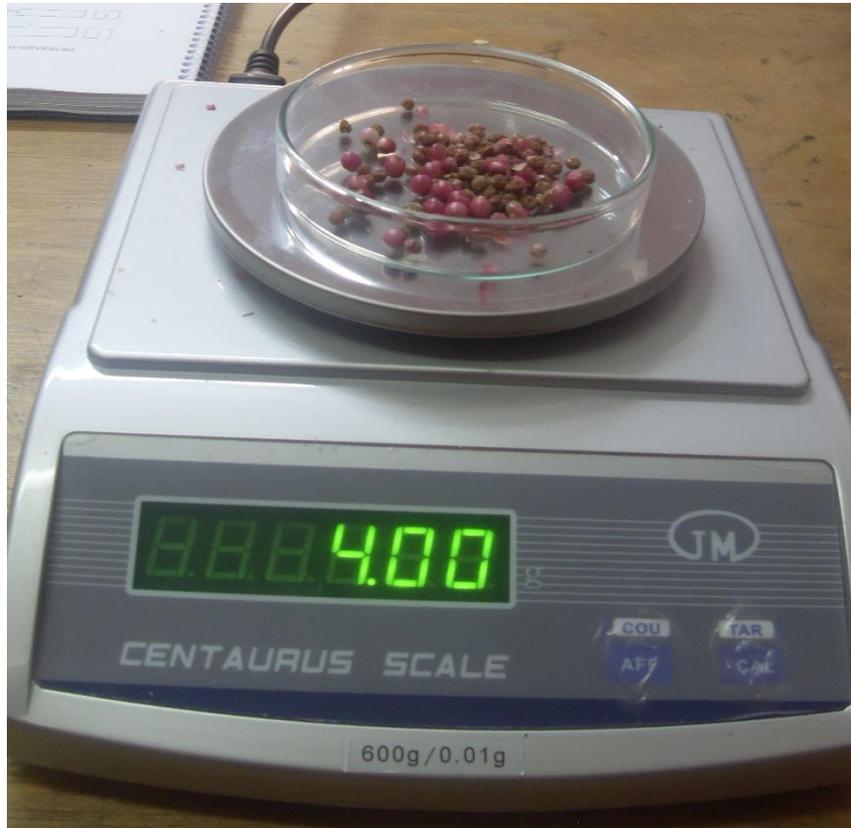
**ANEXO 7: Fotografías.**



**Fotografía 1: Semillas del molle.**



**Fotografía 2: Semillas del Fresno.**



**Fotografía 3: Pesado de semillas de Molle.**



**Fotografía 4: Pesado de semillas de Fresno.**



**Fotografía 5: Estufa para el secado de semillas para el estudio.**



**Fotografía 6: Preparando las platabandas para el estudio.**



**Fotografía 7: Siembra de las especies.**



**Fotografía 8: Protección con paja a las especies.**