

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y  
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO  
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO PATACAMAYA**



**TESINA DE GRADO  
EFECTO DEL VERMICOMPOST DE LOMBRIZ CALIFORNIANA EN LA  
GERMINACIÓN Y PRENDIMIENTO DEL OLMO (*Ulmus sp.*), EN LA LOCALIDAD  
DE PATACAMAYA**

**MARIALINA HUCHANI FERNANDEZ**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2020**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y**  
**COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DESCONCENTRADO “TÉCNICO SUPERIOR**  
**AGROPECUARIO” CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO PATACAMAYA**

**EFFECTO DEL VERMICOMPOST DE LOMBRIZ CALIFORNIANA EN LA GERMINACIÓN Y  
PRENDIMIENTO DEL OLMO (*Ulmus sp.*), EN LA LOCALIDAD DE PATACAMAYA**

*Tesina de Grado presentado como requisito  
Para optar al Título de Técnico  
Universitario Superior Agropecuario*

**MARIALINA HUCHANI FERNANDEZ**

**Tutor (es):**

Ing. Ramiro A. Mendoza Nogales .....

Ing. M. Sc. Jorge G. Espinoza Almazán .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. M. Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez. ....

Ing. Jose Santos Villacorta Espinoza .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador:.....

## **Dedicatoria**

Con profundo respeto, cariño y admiración quiero dedicar este trabajo a mis padres Andres Huchani Posto y Julia Nemesia Fernandez Merma, quienes con amor, dignidad, experiencia y sacrificio me dieron desinteresadamente su apoyo incondicional y supieron inculcar mi formación personal y profesional.

## **Agradecimientos**

A Dios por su intensa bondad, vida, amor, paz y la oportunidad de darme una Profesión.

A la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a la Facultad de Agronomía.

A mis Asesores: Ing. Ramiro A. Mendoza Nogales, Ing. M. Sc. Jorge G. Espinoza Almazán por el apoyo incondicional que me brindaron en el desarrollo del presente trabajo.

Al tribunal Revisor: Ing. M. Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez, Ing. José Santos Villacorta Espinoza, por las correcciones y sugerencias pertinentes que ayudaron a enriquecer el presente trabajo.

A mis docentes de la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Programa Académico Desconcentrado “Técnico Superior Agropecuario”, Centro Regional Universitario Patacamaya, por ser parte de mi formación y guiarme celosamente por los senderos de la vida.

Un especial agradecimiento a mi pareja Mario E. Tola Sarzo por todo el apoyo que me brindo y por todo el tiempo que estuvo a mi lado impulsándome para concluir el presente trabajo.

A mi familia por brindarme siempre su apoyo incondicional.

A todos mil gracias.....

Marialina Huchani Fernandez

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en condiciones de vivero, que pertenece a la Institución Caritas – Corocoro, ubicado en la Localidad de Patacamaya, Provincia Aroma del Departamento de La Paz – Bolivia. El objetivo general es evaluar el efecto del vermicompost de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) en la germinación y prendimiento del Olmo (*Ulmus sp.*) utilizando tierra negra, tierra del lugar y tierra fina en tres tratamientos y tres repeticiones. Para el análisis estadístico se empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA). Donde los resultados obtenidos para la variable porcentaje de germinación en el cuadro 2, muestran que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativas, procediendo a la prueba de “Duncan” donde el tratamiento dos (T2) comprendido en el agrupamiento “A” con un valor igual al 87.07%, alcanzo el mayor promedio en relación a los tratamientos restantes (T3 y T1) agrupados en el grupo “B” con valores iguales a 50.84% y 44.69% respectivamente, indicándonos la superioridad de la aplicación del (T2) a base de 7 partes de tierra del lugar y 4 partes de vermicompost. Para alcanzar el objetivo, el cuadro 6 nos muestra los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento con diferencias estadísticamente significativas, donde la prueba de medias “Duncan” muestra que el mayor promedio se observa en dos tratamientos (T2 y T3) agrupados en el grupo “A” con valores de 95.26% y 94.57% respectivamente, indicándonos la superioridad en la aplicación de estos tratamientos, en comparación al (T1) a base de 7 partes de tierra negra y 4 partes de vermicompost que alcanzo el menor promedio igual a 91.76% comprendido en el agrupamiento “B”

En conclusión la tierra del lugar como sustrato abonado con vermicompost de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) tiene una ventaja significativa en comparación a los demás tratamientos, esto hace referencia a que las propiedades de los sustratos y el abonamiento influyen significativamente en la germinación y prendimiento del Olmo (*Ulmus sp.*).

## CONTENIDOS

RESUMEN	_____	iii
INDICE GENERAL	_____	v
INDICE DE CUADROS	_____	viii
INDICE DE FIGURAS	_____	ix
INDICE DE ANEXOS	_____	x

## INDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN _____	11
1.1. Justificación _____	12
1.2. OBJETIVOS _____	13
1.2.1. Objetivo General _____	13
1.2.2. Objetivos Específicos _____	13
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA _____	14
2.1. El almacigo _____	14
2.1.1. Preparación, siembra y cuidados del almacigo _____	14
2.1.2. Propiedades del almacigo. _____	14
2.1.2.1. Propiedades físicas _____	15
2.1.2.2. Propiedades químicas _____	15
2.1.2.3. Otras propiedades _____	15
2.2. Olmo ( <i>Ulmus sp</i> ) _____	15
2.2.1. Descripción. _____	15
2.2.2. Taxonomía del Olmo ( <i>Ulmus sp</i> ). _____	16
2.3. La plántula. _____	16
2.3.1. Raleo, trasplante y primer inventario _____	16
2.3.2. Riego _____	16
2.3.3. Indicadores de calidad de plantines. _____	17
2.4. Viveros forestales _____	17
2.5. Germinación de semillas _____	17
2.6. Sustratos complementarios. _____	18
2.6.1. El suelo (Tierra del lugar). _____	18
2.6.2. Tierra negra. _____	18
2.6.3. Tierra fina. _____	18
2.6.4. El vermicompost _____	19
2.6.4.1. Ventajas del vermicompost _____	20

3.	LOCALIZACIÓN	21
3.1.	Ubicación Geográfica	21
3.2.	Características Ecológicas.	21
3.2.1.	Clima.	21
3.2.2.	Temperatura.	21
3.2.3.	Precipitación.	22
3.2.4.	Suelos.	22
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1.	Materiales	23
4.1.1.	Material de gabinete	23
4.1.2.	Material fitosanitario	23
4.1.3.	Material Vegetal	23
4.1.4.	Material de campo	23
4.2.	Metodología	23
4.2.1.	Procedimiento experimental	23
4.2.2.	Área de germinación	24
4.2.3.	Evaluaciones.	24
4.2.4.	Preparación del sustrato.	24
4.2.5.	Desinfección del sustrato.	24
4.2.6.	Siembra de semillas de Olmo.	25
4.2.7.	Labores culturales	25
4.2.7.1.	Riego	25
4.2.7.2.	Embolsado	26
4.2.7.3.	Repique	26
4.2.7.4.	Deshierbe.	26
4.2.7.5.	Control de Enfermedades y Plagas	27
4.2.7.6.	Registro de temperatura	27
4.3.	Variables de respuesta	27
4.3.1.	Variable Porcentaje de germinación	27
4.3.2.	Variable Germinaciones con dos hojas verdaderas	28
4.3.3.	Variable Porcentaje de prendimiento	28

4.3.4.	Variable Altura de planta (cm)	28
4.3.5.	Variable de Diámetro del tallo o collar (mm)	28
4.3.6.	Variable de Relación altura con diámetro	29
4.3.7.	Variable de Número de hojas	29
4.4.	Análisis Estadístico	29
4.4.1.	Diseño experimental	29
4.4.2.	Modelo Lineal aditivo DCA	30
4.4.3.	Características del Área Experimental	30
4.4.4.	Tratamiento	31
4.4.5.	Croquis experimental	32
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	33
5.1.	Registro de Temperaturas.	33
5.2.	Germinación	34
5.2.1.	Porcentaje de germinación.	34
5.2.2.	Número de plántulas con dos hojas verdaderas.	38
5.3.	Prendimiento	40
5.3.1.	Porcentaje de prendimiento.	40
5.3.2.	Altura de planta.	43
5.3.3.	Diámetro tallo o de collar.	45
5.3.4.	Relación altura de planta con diámetro de tallo.	48
5.3.5.	Número de hojas.	49
6.	CONCLUSIONES	51
7.	RECOMENDACIONES	53
8.	BIBLIOGRAFIA	54

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Tratamientos_____	31
Cuadro 2. Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación. _____	34
Cuadro 3. Promedio del porcentaje de germinación y prueba de Duncan. _____	35
Cuadro 4. Análisis de la varianza para las germinaciones con dos hojas verdaderas. _____	38
Cuadro 5. Promedio de germinaciones con dos hojas verdaderas y prueba de Duncan. _____	39
Cuadro 6. Análisis de la varianza para el porcentaje de prendimiento. _____	41
Cuadro 7. Promedio del porcentaje de prendimiento y prueba de Duncan. _____	41
Cuadro 8. Análisis de la varianza de la altura de la planta. _____	43
Cuadro 9. Análisis de la varianza del diámetro del tallo o de collar. _____	45
Cuadro 10. Promedio del diámetro de tallo y prueba de Duncan. _____	46
Cuadro 11. Análisis de la varianza para la relación altura de planta con diámetro de tallo. _	48
Cuadro 12. Análisis de la varianza para el número de hojas. _____	49

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Mapa de localización del área de estudio. _____	21
Figura 2. Croquis experimental. _____	32
Figura 3. Registro de temperatura. _____	33
Figura 4. Promedios para el porcentaje de germinación del olmo (%). _____	36
Figura 5. Promedio para las plántulas con dos hojas verdaderas (#). _____	39
Figura 6. Promedio para el porcentaje de prendimiento del olmo (%). _____	42
Figura 7. Promedio de diámetro de tallo o de collar (mm). _____	46

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
ANEXO 1 REGISTRO DE DATOS _____	60
ANEXO 2 ANALISIS DE VARIABLE POR EL PROGRAMA INFOSTAT _____	63
ANEXO 3 FOTOGRAFIAS DE LAS ACTIVIDADES _____	66

## 1. INTRODUCCIÓN

La Lombricultura principalmente consiste en el cultivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*), la cual consume residuos orgánicos, que al transformarse son aprovechados como abono para cultivos agrícolas, a estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de vermicompost (humus), que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad.

Todo abono orgánico, se definen como fertilizante de origen natural que cumplen un papel muy importante al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, siendo además una buena alternativa para el manejo ecológico de los desechos contaminantes como basura orgánica, desperdicios de cocina, estiércoles de establos, etc... definitivamente el éxito de la forestación, más allá del objetivo, inicia con una semilla y producción de plantines de calidad. Calidad que no depende únicamente de las propiedades genéticas de las semillas, sino también de las propiedades de los sustratos porque es en este medio en el cual los plantines desarrollan sus primeros estadios de vida.

La tierra es el medio de crecimiento de los plantines y desde varios años ha sido el material más utilizado en los viveros, por diversos factores como: la disponibilidad, el costo, la accesibilidad, entre otros, pero no es el material más indicado para la producción de plantines en viveros, ya que el conocimiento de las propiedades de otros sustratos diferentes a la tierra o la mezcla entre varios sustratos es de suma importancia. Hoy en día, se utilizan una variedad de sustratos para la producción de plantines, siendo algunos de los conocidos: cascarilla de arroz, corteza de árboles, pulpa de café, fibra de coco, turbas, aserrines, arena, grava, lombricompost, estiércol, entre otros, encontrar un sustrato ideal es una tarea difícil, porque cada especie tiene requerimientos distintos, pero a través de investigaciones es posible hallar un sustrato óptimo que reúna las condiciones mínimas requeridas por las especies a estudiar.

## 1.1. Justificación

En la presente investigación se pretende evaluar el efecto del vermicompost de lombriz californiana en la germinación y prendimiento de Olmo (*Ulmus sp.*) utilizando además tierra del lugar, tierra fina (arena) y tierra negra, como medio de crecimiento en diferentes proporciones. La investigación se realizó en el vivero de la Institución Caritas – Corocoro, ubicado en el municipio de Patacamaya, Provincia Aroma – Departamento de La Paz.

Hoy en día específicamente en la silvicultura, los problemas que se presentan en los plantines son la baja productividad y bajos ingresos económicos, el cual puede ser modificado a través de la correcta compatibilidad de los sustratos y las variedades elegidas, para ello se requiere introducir nuevos tipos de abonos como el vermicompost, con la finalidad de lograr plantas de calidad y que reflejen su potencial genético frente a los ecosistemas donde serán desarrollados. La Institución CARITAS, realiza actividades en la Provincia Aroma, Municipios y comunidades con extensión comunitaria en forestación, reforestación, manejo integral de cuencas, y producción de plantines con especies nativas y exóticas en el vivero forestal donde es posible aprovechar el vermicompost como abono para sustratos.

El Olmo (*Ulmus sp.*) es una especie que se adapta fácilmente al clima frío y es compatible a la temperatura ambiente del altiplano Boliviano, específicamente tiene la propiedad de mejorar el microclima, mejorar los suelos, regular la temperatura, humedad, etc. En nuestro país, las áreas dedicadas a la agroforestación vienen incrementando de manera sostenida, sin embargo este crecimiento no garantiza una producción de calidad con rendimientos aceptables debido a que no existen centros de investigación. La presente investigación utilizó sustratos a base de vermicompost de lombriz californiana para almácigos de plantines de Olmo (*Ulmus sp.*), los más promisorios y que actualmente se deben utilizar, con la finalidad de determinar su adaptabilidad, ventajas, desventajas y efectos, trabajo que es muy importante por las condiciones climáticas que presenta el municipio de esta provincia.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Evaluar el efecto del vermicompost de lombriz californiana en la germinación y prendimiento de Olmo (*Ulmus sp.*) en la localidad de Patacamaya.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto del vermicompost en la germinación del Olmo (*Ulmus sp.*) utilizando adicionalmente tres diferentes sustratos.
- Analizar el porcentaje de prendimiento del Olmo (*Ulmus sp.*) bajo distintas aplicaciones de vermicompost en tres diferentes sustratos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. El almacigo**

Según Fernández (2008), un almacigo es un sitio donde se siembran los vegetales o un lugar donde se guardan las semillas. Entonces los almacigos se utilizan para la siembra, son una de las nuevas tecnologías de la agricultura.

#### **2.1.1. Preparación, siembra y cuidados del almacigo**

Se deben de tener las siguientes consideraciones, (Fernández, 2008):

- Utilizar materiales orgánicos
- Asegúrate de que el recipiente tenga agujeros en la base.
- Utilizar arena, vermicompost, tierra negra y tierra del lugar.
- Colocamos una segunda capa encima de unos 10 cm con el sustrato
- Con un palo de madera, ve haciendo hoyos en la superficie.
- Después vamos colocando las semillas en los hoyos.
- Cubre las semillas con un poco de vermicompost
- Riega con mucho cuidado de no mover las semillas.
- Ubica los almacigos en un lugar oscuro, resguardado de vientos fuertes.
- Cuando veas que van saliendo las primeras plántulas, podemos ponerlas al sol durante 3 o 4 horas al día y después de unos 10 días podemos pasarlas a un lugar donde reciban la luz durante todo el día.

#### **2.1.2. Propiedades del almacigo.**

Según Alcoverro (2015), se tiene:

### **2.1.2.1. Propiedades físicas**

Elevada capacidad de retención de agua, fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas que asegure las condiciones anteriores, baja densidad aparente, elevada porosidad total, estructura estable y contracción reducida (Alcoverro, 2015).

### **2.1.2.2. Propiedades químicas**

Suficiente nivel de nutrientes asimilables, baja salinidad, elevada capacidad tampón y mínima velocidad de descomposición (Alcoverro, 2015).

### **2.1.2.3. Otras propiedades**

No tóxico para humanos ni plantas, reproducibilidad y disponibilidad, bajo costo, fácil de mezclar, fácil de desinfectar, resistencia a cambios físicos, químicos y ambientales (Alcoverro, 2015).

## **2.2. Olmo (*Ulmus sp*)**

Según Pajares (2005), señala que pertenece al género botánico con unos 40 taxones aceptados, de los más de 300 descritos, 1 de plantas de flores perteneciente a la familia ulmaceae, son árboles caducifolios o semicaducos, el gran número de variedades, junto a la hibridación y a su amplia utilización, hacen difícil, en algunos ejemplares, su adscripción a una determinada especie.

### **2.2.1. Descripción.**

Tienen hojas en disposición alterna y dística de tacto áspero, con pecíolo corto y limbo de contorno adentrado de los bordes, simples y cerradas, generalmente asimétricas en la base, las flores, inconspicuas, son hermafroditas sin pétalos y con cáliz persistente y sus frutos son sámaras (Gutiérrez, 2017).

### **2.2.2. Taxonomía del Olmo (*Ulmus sp.*).**

Según Gutiérrez (2017), describe la ubicación taxonómica del olmo de la siguiente manera:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Rosales
- **Familia:** Ulmaceae
- **Género:** Rosales

### **2.3. La plántula.**

Según Kasten & Douglass (2006), se conoce como plántula a una pequeña planta que recién ha germinado ya que tiene necesidades muy diferentes a las de una planta grande que ya está casi lista para ser llevada al campo.

#### **2.3.1. Raleo, trasplante y primer inventario**

Unas 2 o 3 semanas después de sembrar, casi todas las plántulas deberían haber germinado y comenzar a mostrar nuevas acículas, las semillas germinan más rápidamente con temperaturas más elevadas y es recomendable hacer germinar las semillas tan rápido como sea posible para prevenir problemas de damping off (Douglass, 2006).

#### **2.3.2. Riego**

En general puede ser necesario regar 1, 2, 3 o más veces por semana, dependiendo del tamaño del contenedor y de los plantines, de las condiciones en el invernadero o cantero y de las condiciones climáticas (Kasten, 2006).

### **2.3.3. Indicadores de calidad de plantines.**

El indicador de calidad se realiza en base a variables morfológicas y fisiológicas; donde se incluyen: la altura de la planta, el diámetro del tallo o de collar, tamaño, forma y volumen del sistema radical, la relación altura/diámetro de collar, la relación tallo/raíz, la presencia de yema terminal y micorrizas, el color del follaje y la sanidad, el peso seco de los tallos, follaje y raíz (Quiroz, 2009).

En los atributos fisiológicos se consideran: resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces para que una planta tenga la calidad necesaria debe poseer ciertas características, sobretodo, pensando en la sobrevivencia y adaptabilidad una vez establecida a campo definitivo (Quiroz, 2009).

## **2.4. Viveros forestales**

El vivero forestal constituye, en los planes de reforestación un eslabón importante, pues en él se cultivan las especies de las futuras plantaciones y es por ello que se le debe prestar atención con el objetivo de obtener una planta de buena calidad (AGRINFOR, 2003).

Todo programa de producción silvícola es generar plantas de alta calidad, al menor costo posible, lo anterior implica producir en el vivero, en la forma más eficiente, plántulas que posean las mayores tasas de supervivencia y de crecimiento inicial para un sitio determinado (Quiroz et al, 2009).

## **2.5. Germinación de semillas**

Para garantizar una producción de plantines de calidad, es necesario contar con material genético de buena calidad, ahí la importancia de las semillas certificadas.

## **2.6. Sustratos complementarios.**

### **2.6.1. El suelo (Tierra del lugar).**

La función de la tierra del lugar es sustituir, en forma barata y sencilla, a materiales del sustrato que son difíciles de encontrar. Además, le da a la planta un medio parecido al que tendrá en su sitio de plantación (Goitia, 2003).

González (2002), menciona que el suelo común presenta problemas como: La degradación del suelo superficial por el llenado de bolsas, es hospederero de plagas y enfermedades de la raíz, no presenta homogeneidad en su textura.

El suelo es, por naturaleza, el principal medio de crecimiento de las plantas, su utilización en viveros es muy común debido a su disponibilidad e inclusive sin costo, aunque no siempre cumplen con condiciones óptimas para su utilización en viveros.

### **2.6.2. Tierra negra.**

Es la que contiene gran cantidad de materia orgánica descompuesta, pudiendo tener una textura franca a franco arcillosa y una reacción muy ácida (pH 4 a 5). Todas las tierras negras manchan las manos o dedos cuando se manipulan. Se encuentran en zonas altas (3000 m.s.n.m.) y en zonas muy húmedas, donde por su mayor contenido de materia orgánica se le llama turba. La función de este material es el de mantener una estructura estable en el sustrato, proporcionando al mismo tiempo los nutrientes que requiere la planta y además ayuda a mantener la humedad (Fossati, 1996).

### **2.6.3. Tierra fina.**

Los suelos franco arenosos o francos son ingredientes buenos para la preparación de mezclas con suelo, los francos tienen las características físicas deseables de las arcillas y las arenas sin mostrar las propiedades indeseables de soltura extrema, baja

fertilidad, y baja retención de humedad por un lado y adherencia, compactación, drenaje y movimiento lento del aire (Alvarado y Solano, 2002).

Para tener una tierra fina, limpia y uniforme se procede al cernido. Con esto se eliminan las hojas, raíces, terrones y otros residuos (Tarima, 1993).

#### **2.6.4. El vermicompost**

El compostaje consiste en la descomposición física y química de materiales que liberan nutrientes disponibles para las plantas, estos agentes microorganismos tales como hongos y bacterias digieren los materiales durante el proceso de descomposición, cualquier material orgánico se puede compostar, una mezcla de material puede ser mejor (Tecnociencia, 2017).

En el caso del lombricompost es un producto natural obtenido a través de la acción digestiva de la Lombriz Roja Californiana sobre sustancias orgánicas de animales, previamente seleccionados y acondicionados (Vita, citado en de León, 2009)

El vermicompost es conocido con muchos nombres comerciales: lombricultura: casting, lombricompost, worm casting y otros, se le considera el mejor abono orgánico. El vermicompost es un abono rico en fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta (Tecnociencia, 2017).

Es el mejor abono natural, porque no existe un abono natural de mejor calidad como el vermicompost de lombriz, esto se debe a la cantidad y "calidad" de los microorganismos que contiene el vermicompost y que proceden del intestino de la lombriz (Nostoc, 2018).

Protege el cultivo porque muchos de los microorganismos presentes en el vermicompost, se asocian con la raíz de la planta protegiéndola del ataque de hongos

y bacterias oportunistas, la capacidad protectora del vermicompost está más que documentada científicamente (Nostoc, 2018).

Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración y la cantidad y dimensión de los frutos.
- La Giberelina, favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Wikipedia, 2018).

#### **2.6.4.1. Ventajas del vermicompost**

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- Mejora la porosidad y, por consiguiente, la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del terreno.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana (Fernández, 2008).



- El municipio presenta una temperatura máxima de 21.2°C.
- La T<sup>o</sup> mínima de 5.2°C con una temperatura promedio de 9.7°C.

### **3.2.3. Precipitación.**

La precipitación pluvial promedio, de acuerdo a la Estación Meteorológica de Patacamaya es de 343 mm/año (Atlas Estadístico de Municipios, 2016).

### **3.2.4. Suelos.**

Los suelos del altiplano norte y central, son suelos franco arenosos y arcillosos, en las laderas son de mediana profundidad a superficiales, y en la planicie son profundos, con presencia de gravas, mayormente son suelos de reacción básica a neutra y mediana salinidad (Atlas Estadístico de Municipios, 2016).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Material de gabinete**

- Cámara fotográfica, laptop, hoja bond, marcadores, bolígrafos, cartulinas, cuaderno de registros, impresora y computadora.

#### **4.1.2. Material fitosanitario**

- Cal, agua hervida y formol de 1l /10 l de agua.

#### **4.1.3. Material Vegetal**

- Semilla de olmo, abono vermicompost de lombriz, insecticida agrícola, sustratos (tierra negra, tierra del lugar y tierra fina).

#### **4.1.4. Material de campo**

- Martillo, alicate, pico, pala, rastrillo, cernidora, alambre, clavos de 2", bolsas de polietileno (7 x 14 x 0.03), manguera, regadera, flexo metro, agro film de 3m letreros para identificación, maderas de 1m, vernier, guantes y estacas.

### **4.2. Metodología**

#### **4.2.1. Procedimiento experimental**

El trabajo de investigación se realizó durante el periodo de septiembre al mes de diciembre, las fechas de siembra y repique son:

- Fecha de siembra 21-09-2018
- Fecha de repique 20-10-2018

Las etapas de la ejecución se describen a continuación:

#### **4.2.2. Área de germinación (Características)**

El experimento se realizó en predios de la Institución CARITAS – Corocoro, localizado en la Zona Central del Municipio de Patacamaya.

#### **4.2.3. Evaluaciones.**

Se realizaron mediciones cada tiempo respectivo, al finalizar cada etapa cada una de las variables de respuesta y a su respectivo estado fenológico.

#### **4.2.4. Preparación del sustrato.**

Se utilizó los sustratos: tierra negra, tierra del lugar y tierra fina; los cuales se tamizaron (cernido), posteriormente fueron abonados con vermicompost de lombriz y finalmente fueron tendidos en las unidades experimentales, para que las plántulas tengan las condiciones óptimas para su desarrollo.

#### **4.2.5. Desinfección del sustrato.**

Para evitar que el sustrato del almacigo tenga plagas y enfermedades, es necesario desinfectarlo (CIEC, 1993). El objetivo de la desinfección es la eliminación de hongos, semillas de hierbas, huevos de insectos, bacterias, entre otros (Flores et. al. 1993).

La desinfección es imprescindible para eliminar hongos y nematodos que puedan perjudicar el desarrollo de los plántulas, en tal sentido se desinfecto con “CAL” a una dosis de  $1 \text{ kg} / 1 \text{ m}^2$  asperjando directamente antes del tendido de sustratos en las

unidades experimentales. Después de 3 días se utilizó formol (1 l /10 l de agua,), vertiéndolo directamente al tendido de sustrato.

#### **4.2.6. Siembra de semillas de Olmo.**

De emplear semillas, las siembras se harán en primavera con semilla fresca sin necesidad de tratamiento previo alguno, produciéndose la emergencia al cabo de 1-2 semanas. De tener que recurrir a semillas almacenadas durante algún tiempo, es conveniente ponerlas a remojo en agua fría durante unos días, dejarlas secar ligeramente y sembrarlas a continuación (Catalán, 1991).

Por ser el proceso en el que se manipula directamente la semilla es necesario tener el cuidado adecuado sobre las condiciones de temperatura y humedad en las que se debe de mantener a la semilla del Olmo (*Ulmus sp.*), entonces se utilizó semillas certificadas (Centro de Semillas Forestales BASFOR - Cochabamba), en una cantidad de 50 semillas/surco, las que se colocaron al voleo a una distancia de 1 cm, teniendo un total de 10 surcos separados a 4 cm en cada unidad experimental de 0.25 m<sup>2</sup> de extensión, a una profundidad de siembra de 1 cm, que posteriormente fue cubierto con el mismo sustrato preparado anteriormente, luego se procedió a regar con agua limpia y por último se cubrió con agrofilm.

#### **4.2.7. Labores culturales**

##### **4.2.7.1. Riego**

Es necesario regar 1, 2, 3 o más veces por semana, dependiendo de las condiciones del vivero, las condiciones climáticas, las condiciones del plantín, (Kasten, 2006).

En la etapa inicial del experimento, la aplicación del riego se hizo con la regadera por lo cual fue constante, llevándose a cabo 2 veces al día, principalmente los días soleados, se realizó en la mañana (08:00 am), y en la tarde (17:00 pm), conforme el crecimiento de los plantines se redujo la intensidad de riego.

#### **4.2.7.2. Embolsado**

Es la colocación de sustrato en bolsas plásticas (Flores et. al. 1993). El rellenado debe ser realizado de manera cuidadosa, evitando dejar bolsones de aire o espacios libres en el interior de las bolsas.

Se utilizó bolsas de polietileno (7,5 cm de diámetro y 14 cm de altura), perforadas en la base con un par de huecos de 1 cm de diámetro para mantener ventilado el sustrato, el embolsado se realizó de forma manual.

#### **4.2.7.3. Repique**

Unas 2 o 3 semanas después de sembrar, casi todas las plántulas deberían haber germinado y comenzar a mostrar nuevas acículas, posterior a este tiempo es posible repicarlas (Douglass, 2006).

El repique es el paso de las plantitas de la almaciguera a las bolsitas o platabandas donde continúan desarrollándose antes de plantarlas en el lugar definitivo (CIEC, 1993). Se realiza preferentemente durante el periodo de receso vegetativo, aunque también en pleno crecimiento, el tamaño para repicar o trasplantar es de 4 a 10 cm., varía según las diferentes especies (Goitia, 2003).

En el presente estudio se llevó a cabo cuando las plántulas tenían aproximadamente un promedio de 6 hojas verdaderas y una altura del tallo de 4 a 5 cm para prevenir el enraizamiento, después de 4 semanas de sembrar las semillas.

#### **4.2.7.4. Deshierbe.**

Por su importancia se realizó inspecciones constantemente para controlar la incidencia de malezas: ajara, el pasto nativo y diente de león), de esta forma controlar la competencia de nutrientes.

#### **4.2.7.5. Control de Enfermedades y Plagas**

El viverista, debe realizar inspecciones periódicas y hasta diarias para detectar alguna plaga o enfermedad y combatirla en su etapa inicial. Los hongos e insectos son los organismos responsables de la mayoría de los daños que ocurren en el vivero (Tarima, 1993).

En nuestro estudio posterior a la desinfección de sustratos no se presentaron afecciones representativas, a excepción de la presencia de hormigas rojas, que fue posible contrarrestarlos en la segunda semana del experimento.

#### **4.2.7.6. Registro de temperatura**

El registro de datos se realizó utilizando un termómetro en el ambiente de la investigación, los datos de temperatura se tomaron en tres horarios: 08:00 am; 14:00 pm y a las 17:00 pm.

### **4.3. Variables de respuesta**

Para las variables de respuesta se siguió una secuencia de registro de datos respectivamente planteadas según la variable de respuesta.

#### **4.3.1. Variable Porcentaje de germinación**

Esta variable se evaluó considerando la cantidad de semillas germinadas (NTG) sobre el total de semillas sembradas (NT) utilizando la siguiente fórmula.

$$PDG = \frac{NTG}{NT} * 100\%$$

*Donde:*

*PDG = Porcentaje de germinación*

*NTG = Numero total de semillas germinadas*

*NT = Numero total de semillas sembradas*

#### **4.3.2. Variable Germinaciones con dos hojas verdaderas**

En esta variable se registró el conteo del número total de semillas germinadas que contaban con las dos hojas verdaderas.

#### **4.3.3. Variable Porcentaje de prendimiento**

La presente variable se evaluó durante la etapa de repique, considerando el número de plántulas vivas posterior al repique (NPV), sobre el total de semillas germinadas (NTG).

$$PDP = \frac{NPV}{NTG} * 100\%$$

*Donde:*

*PDP = Porcentaje de prendimiento*

*NPV = Numero plantas vivas posterior al repique*

*NTG = Numero total de semillas germinadas*

#### **4.3.4. Variable Altura de planta (cm)**

Los datos en esta variable, se tomaron en cuenta durante el periodo de evaluación posterior al repique promediando las plantas referentes por repetición y tratamiento, registrando datos desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo con la ayuda de una regla milimetrada.

#### **4.3.5. Variable de Diámetro del tallo o collar (mm)**

Para esta variable se utilizó un vernier verificando medidas milimétricas para el diámetro del cuello, tomando en cuenta el promedio de las plantas referentes por repetición y tratamiento.

#### 4.3.6. Variable de Relación altura con diámetro

Para esta variable se tomaron en cuenta datos de la altura de la planta (ADP) sobre los datos del diámetro de tallo o de collar (DDT), Utilizando la siguiente formula:

$$RAD = \frac{ADP(cm)}{\left(\frac{DDT}{10}\right)(cm)}$$

Donde:

*RAD = Relacion altura con diametro de tallo*

*ADP = Altura de planta*

*DDT = Diametro de tallo o de collar*

*10 = transformacion de unidades de mm a cm*

#### 4.3.7. Variable de Número de hojas

Los datos en esta variable, se tomaron al final del periodo de evaluación, donde se contabilizo el número de hojas de las tres plantas referentes evaluadas en cada tratamiento para cada repetición.

### 4.4. Análisis Estadístico

#### 4.4.1. Diseño experimental

Para poder determinar la variabilidad de los tratamientos de investigación en el presente estudio se empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA), lo que en su forma más simple significa desdoblarse la varianza de un conjunto de observaciones en componentes, uno de los cuales es la variación de las muestras como tales (tratamientos) y otra es la variación existente en las observaciones dentro de cada muestra (repeticiones) (Peñañiel, 2011).

#### 4.4.2. Modelo Lineal aditivo DCA

El análisis y procedimiento experimental se desarrolló de acuerdo al siguiente modelo lineal aditivo respectivo al diseño completamente al azar.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, k \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación correspondiente a la  $j$  – esima unidad

$\mu$  = media general del experimento

$\alpha_i$  = efecto del  $i$  – esimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental o aleatorio

$k$  = número de tratamientos

$n$  = número de repeticiones

#### 4.4.3. Características del Área Experimental

El área donde se hizo la investigación tiene las características:

- Número de tratamientos: 3
- Número de repeticiones 3
- Número de unidades experimentales : 9
- Largo de unidad experimental: 0.5 m
- Ancho de unidad experimental: 0.5 m
- Área total del experimento: 2.25 m<sup>2</sup>
- Área de una unidad experimental: 0.25 m<sup>2</sup>
- Distancia entre plantas: 1 cm
- Distancia entre surcos: 4 cm
- Separación entre tratamientos: 10 cm
- Pasillo: 20 cm

El vivero está construido en un área de 120 m<sup>2</sup> a la semisombra con 60% de malla zaram.

#### 4.4.4. Tratamiento

Los tratamientos varían de acuerdo al sustrato y al abonamiento que se utilizó entre la tierra negra, tierra del lugar (suelo agrícola superficial), tierra fina (cernido) y vermicompost de lombriz, tal como se observa en el cuadro 1:

**Cuadro 1.** Conformación de los Tratamientos

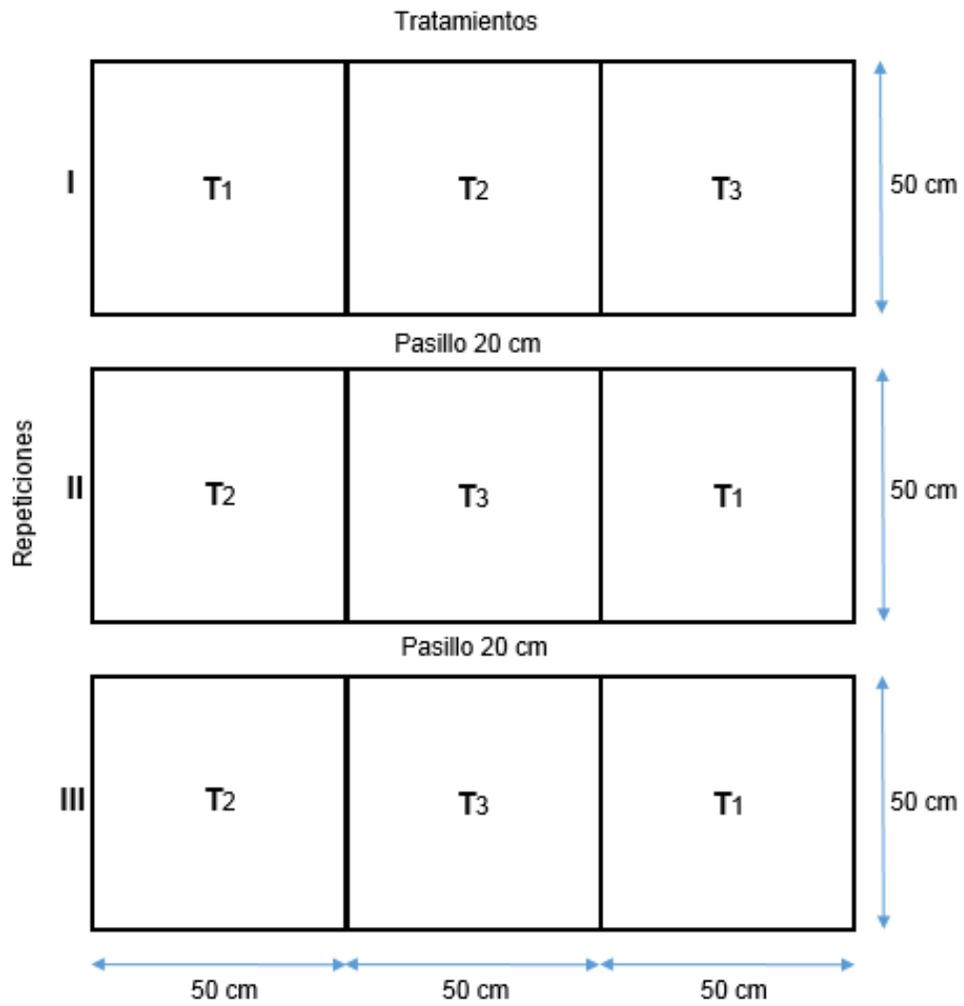
Tratamientos	Codificación	Proporción (kg)
<b>T1</b>	TN + VCHL	7-4
<b>T2</b>	TL + VCHL	7-4
<b>T3</b>	TF + VCHL	7-4

Fuente: Elaboración propia (2019).

Referencia:

T1 = TN + VCHL: Tierra Negra (7Kg) + Vermicompost de Humus Lombriz (4Kg)  
T2 = TL + VCHL: Tierra Lugar (7Kg) + Vermicompost de Humus Lombriz (4Kg)  
T3 = TF + VCHL: Tierra Fina (7Kg)+ Vermicompost de Humus Lombriz (4Kg)

#### 4.4.5. Croquis experimental



**Figura 2. Croquis experimental.**

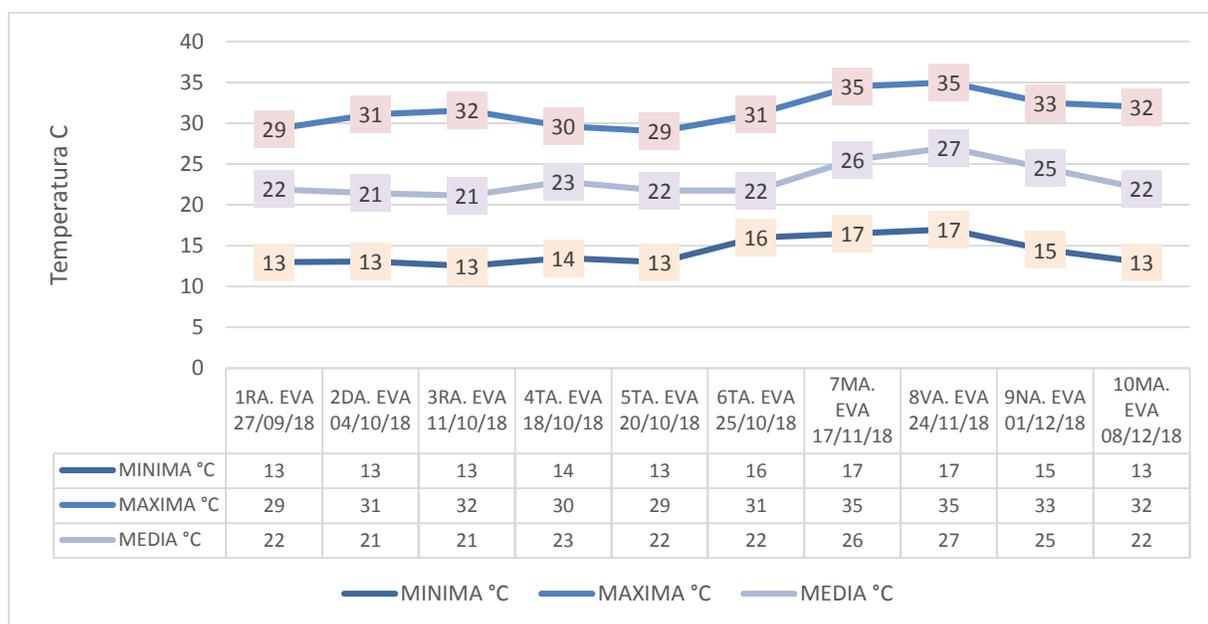
Fuente: Elaboración propia (2019).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se llegaron a los siguientes resultados:

### 5.1. Registro de Temperaturas.

La toma de datos de temperatura se inició desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre, como se observa en la Figura 3,



**Figura 3. Registro de temperatura.**

Los datos de temperatura se tomaron en tres horarios: 08:00 am; 14:00 pm y a las 17:00 pm.

La investigación de Cicek y Tilki, (2007) afirma que la luz no afecta a la capacidad germinativa de las semillas de olmo y los mayores porcentajes de germinación se han obtenido con temperatura constante de 25 °C y con un régimen alternante de 30/20 °C (8/16 horas).

En la presente investigación la temperatura registrada media durante la germinación y el prendimiento del olmo fue de 23 °C, la cual estuvo en los rangos aceptables en cuanto al requerimiento de las plántulas de olmo.

## 5.2. Germinación

### 5.2.1. Porcentaje de germinación.

Entre las variables agronómicas que se observó, se analizó el porcentaje de Germinación (%), el Cuadro 2 presenta el resultado del análisis de varianza de los tres tratamientos.

**Cuadro 2.** Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación.

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
Tratamiento	3141,79	2	1570,89	21,25	0,0019	**
Error	443,57	6	73,93	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 14.13%		
Total	3585,36	8				

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En cuanto al coeficiente de variación que se registró en esta variable es igual al 14.13%, el cual significa que es aceptable y los datos son confiables. Según Ochoa (2009) el coeficiente de variabilidad comprendida entre el 11 y el 20 % indica un rango aceptable en el manejo de datos para actividades en condiciones de vivero.

El análisis de varianza nos muestra un P – valor igual 0,0019, el cual implica que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativas, es decir hay un efecto diferenciador en la germinación de la planta al utilizar diferentes sustratos con vermicompost de lombriz.

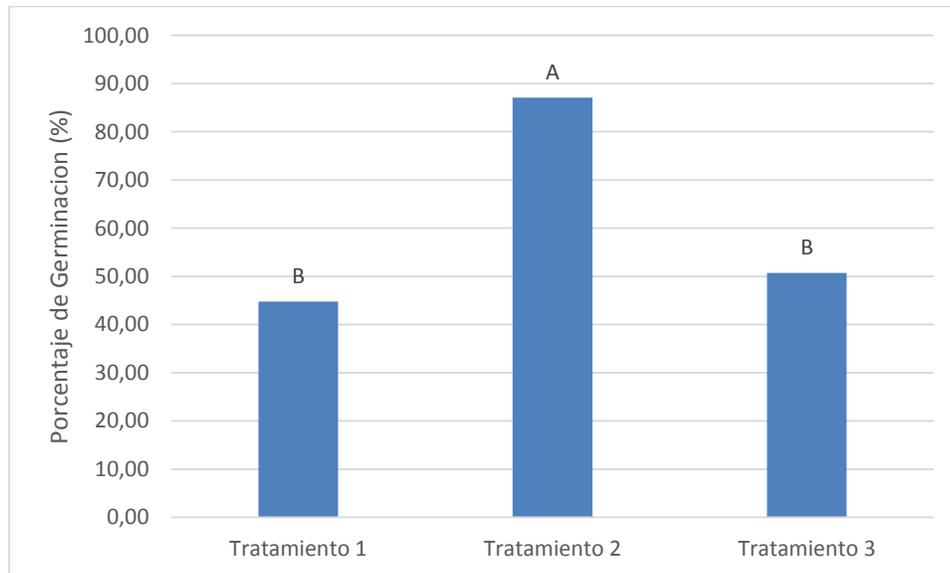
Del cuadro 2 para la fuente de variación tratamientos se observó estadísticamente diferencias altamente significativas, indicándonos que los promedios de los tratamientos son distintos, por lo cual se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples “Duncan” para la variable porcentaje germinación descrito a continuación en el cuadro 3:

**Cuadro 3.** Prueba de Duncan de los promedios del porcentaje de germinación.

Tratamientos	Medias	Agrupamiento
T2	87,07	A
T3	50,73	B
T1	44,80	B

Fuente: Elaboración propia (2019).

En esta prueba de medias “Duncan” para la Variable de porcentaje de germinación, se agrupan los promedios de los tres tratamiento de la siguiente forma, el mayor promedio se observa en el agrupamiento “A” donde se encuentra el tratamiento dos (T2) con un valor igual al 87.07%, en comparación a los tratamientos restantes (T3 y T1) que se encuentran agrupados en el grupo “B” con valores iguales a: 50.73% y 44.80% respectivamente, indicándonos la superioridad de la aplicación del tratamiento dos (T2) de tierra del lugar y vermicompost en la germinación del olmo.



**Figura 4. Promedios para el porcentaje de germinación del olmo (%).**

La Figura 4, es una representación gráfica de la prueba de media de Duncan, donde los resultados obtenidos en el tratamiento dos (T2) implican que el sustrato a base de tierra del lugar y vermicompost brinda mejores condiciones para la germinación de las semillas del olmo. Al respecto, para asegurar la emergencia rápida es necesario que la semilla este rodeada de tierra suelta y suficiente humedad (Pastrana, 2004).

La capacidad germinativa de las semillas de olmo suelen ser superior al 80%, llegando a porcentajes del 95% (Tompsett, 1986; Dirr y Heuser, 1987; Cicek y Tilki, 2007).

Por otra parte Rodríguez (1991), indica que el porcentaje de germinación está influenciado por los tratamientos germinativos que influyen en la aceleración de la germinación en olmo.

Cordero et. al. (2003), reportan un 60% a 75% de germinación de olmo en viveros, aunque Limongi et al. (2012) señala que el porcentaje de germinación puede ser de 95% cuando las semillas son sembradas adecuadamente.

Con estas afirmaciones claramente se puede observar que la tierra suelta (tierra del lugar) más el humus de lombriz juegan un rol importante en la germinación de la semilla ya que el T2 (7:4) es 7 partes de tierra del lugar y 4 partes de vermicompost, siendo la condición para que obtenga el mayor porcentaje de germinación igual a 87.07%, el cual está en los rangos aceptables según estudios sobre la emergencia del olmo.

En cambio el (T3) aplicado en el experimento, muestra la poca aeración y la absorción del agua. Porque Hartmann y Kester (1997), mencionan que es importante en la germinación el contenido de agua en las semillas, que debe ser mayor del 60%; apoyado por Zalles (1988) indica que debe existir una buena aeración y la absorción de agua, por imbibición que causa hinchamiento de la semilla con una eventual ruptura de la testa e inicio del proceso de germinación.

La FAO (1995), Por el contrario el resultado obtenido por el tratamientos (T1) que consta de 7 partes de tierra negra y 4 partes de vermicompost, demuestra que al incrementar el vermicompost se carencia la humedad por lo tanto no hay un punto de equilibrio ya que Chillón (1996) menciona que la alcalinidad o basicidad es una característica que se encuentra bastante acentuada en suelos del Altiplano.

### 5.2.2. Número de plántulas con dos hojas verdaderas.

El resultado del análisis de varianza para las plántulas con dos hojas verdaderas del Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Análisis de la varianza para las germinaciones con dos hojas verdaderas.

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
<b>Tratamiento</b>	77506,89	2	38753,44	29,71	0,0008	**
<b>Error</b>	7827,33	6	1304,56			
<b>Total</b>	85334,22	8	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 13.92%			

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

El coeficiente de variación es de 13.92% encontrándose en un rango aceptable para ambientes controlados (viveros) Ochoa *et. al.* (2009), mostrando la confiabilidad en el manejo de los datos.

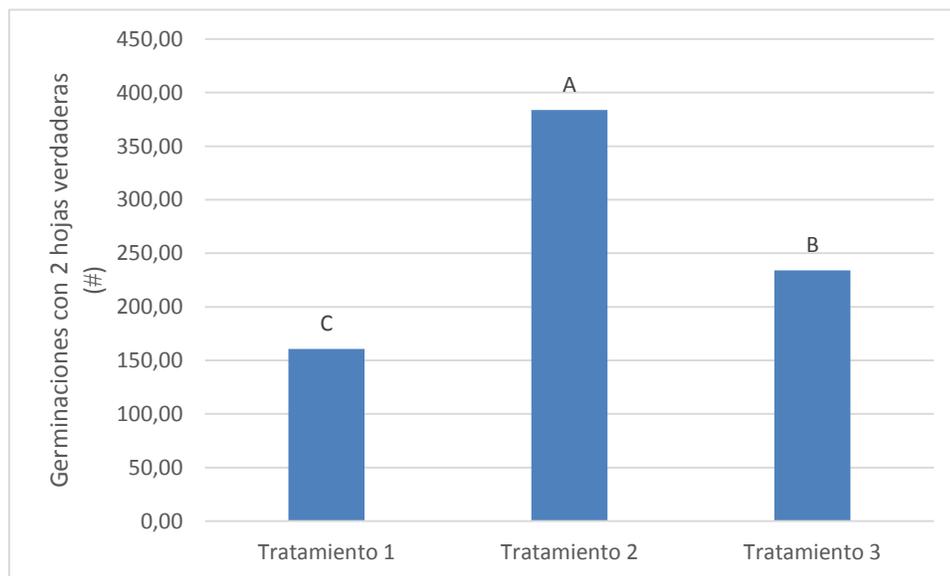
Del análisis de varianza del cuadro 4, nos indicó que los promedios de la fuente de variabilidad tratamientos son altamente significativo (P – valor = 0,0008), siendo diferentes, por lo cual se procedió a ejecutar la prueba de rangos múltiples “Duncan” para la variable de las dos hojas verdaderas descrita a continuación en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Prueba de Duncan de los promedios de número de plántulas con dos hojas verdaderas.

Tratamientos	Medias	Agrupamiento
T2	383,67	A
T3	234,00	B
T1	160,67	C

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la prueba “Duncan” para las plántulas con dos hojas verdaderas se agrupan los promedios de los tres tratamientos de la siguiente manera: el mayor promedio se observa en el agrupamiento “A” donde el tratamiento dos (T2) alcanza un valor igual a 383.67 plántulas con dos hojas verdaderas. El agrupamiento “B” comprende al tratamiento tres (T3) con un media de 234.00 plántulas con dos hojas verdaderas y por último el tratamiento uno (T1) con un promedio de 160.67 plántulas con dos hojas verdaderas en la agrupación “C”.



**Figura 5.** Promedio para las plántulas con dos hojas verdaderas (#).

En la figura 5 se puede observar la representación gráfica de la prueba de media de “Duncan”, donde el Tratamiento dos (T2) a base de Tierra del Lugar + Vermicompost Humus Lombriz, alcanzo un promedio de 383.67 plántulas con dos hojas verdaderas de un total de 500 semillas sembradas. En cambio los tratamientos (T3 y T1) no lograron un promedio previsto.

Según Navarro y Gálvez (2001), Las características que debe de tener el olmo para completar su germinación son: plántula de 3 - 4 cm, dos hojas primordiales y color verde brillante. Sin embargo la etapa de emergencia del Olmo (*Ulmus sp.*) se produce al cabo de 1 - 2 semanas. (Catalán, 1991).

La Investigación de Cochi. (2017), sobre el comportamiento agronómico del humus de lombriz en cultivos, menciona que el humus posee sustancias húmicas aumentando el número de germinaciones, promoviendo el crecimiento, la altura y el diámetro del tallo y aumento la clorofila total.

Por tanto nuestra investigación ha previsto un tiempo de 2 semanas para la germinación y 2 semanas para que estas germinaciones completen sus dos hojas verdaderas. Entonces el tratamiento a base de 7 partes de tierra del lugar y 4 partes de vermicompst logro mayores ventajas con relación a los demás tratamientos, puesto que la velocidad de emergencia y el tiempo para que estas emergencias completen las 2 hojas verdaderas depende del punto de equilibrio en el sustrato.

### **5.3. Prendimiento**

#### **5.3.1. Porcentaje de prendimiento.**

El cuadro 6 nos muestra el resultado del análisis de varianza del porcentaje de prendimiento.

**Cuadro 6.** Análisis de la varianza para el porcentaje de prendimiento.

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
<b>Tratamiento</b>	20,57	2	10,28	7,38	0,0242	*
<b>Error</b>	8,36	6	1,39			
<b>Total</b>	28,93	8	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 1.26%			

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

El 1.26% de coeficiente de variabilidad para el porcentaje de prendimiento es aceptable para la actividad agrícola, e implica la confiabilidad en el manejo de los datos. Según Ochoa (2009), el coeficiente de variación comprendida entre 1 a 10 % en viveros indica un excelente manejo de datos.

En el cuadro 6 para la fuente de variación tratamientos se tiene estadísticamente diferencias significativas, indicándonos que las medias de los tratamientos son diferentes por lo cual se procedió al ejercicio de la prueba de rangos múltiples “Duncan”, descrita a continuación en el cuadro 7.

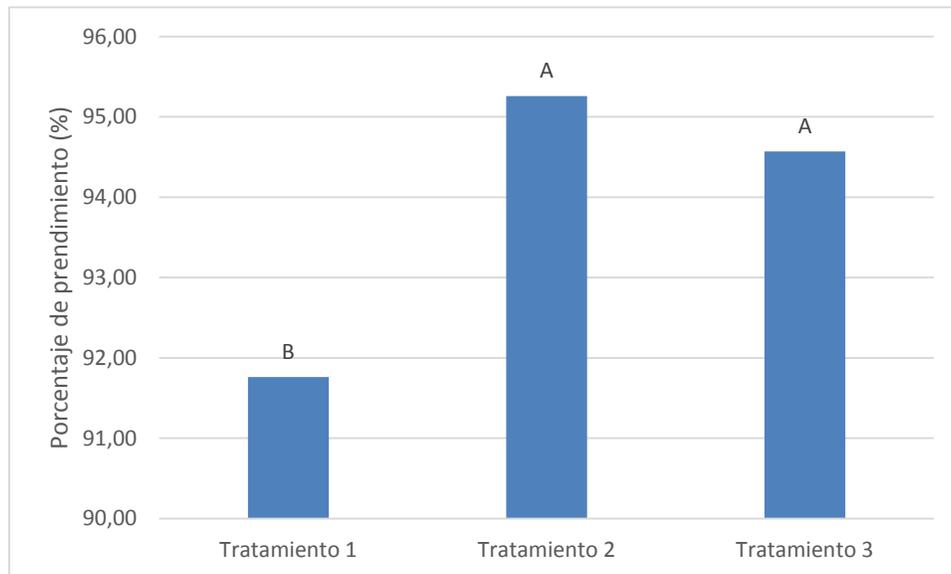
**Cuadro 7.** Promedio del porcentaje de prendimiento y prueba de Duncan.

Tratamientos	Medias	Agrupamiento
<b>T2</b>	95,26	A
<b>T3</b>	94,57	A
<b>T1</b>	91,76	B

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la prueba de medias “Duncan” para la variable del porcentaje de prendimiento, los promedios de los tres tratamientos se agrupan de la siguiente forma: el mayor

promedio se observa en dos tratamientos (T2 y T3) agrupados en “A” con valores de 95.26% y 94.57% respectivamente, indicándonos la superioridad en la aplicación de estos tratamientos. En comparación al (T1) a base de 7 partes de tierra negra y 4 partes de vermicompost que alcanzo el menor promedio igual a 91.76% comprendido en el agrupamiento “B”.



**Figura 6. Promedio para el porcentaje de prendimiento del olmo (%).**

En la figura 6, se observa que el (T2) es el que presenta un mayor porcentaje de prendimiento en relación los demás tratamientos, sin embargo tampoco se aprecian diferencias muy significativas entre los tratamientos (T2 y T3).

Entonces según la Investigación de Cochi (2017), el comportamiento agronómico como respuesta en cultivos al abonamiento orgánico, menciona que el humus favoreció al prendimiento de las plantas debido a la presencia en el sustrato, durante el repicado previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura, humedad, además que permite buena circulación de aire y agua para las raíces.

Espinoza (2004), constato que sustratos elaborados a partir de arena y tierra negra, favorece la germinación y prendimiento de semilla de pino oregon (*pseudotsuga menziessi*).

Sin embargo en una experiencia similar, Pomier (2006), al estudiar la germinación y prendimiento de semillas de Acacia (*acacia floribunda*) en diferentes sustratos, obtuvo resultados favorables con sustratos elaborados a partir de tierra del lugar.

De igual modo Kuno (2006), constato que un sustratos elaborados a partir de tierra negra, no favorece a la germinación y crecimiento de la Keñua (*polilepis incana*).

Con estas afirmaciones y el 1.26% de coeficiente de variabilidad entre repeticiones, implica que las diferencias significativas se deben al menor prendimiento del tratamiento (T1), que consta de 7 partes de tierra negra que al abonarse con 4 partes de vermicompost carencia la humedad y sumado el riego periódico, disminuyeron el porcentaje de prendimiento, tal como muestran las investigaciones citadas.

### 5.3.2. Altura de planta.

Entre las variables agronómicas que se observó y se analizó esta la altura de la planta, tal como se muestra a continuación en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Análisis de la varianza de la altura de la planta.

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
<b>Tratamiento</b>	27,53	2	13,76	4,36	0,0677	NS
<b>Error</b>	18,93	6	3,16	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 15.10%		
<b>Total</b>	46,46	8				

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.  
Fuente: Elaboración propia (2019).

El análisis de la varianza muestra un coeficiente de variabilidad igual a 15.10%, dentro del rango aceptable y confiable en el manejo de los datos para la altura de la planta en actividades dentro de una carpa solar (vivero).

En la fuente de variabilidad tratamiento se observó no significancia, esto debido a que los promedios alcanzados por los tratamientos son estadísticamente similares, llevándonos a indicar que las distintas aplicaciones de tierras con vermicompost no generan diferencias en las alturas de las plántulas.

Apuri (1996) mencionado por Mamani (2006), puntualiza que es necesario tomar en cuenta la intensidad de luz en las plantas, porque influye en el normal desarrollo en la altura de los plantines, por lo que se requiere de un sombreado mínimo o moderado de 25 % a 50 % de luz.

Al respecto la planta debe absorber luz para expresar su fototropismo, lo cual incide en su crecimiento y desarrollo (Lira, 1994). Tal como lo indica Ruiz (1993), quien señala que una alta población significa efecto competitivo entre plantas por luz, agua, nutriente y espacio físico, contribuyendo que esta competencia se refleje en el tamaño de planta.

Rondo (2004), menciona que las características de crecimiento de altura de la planta está determinada por el carácter genético de la variabilidad los factores ambientales, sustrato y la nutrición que se le proporciona a las plantas.

A esto Poblete (2007), menciona que el desarrollo de las plántulas depende del tipo de sustrato que se utilice y en particular de sus características físico-químico, ya que el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están directamente ligadas a las condiciones de aireación y contenido de agua, además de tener una influencia directa en el suministro de nutrientes necesario para que la especie se desarrolle en él.

Estas afirmaciones sumadas a nuestra investigación claramente implican que los sustratos no influyen en la altura de la planta, ya que se evalúan otros factores como el 50 % de luz requerido para el normal desarrollo de las plántulas. Entonces el presente experimento se realizó en un vivero de 12 m<sup>2</sup> de área construido a la semisombra con 50 % de luz, el cual cumple con este requerimiento e influye en la altura de la planta.

### 5.3.3. Diámetro tallo o de collar.

El análisis de la varianza del diámetro del tallo de collar del cuadro 9, nos muestra los siguientes resultados:

**Cuadro 9.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo o de collar.

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
<b>Tratamiento</b>	0,98	2	0,49	5,35	0,0463	*
<b>Error</b>	0,55	6	0,09			
<b>Total</b>	1,52	8	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 13.45%			

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

El coeficiente de variación es de 13,45% encontrándose en un rango permisible para ambientes controlados (vivero), Ochoa (2009), mostrando la confiabilidad en el manejo de los datos.

De la fuente de variabilidad tratamiento resulto diferencias significativas, indicando estadísticamente divergencias entre los promedios de cada tratamiento, siendo alguno de los tratamientos con un promedio distinto a las restantes.

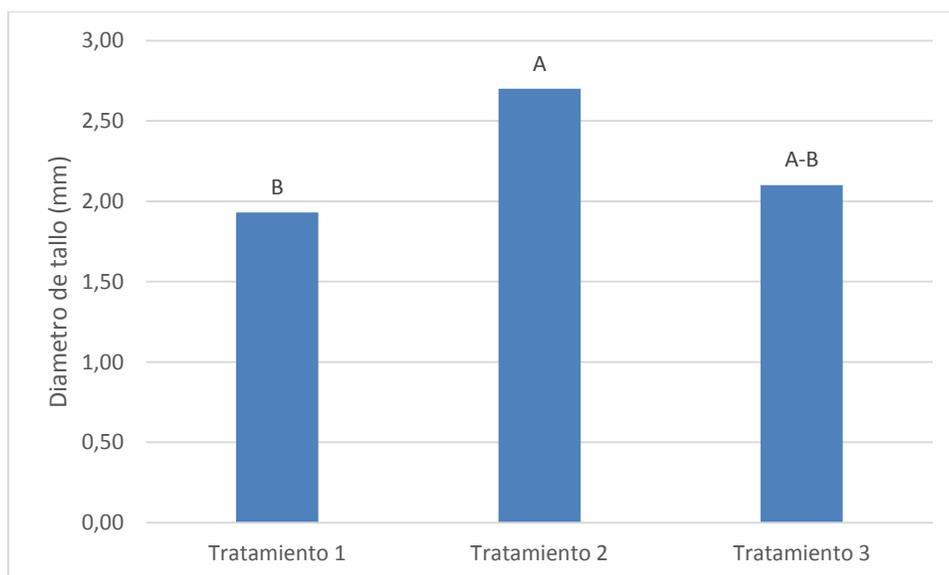
La comparación de medias del diámetro de tallo o de collar por efecto de los diferentes sustratos, se presenta en el cuadro 10 en la prueba de rangos múltiples “Duncan”.

**Cuadro 10.** Promedio del diámetro de tallo y prueba de Duncan.

Tratamientos	Medias	Agrupamiento
<b>T2</b>	2,7	A
<b>T3</b>	2,1	A - B
<b>T1</b>	1,93	B

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la prueba de “Duncan” para la Variable de diámetro del tallo o de collar de la planta, en tres tratamientos de diferentes sustratos con abonamiento de vermicompost, puede apreciarse al (T2) en el agrupamiento “A” con una media igual 2.7 mm el cual es el más diferenciado, siendo superior a los registrados por los tratamientos (T3 y T1) que estadísticamente tienen promedios menores con diámetros de planta semejantes.



**Figura 7.** Promedio de diámetro de tallo o de collar (mm).

La figura 8, muestra que el (T2) es el que mejor se desarrolló posterior al repicado, presentando un promedio de 2.7 mm para el diámetro de tallo o de collar de la plántula de olmo.

Sucojayo (2012), indica que el diámetro de corona puede afectar al porcentaje de prendimiento, ya que los diámetros mayores tienen mayor acumulación de nutrientes, por lo que tendrían mayor facilidad de prendimiento y resistencia a cambios edáficos, climáticos y fisiológicos.

Tislade (1991), menciona que cuando hay un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosas crecimientos vegetativos y un intenso color verde.

Guaygua (2003), indica que el diámetro del tallo se debe al vigor que adquiere las plantas al desarrollo en un sustrato humificado, indicándonos un factor para que las flores sean grandes y el fruto se desarrolle.

Según estas aseveraciones, estadísticamente las diferencias significativas se deben al humus de lombriz como abonamiento a los diferentes sustratos, ya que el adecuado suministro de nitrógeno permite un vigoroso crecimiento, donde el tratamiento (T2) que consta de tierra del lugar y vermicompost equilibra los nutrientes que necesitan las plántulas de olmo.

### 5.3.4. Relación altura de planta con diámetro de tallo.

El Cuadro 11 nos muestra los resultados del análisis de varianza para la variable relación altura con diámetro.

**Cuadro 11.** Análisis de la varianza para la relación altura de planta con diámetro de tallo o de collar.

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
<b>Tratamiento</b>	0,09	2	0,05	0,01	0,9878	NS
<b>Error</b>	22,15	6	3,69	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 3.67%		
<b>Total</b>	22,24	8				

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Para Ochoa (2009), el coeficiente de variación comprendida entre 1 a 10 % en viveros indica un excelente manejo de datos. Por tanto el coeficiente de variación en nuestra investigación es igual a 3,67 %, este resultado nos refleja que hubo un comportamiento igualitario dentro de las repeticiones de cada tratamiento, indicándonos que los datos en el vivero son aceptables y confiables.

Los resultados del análisis de varianza de la variable relación altura de planta con diámetro de tallo, muestran diferencias no significativas para la fuente de variabilidad Tratamiento, indicándonos estadísticamente similitudes entre los promedios de los distintos tratamientos.

Según Villagran (1994), nos indica que la altura de la planta y el número de hojas asegura la nutrición carbonada de la planta. El mismo autor menciona que un normal

requerimiento de frío producirá un rápido crecimiento e incrementará el grosor del tallo sin diferenciación.

En la investigación de López (2018), sobre el efecto del abonamiento orgánico bajo condiciones de carpa solar, indica que la relación entre altura de planta y diámetro de collar muestra datos estadísticos que no presentan diferencias significativas.

Según los resultados del análisis de la varianza para esta variable con un coeficiente de variación igual a 3.67%. Los tres tratamientos no presentaron estadísticamente diferencias significativas. En este caso estos resultados no son consecuencia directa de los sustratos empleados en el experimento, ya que los autores citados indican la relevancia de otros factores que interfieren en el desarrollo de la parte aérea de una planta, de tal forma se asevera que por cada unidad de altura de planta se genera 52.46 unidades de diámetro de tallo, siendo que la elongación es mayor al engrosamiento en diámetro.

### 5.3.5. Número de hojas.

Los resultados del análisis de la varianza para el número de hojas se muestran en el cuadro 12.

**Cuadro 12. Análisis de la varianza para el número de hojas.**

Fuentes de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (G.L.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F calculada (F.C.)	Probabilidad de F P-valor	Significancia
<b>Tratamiento</b>	24,89	2	12,44	4,00	0,0787	NS
<b>Error</b>	18,67	6	3,11			
<b>Total</b>	43,56	8	Coeficiente de Variabilidad (C.V.) = 12.40%			

NS: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados del análisis de varianza muestran que el coeficiente de variabilidad para el número de hojas es igual a 12.40%, indicándonos un coeficiente de variación dentro del rango permitido y aceptable para el manejo de datos confiable.

La fuente de variación tratamiento presenta un P - valor igual a 0.0787, el cual implica estadísticamente que no existen diferencias significativas en la aplicación de diferentes sustratos abonados con vermicompost para el número de hojas de la plántula de olmo.

Rodríguez, (2000) menciona que, el crecimiento vegetativo es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros procesos que tienen lugar en una planta, como: la fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas, así mismo indica que, el conjunto de procesos caracterizado por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas), recibe el nombre de crecimiento y desarrollo vegetativo.

Al respecto Villagran (1994), indica que las exigencias para el desarrollo vegetal se concreta en el carácter climatológico, luz temperatura, agua y la fertilidad del suelo. Por tanto las diferentes intensidades de luz sobre las plantas varían de forma indirecta en el comportamiento de la actividad hormonal y fotosintética (Lira, 1994).

Según Neri (2002), la aplicación compuestos húmicos durante la germinación y el prendimiento, estimulan la acumulación de pigmentos y ayuda a que las hojas tengan una mayor eficiencia fotosintética.

En la investigación de López Víctor (2018) sobre el efecto del abonamiento orgánico, para la variable número de hojas con un coeficiente de variación igual a 7.88, concluye que no existen diferencias significativas en el número de hojas.

Según el análisis de la varianza realizado para esta variable los tres tratamientos no presentaron estadísticamente diferencias significativas. Por en ello en este caso se puede mencionar que estos resultados no son consecuencia de los sustratos

empleados en el experimento, ya que los autores citados mencionan la importancia de otros factores como la intensidad de la luz en el desarrollo de la parte aérea de una planta.

## 6. CONCLUSIONES

Después de los resultados obtenidos y en función de los objetivos planteados se llegó a las siguientes conclusiones:

En nuestra investigación la temperatura media durante la germinación y el prendimiento del olmo fue de 23 °C, la cual estuvo en los rangos aceptables en cuanto al requerimiento de la plántula de Olmo (*Ulmus sp.*).

De la variable porcentaje de germinación muestran estadísticamente diferencias altamente significativas con un coeficiente de variación igual a 14.13%, según la prueba de medias “Duncan” el tratamiento dos (T2) presenta el mayor promedio con el 87.07%, de semillas germinadas.

El resultado del análisis de varianza para la variable plántulas con dos hojas verdaderas existen estadísticamente diferencias altamente significativas para un coeficiente de variabilidad igual al 13.92%, el tratamiento dos (T2) alcanza un valor igual a 383.67 plántulas con dos hojas verdaderas a base de tierra del lugar y vermicompost.

En cambio para la variable porcentaje de prendimiento se tiene estadísticamente diferencias significativas con un coeficiente de variación de 1.26%, donde se observa el mayor promedio en dos tratamientos (T2 y T3) con valores de 95.26% y 94.57% respectivamente.

De igual forma en los resultados para la variable diámetro de tallo presento diferencias significativas y un coeficiente de variabilidad igual al 13.45%, donde (T2) alcanzo una

media de 2.7 mm el cual es el más diferenciado, siendo superior a los registrados por los tratamientos (T3 y T1).

Pero la altura de planta y la relación entre la altura de planta y el diámetro de tallo o de collar no presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Finalmente los resultados obtenidos para la variable número de hojas indican que no existe diferencias significancia para un coeficiente de variación 12.40%, donde los tratamientos asimilaron de manera homogénea los nutrientes disponibles de los sustratos utilizados, expresando un desarrollo casi uniforme con un promedio de 14 hojas.

Analizando los distintos resultados de nuestras variables de respuesta rechazamos la hipótesis que menciona que No existe diferencia en la germinación y prendimiento del Olmo (*Ulmus sp.*) con la aplicación de vermicompost de lombriz californiana, ya que los tratamientos actúan indistintamente una de la otra y que la interacción entre los sustratos presentaron diferencias significativas.

Estos resultados que se obtuvieron en la presente tesina son validables para la zona del altiplano Boliviano ya que el olmo puede comportarse de diferente forma en otras áreas geográficas porque para cada zona los sustratos pueden llegar a presentar diferentes resultados.

## 7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas en el presente trabajo de investigación se realiza las siguientes recomendaciones:

Inicialmente se recomienda realizar investigaciones con en la especie de olmo como alternativa a regiones de altiplano para la producción de plántulas y plantines, que contribuyan a la reforestación de la región.

Para obtener un mayor porcentaje de germinaciones de Olmo (*Ulmus sp.*) que alcancen las dos hojas verdaderas en un tiempo previsto, se recomienda emplear el sustrato orgánico conformado por 7 partes de tierra del lugar más 4 partes de vermicompost de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó en la mayoría de las variables analizadas.

Iniciar investigaciones con distintos relaciones de tierras y abonos orgánicos, para mejorar el porcentaje de germinación y prendimiento de plantines además de las características agronómicas de las plántulas para su posterior direccionamiento a vivero.

Realizar investigaciones que permitan optimizar el uso del vermicompost con diferentes niveles y relaciones para el eficiente manejo de la especie, el porcentaje de prendimiento realizar otra comparación con el total de semillas sembradas o utilizadas.

Para posteriores investigaciones descartar la variable de respuesta relación altura de planta con diámetro de tallo o de collar debido a que no ofrece datos relevantes.

Finalmente se recomienda la implementación de esta especie en la reforestación en ciudades urbanas y rurales de nuestro país.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- AGRINFOR. (2003), Viveros forestales. Manual técnico para las agropecuarias y forestales en las montañas. Comisión Nacional Plan Turquino-Manatí.
- ALCOVERRO, TOMÁS. R. (2015), INSTITUTO CANARIO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS.
- ALVARADO, M. A., y SOLANO, J. A. (2002), Medios o Sustratos en la producción de viveros y plantas. Proyecto VIFINEX – OIRSA. Costa Rica.
- BLANCO. (1999), Invernaderos campesinos en Bolivia. Editorial Ecotop. La Paz Bolivia. pp. 89 - 90.
- CLARASO, N. (1974), Multiplicación de las plantas de jardín. GILLI. Barcelona, España.
- CHILÓN, E. C. (1996). Manual de Edafología. Editorial HISBOL. La Paz, Bolivia. p. 261.
- COCHI, R. Rodrigo, (2017), Evaluación del comportamiento agronómico de la frutilla (*Fragaria x Ananassa Duch.*) en cultivos verticales bajo dos densidades de plantación y tres niveles de humus de lombriz en la estación experimental de Cota. Tesis de Grado. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. p. 74.
- FAO. (1995), Seminario nacional sobre fertilizantes de suelo y el uso de fertilizantes en Bolivia. Ed. Proyecto Fertilizantes, gcpf/fao. p. 273.
- FAO – UNASYLVA. (2000), Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. La Teca - Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Vol. 51. pp. 4 - 5.

- FERNÁNDEZ, CUEVAS. A. (2008), Semilleros. Agente de Extensión Agraria. Editorial Bravo Murillo. Madrid, España.
- FERNÁNDEZ, E. R.; TRAPERO, A.; DOMÍNGUEZ, J. (2012), Experimentación en Agricultura. Editorial Junta De Andalucía. Sevilla, España.
- FLORES. (1996), Carpas Solares, Técnicas de construcción. Editorial Huellas. La Paz - Bolivia. pp. 10 - 28.
- FLORES, E. O. (2005), Evaluación de 5 sustratos para la producción de plántula de papaya (*Carica Papaya*) en el Subín, La Libertad, Petén. Tesis Ing. Agr. Univesidad San Carlos de Guatemala.
- FOSSATII, D. y OLIVERA P. (1996), Maderas y Bosques Argentinos. ACME. Buenos Aires. p. 910.
- G.E. HUNTER, J.S. HUNTER. W.G. (2008), Estadística para Investigadores, Diseño Innovación. 2da. Edición. Ed. Reverte Barcelona, España.
- GOITIA, L. (2003), Manual de Dasonomía y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniera Agronómica. La Paz - Bolivia. p. 159.
- GONZÁLEZ, S. D. (2002), Evaluación de la efectividad del musgo de pantano (*Sphagnum*) como sustrato para producción de pilones de café (*Coffea Arabica* L.) en bandeja (tipo IPL 25) en Cobán, Alta Verapaz. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Rafael Landívar.
- GUAYGUA, D. (2003), Evaluación de tres sustratos en combinación con el Polimero Hidriabsorventes en producción vertical en Frutilla en invernadero. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 50.

- GUTIÉRREZ, BUSTILLOS. A. (2017), Familia Ulmaceae. Departamento de Biología Vegetal. Editorial U.C.M.
- HARTMANN. (1990), Invernaderos y ambientes atemperados. Fades, La Paz - Bolivia. p. 131.
- HARTMANN, L. F. (1990), Invernadero y ambientes controlados. Editorial Offset Boliviana Ltda. EDOBOL La Paz, Bolivia. pp. 8, 29, 88.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. (1997), Propagación de Plantas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México D. F. p. 760.
- INE, DFID. (2016), ATLAS ESTADÍSTICO DE MUNICIPIOS.
- KASTEN, D. R.; DOUGLASS, F. (2006), Fases De Cultivo - Establecimiento Y Crecimiento Rápido.
- LIRA, R. (1994), Fisiología Vegetal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1º Ed. Editorial Trillas, S. A. de C. V. p. 237.
- LÓPEZ, ALMANSA. J.C. (2004), Reproductive ecology of riparian elms. Inv. Ag. Sist. Rec. For. 13: pp. 17 - 27.
- LÓPEZ, ALMANSA. J.C., YEUNG, E.C.; GIL, L. (2004), Abortive seed development in *Ulmus minor* Mill. (*Ulmaceae*). Bot. J. Linn. Soc. 145 (4). pp. 455 - 467.
- LÓPEZ C. VÍCTOR. (2018), Efecto del abonamiento orgánico en el comportamiento productivo de la lechuga (*Lactuca Sativa* Var. *Crespa*) bajo condiciones de carpas solar en la localidad de Viacha. Tesis de Grado. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia. p. 47.
- MAMANI, T. (2004), S/F. Catálogo de semillas. FOSEFOR. El Alto, Bolivia. p. 13.

OCHOA. (2009), Diseños experimentales. Primera edición. La Paz, Bolivia. p. 15.

PAJARES, J.; LUIS G. (2005), La Grafiosis de los Olmos. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Ediciones Corazón de María. Madrid, España.

PASTRANA. (2004), Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 104.

PEÑAFIEL, W. (2009), Estadística Aplicada. La Paz, Bolivia. pp. 105 - 113.

PERRIN, R.; WILKELMAN, D.; MOSCARDI, E. Y ANDERSON, J. (1988), La Formulación de recomendaciones a partir de Datos Agronómicos. Un Manual Metodológico para Evaluación Económica. CIMMYT. México D.F. pp. 1 - 79.

POBLETE, C. (2007), Comparación de la Germinación de Semillas con y sin Tratamiento Pre-germinativo de espina de mar (*Hippophae chamnoides Linn*), en tres tipos de Sustrato en Caquiaviri. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

POMIER, K. (2006), Descripción Dendrológica y determinar el Proceso de Germinación de dos especies de Acacia, utilizando dos tipos de Sustrato y dos métodos de Tratamiento Pre-germinativo, en el vivero forestal de Cota, Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

QUIJANO, O.; JIMÉNEZ, O.; MATHEUS, M.; MONTEVERDE, E. (2002), Evaluación de Sustratos.

QUIROZ, I.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, O.; CHUNG, P. y SOTO, H. (2009), Vivero Forestal; Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile.

RODRÍGUEZ, M. R. (1991), "Fisiología vegetal". Editorial los amigos del libro primera edición. Cochabamba - Bolivia. pp. 187 - 191.

RODRIGUEZ, M. R. (2000), Morfología y Anatomía Vegetal. Edit. COLORGRAF. Cochabamba, Bolivia. p. 514.

RUIZ, T. (1993), Manual de horticultura, La Paz – Bolivia. p. 105.

Sucojayo, E. (2012), Producción de Plantines de Frutilla (*Fragaria Sp.*) con la Aplicación de Enraizadores Naturales, en Esquejes, bajo Ambiente Protegido, en la Estación Experimental de Cota.

SOLER AZNAR, J. y SOLER FAYOS, G. (2001), Cítricos - Variedades y Técnicas de Cultivo. Ediciones Mundi – Prensa.

THOMPSON, L. (1982), Los suelos y su fertilidad. Cuarta Edición. Editorial Reverte S.A. España. pp. 53 - 219.

ZALLES, T. (1988), Manual del técnico forestal. Silvicultura - viveros. Escuela Técnica Superior Forestal. Misión forestal Alemana UMSS – GTZ - Cochabamba, Bolivia. pp. 3-37.

VILLAGRAN, A. V. (1994), El cultivo de la Frutilla: Ministerio de Agricultura de Chile. Ed Rev. Ed FIA. p. 90.

(<http://wikipedia.org/vermicompost-eisenia-foetida>:(consulta21/04/2019).

(<http://nostoc.es/humus-de-lombriz-10-cosas-imp>:(consulta16/07/2018).

Anexos

Anexos

## ANEXO 1. REGISTRO DE DATOS

**Cuadro 1.** Datos de temperatura

<b>INSTITUCION</b>	<b>CARITAS - CORO CORO</b>
<b>Especie</b>	<b>Olmo</b>
<b>Fecha de Siembra</b>	<b>21/09/2018</b>
<b>Fecha de Finalización</b>	<b>08/12/2018</b>
<b>Total Semillas Sembradas/Unidad Experimental</b>	<b>500</b>
<b>Numero de Surcos/Unidad Experimental</b>	<b>10</b>
<b>Semillas/Surco</b>	<b>50</b>

<b>EVALUACIONES</b>	<b>DATOS</b>	<b>FECHAS</b>	<b>MINIMA °C</b>	<b>MAXIMA °C</b>	<b>MEDIA °C</b>
	1	21/09/2018	16,00	28,50	21,00
	2	22/09/2018	13,00	31,50	19,50
	3	23/09/2018	12,00	29,50	24,00
	4	24/09/2018	9,00	25,00	23,50
	5	25/09/2018	14,50	30,00	25,50
	6	26/09/2018	13,00	30,50	21,00
<b>1RA. EVA</b>	7	27/09/2018	13,50	30,00	19,00
	8	28/09/2018	14,50	29,50	22,00
	9	29/09/2018	15,00	30,50	20,00
	10	30/09/2018	16,00	32,00	18,00
	11	01/10/2018	11,50	32,50	24,50
	12	02/10/2018	10,00	32,00	22,50
	13	03/10/2018	12,50	30,50	22,00
<b>2DA. EVA</b>	14	04/10/2018	12,00	30,50	21,00
	15	05/10/2018	11,00	30,00	23,50
	16	06/10/2018	16,00	33,00	20,50
	17	07/10/2018	12,00	32,50	20,00
	18	08/10/2018	11,00	32,00	21,00
	19	09/10/2018	11,50	32,50	17,50
	20	10/10/2018	12,00	30,50	20,50
<b>3RA. EVA</b>	21	11/10/2018	14,00	30,50	25,00
	22	12/10/2018	13,00	28,50	23,50
	23	13/10/2018	15,00	32,50	24,00
	24	14/10/2018	13,00	29,00	23,50
	25	15/10/2018	13,00	31,00	21,00
	26	16/10/2018	13,50	30,50	23,50
	27	17/10/2018	15,50	29,00	22,50
<b>4TA. EVA</b>	28	18/10/2018	11,50	27,00	22,00
	29	19/10/2018	12,00	29,50	21,50
<b>5TA. EVA 1 MES</b>	30	20/10/2018	14,00	28,50	22,00
	31	21/10/2018	17,00	31,00	21,50
	32	22/10/2018	16,00	30,00	20,50
	33	23/10/2018	16,50	31,50	18,00
	34	24/10/2018	17,00	32,00	19,50
<b>6TA. EVA</b>	36	25/10/2018	13,50	31,00	21,00
<b>7MA. EVA</b>	37	17/11/2018	16,50	34,50	25,50
<b>8VA. EVA</b>	38	24/11/2018	17,00	35,00	27,00
<b>9NA. EVA</b>	38	01/12/2018	14,50	32,50	24,50
<b>10MA. EVA</b>	39	08/12/2018	13,00	32,00	22,00
<b>PROMEDIO GENERAL</b>			<b>13,63</b>	<b>30,73</b>	<b>21,91</b>

**Cuadro 2.** V1 Datos Variable porcentaje de germinación (V1, %)

	R1	R2	R3
T1	57.20	39.80	37.40
T2	90.40	87.20	83.60
T3	39.60	57.00	55.60

**Cuadro 3.** Variable número de plántulas con dos hojas verdaderas (V2, #)

	R1	R2	R3
T1	197.00	134.00	151.00
T2	416.00	398.00	337.00
T3	197.00	242.00	263.00

**Cuadro 4.** Variable del porcentaje de prendimiento (V3, %)

	R1	R2	R3
T1	91.96	92.96	90.37
T2	95.13	94.72	95.93
T3	92.93	95.09	95.68

**Cuadro 5.** Variable Altura de planta (V4, cm)

	R1	R2	R3
T1	9.10	12.10	9.30
T2	14.10	12.20	16.30
T3	12.60	9.50	10.70

**Cuadro 6.** Variable Diámetro Tallo o de collar (V5, mm)

	R1	R2	R3
T1	1.80	2.20	1.80
T2	2.70	2.40	3.00
T3	2.50	1.80	2.00

**Cuadro 7.** Variable Relación altura de planta con diámetro de tallo (V6, Relación)

	R1	R2	R3
T1	50.56	55.00	51.67
T2	52.22	50.83	54.33
T3	50.40	52.78	53.50

**Cuadro 8.** Variable Número de hojas (V7, #)

	R1	R2	R3
T1	14.00	16.00	14.00
T2	14.00	16.00	18.00
T3	14.00	12.00	10.00

## ANEXO 2. ANALISIS DE VARIABLE POR EL PROGRAMA INFOSTAT

Nueva tabla : 16/10/2019 - 20:56:18 - [Versión : 30/04/2019]

### Análisis de la varianza

#### V1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V1	9	0,88	0,84	14,13

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3141,79	2	1570,89	21,25	0,0019
Tratamiento	3141,79	2	1570,89	21,25	0,0019
Error	443,57	6	73,93		
Total	3585,36	8			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 73,9289 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	87,07	3	4,96	A
T3	50,73	3	4,96	B
T1	44,80	3	4,96	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### V2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V2	9	0,91	0,88	13,92

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77506,89	2	38753,44	29,71	0,0008
Tratamiento	77506,89	2	38753,44	29,71	0,0008
Error	7827,33	6	1304,56		
Total	85334,22	8			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1304,5556 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	383,67	3	20,85	A
T3	234,00	3	20,85	B
T1	160,67	3	20,85	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### V3

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V3	9	0,71	0,61	1,26

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,57	2	10,28	7,38	0,0242
Tratamiento	20,57	2	10,28	7,38	0,0242
Error	8,36	6	1,39		

Total 28,93 8

---

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 1,3936 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	95,26	3	0,68	A
T3	94,57	3	0,68	A
T1	91,76	3	0,68	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**V4**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V4	9	0,59	0,46	15,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,53	2	13,76	4,36	0,0677
Tratamiento	27,53	2	13,76	4,36	0,0677
Error	18,93	6	3,16		
Total	46,46	8			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 3,1556 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	14,20	3	1,03	A
T3	10,93	3	1,03	A B
T1	10,17	3	1,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**V5**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V5	9	0,64	0,52	13,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,98	2	0,49	5,35	0,0463
Tratamiento	0,98	2	0,49	5,35	0,0463
Error	0,55	6	0,09		
Total	1,52	8			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0911 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	2,70	3	0,17	A
T3	2,10	3	0,17	A B
T1	1,93	3	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**V6**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V6	9	4,1E-03	0,00	3,67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	0,09	2	0,05	0,01	0,9878
Tratamiento	0,09	2	0,05	0,01	0,9878
Error	22,15	6	3,69		
Total	22,24	8			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 3,6923 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	52,46	3	1,11	A
T1	52,41	3	1,11	A
T3	52,23	3	1,11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**V7**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
V7	9	0,57	0,43	12,40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,89	2	12,44	4,00	0,0787
Tratamiento	24,89	2	12,44	4,00	0,0787
Error	18,67	6	3,11		
Total	43,56	8			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 3,1111 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	16,00	3	1,02	A	
T1	14,67	3	1,02	A	B
T3	12,00	3	1,02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE LAS ACTIVIDADES  
DESARROLLADAS DURANTE EL PROYECTO**



**Figura 1.** Preparación de la Platabanda



**Figura 2** Desinfección de la Platabanda



**Figura 3.** Preparación del Sustrato.



**Figura 4.** Preparación de Formol



**Figura 5.** Siembra de Semilla de Olmo.



**Figura 6.** Germinación de las Plántulas de Olmo.



**Figura 7.** Tratamientos Análisis de Datos.



**Figura 8.** Embolsado de Sustrato.



**Figura 9.** Repicado de Plántulas de Olmo



**Figura 10.** Labores Culturales



**Figura 11.** Prendimiento de Plántulas de Olmo