

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA INGENIERIA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFECTO DE TRES METODOS DE ESCARIFICACION DE LA  
SEMILLA DE LUCUMO (*Pouteria lúcum* (*Ruiz & Pav.*)  
*Kuntze*) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

**DANIELA MAMANI CALLISAYA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2021**

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

**EFFECTO DE TRES METODOS DE ESCARIFICACION DE LA SEMILLA DE  
LUCUMO (*Pouteria lúcum* (*Ruiz & Pav.*) *Kuntze*) EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

Tesis de grado presentada como requisito

Parcial para optar al título de

Ingeniero Agrónomo

**DANIELA MAMANI CALLISAYA**

**Asesores:**

Ph.D. Vladimir Orsag Céspedes

Ing. Esther Tinco Mamani

**Tribunal Revisor:**

Ing. Rene Calatayud Valdez

Ph.D. Roberto Miranda Casas

Ing. Estanislao Poma Loza

**APROBADA**

**Presente Tribunal Revisor:**

**La Paz – Bolivia**

**2021**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se lo dedico  
a mi madre Lucía Callísaya  
Calle  
y mi hermano por el apoyo y  
comprensión que me dieron en  
todo momento.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a Dios por darme fortaleza, y bendecirme en todo este tiempo, y llenarme de fe para llegar a este punto, además de darme bienestar familiar, económico y salud así para que llegue a concluir mis estudios.*

*Gracias a mi madre y a hermano por el apoyo moral, económico y la gran ayuda que me dieron para cumplir mis metas, por su comprensión y su cariño.*

*A mi Ingeniera Esther Tinco Mamani por los consejos que me da para que yo mejorare como persona y así salir adelante.*

*A los docentes de la facultad de agronomía por compartir sus conocimientos conmigo.*

*A mis asesores por guiarme en realizar la tesis, colaborándome desde un principio al aceptarme, apoyarme, contribuirme en el desarrollo del trabajo de investigación, mediante sus sugerencias y consejos.*



**VIVERO MULTIPROPOSITO**  
**AGRONOMIA**

**EFFECTO DE TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE  
LUCUMO (*Pouteria lúcuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze) EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

**2021**

# CONTENIDO GENERAL

Pág.

ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	XI
SUMMARY.....	XIII

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	- 1 -
1.1.	Antecedentes .....	- 1 -
1.2.	Justificación .....	- 2 -
1.3.	Objetivos .....	- 2 -
1.4.	Objetivo general .....	- 2 -
1.5.	Objetivos específicos .....	- 3 -
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	- 3 -
2.1.	Almácigo.....	- 3 -
2.2.	Sustrato .....	- 3 -
2.3.	Desinfección del sustrato .....	- 4 -
2.3.1.	Métodos de desinfección del sustrato.....	- 4 -
2.3.1.1.	Formol .....	- 4 -
2.3.1.2.	Agua caliente .....	- 5 -
2.3.1.3.	Solarización.....	- 5 -
2.4.	Semilla.....	- 6 -
2.4.1.	Contenido de humedad .....	- 6 -
2.4.2.	Función del agua en la semilla.....	- 6 -
2.4.3.	Función de la luz en la semilla .....	- 7 -
2.4.4.	Partes de la semilla.....	- 7 -
2.5.	Germinación .....	- 7 -
2.5.1.	Proceso de germinación .....	- 8 -
2.5.2.	Tipos de germinación .....	- 8 -
2.5.2.1.	Germinación epigea.....	- 8 -
2.5.2.2.	Germinación hipogea.....	- 8 -
2.6.	Viabilidad.....	- 9 -
2.7.	Emergencia.....	- 9 -
2.8.	Tratamientos para que acelere su germinación .....	- 9 -
2.8.1.	Escarificación .....	- 10 -
2.8.2.	Escarificación con lija.....	- 10 -
2.8.3.	Escarificación química .....	- 10 -
2.8.4.	Escarificación con remojo de agua caliente .....	- 11 -
2.9.	Características del cultivo de lúcumo .....	- 11 -

2.9.1.	Requerimientos edafológicos .....	- 11 -
2.9.2.	Requerimientos climáticos .....	- 12 -
2.9.3.	Clasificación taxonómica .....	- 12 -
2.9.4.	Importancia .....	- 12 -
2.9.5.	Producción.....	- 13 -
2.9.6.	Variedades.....	- 13 -
2.9.7.	Composición del lúcumo .....	- 13 -
2.9.8.	Siembra del lúcumo .....	- 14 -
2.9.9.	Características de la semilla.....	- 14 -
2.9.10.	Siembra .....	- 14 -
2.9.11.	Germinación de la semilla de lúcumo.....	- 14 -
2.9.12.	Altura de la planta de lúcumo.....	- 15 -
2.9.13.	Hojas de la planta de lúcumo.....	- 15 -
2.9.14.	Características del fruto de la lucuma .....	- 15 -
2.9.15.	Estructura .....	- 15 -
2.10.	Costos.....	- 17 -
2.10.1.	Beneficio bruto .....	- 17 -
2.10.2.	Beneficio neto .....	- 17 -
2.10.3.	Costo variable.....	- 17 -
2.10.4.	Tasa de retorno marginal.....	- 17 -
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 17 -
3.1.	Localización .....	- 17 -
3.1.1.	Ubicación geográfica .....	- 17 -
3.1.2.	Características de la zona de estudio.....	- 18 -
3.1.2.1.	Clima.....	- 18 -
3.1.2.2.	Vegetación .....	- 18 -
3.2.	Materiales .....	- 19 -
3.2.1.	Material vegetal.....	- 19 -
3.2.2.	Material de campo y laboratorio .....	- 19 -
3.3.	Metodología .....	- 19 -
3.3.1.	Procedimiento experimental .....	- 19 -
3.3.1.1.	Preparación de la almaciguera.....	- 19 -
3.3.1.2.	Desinfección del sustrato.....	- 20 -

3.3.1.3.	Obtención de las semillas .....	- 20 -
3.3.1.4.	Métodos de escarificación .....	- 20 -
3.3.1.5.	Almacigado o siembra .....	- 21 -
3.3.2.	Diseño experimental.....	- 21 -
3.3.2.1.	Modelo lineal aditivo .....	- 22 -
3.3.2.2.	Variables de respuesta.....	- 23 -
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	- 27 -
4.1.	Comportamiento agro climatológico.....	- 27 -
4.2.	Variables agronómicas .....	- 30 -
4.2.1.	Porcentaje de germinación.....	- 30 -
4.2.2.	Porcentaje de emergencia .....	- 33 -
4.2.3.	Determinación de la altura de las plántulas .....	- 36 -
4.2.4.	Determinación del diámetro del tallo.....	- 38 -
4.2.5.	Determinación del número de hojas .....	- 40 -
5.	COSTOS .....	- 43 -
6.	CONCLUSIONES .....	- 47 -
7.	RECOMENDACIONES .....	- 48 -
8.	BIBLIOGRAFIA.....	- 49 -
9.	ANEXOS .....	- 56 -

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b>	Partes de la lúcuma.....	16
<b>Figura 2.</b>	Área de estudio en el Centro Experimental de Cota Cota.....	18
<b>Figura 3.</b>	Croquis experimental.....	23
<b>Figura 4.</b>	Germinación hipogea.....	24
<b>Figura 5.</b>	Temperaturas tomadas dentro del almacigo (invernadero a escala pequeña).....	28
<b>Figura 6.</b>	Temperaturas registradas en el vivero durante el periodo de estudio.....	29
<b>Figura 7.</b>	Porcentaje de germinación en la especie de lúcumo ( <i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.)Kuntze).....	31
<b>Figura 8.</b>	Porcentaje de emergencia de semillas del lúcumo por tratamiento.	34
<b>Figura 9.</b>	Altura en (cm.) de las plántulas de lúcumo.....	37
<b>Figura 10.</b>	Diámetro de tallo de la plántula en promedio.....	39
<b>Figura 11.</b>	Hojas de las plántulas de lúcumo según cada tratamiento.....	41
<b>Figura 12.</b>	Curva de los beneficios netos.....	45

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla1.</b>	Partes y componentes de la lucuma en porcentaje %.....	16
<b>Tabla 2.</b>	Factores de estudio.....	22
<b>Tabla 3.</b>	Detalle de los datos tomados.....	25
<b>Tabla 4.</b>	Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.....	30
<b>Tabla 5.</b>	Porcentaje de emergencia para los tratamientos con prueba Duncan.....	32
<b>Tabla 6.</b>	Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.....	33
<b>Tabla 7.</b>	Prueba Duncan de las alturas para los diferentes tratamientos.....	35
<b>Tabla 8.</b>	Análisis de varianza para altura de las plántulas.....	36
<b>Tabla 9.</b>	Prueba Duncan de las alturas de plántula para los diferentes tratamientos.....	38
<b>Tabla10.</b>	Análisis de varianza para el diámetro de tallo en las plántulas.....	38
<b>Tabla 11.</b>	Análisis de varianza para el numero de hojas en las plántulas.....	40
<b>Tabla 12.</b>	Promedios de numero de hojas para diferentes tratamientos.....	42
<b>Tabla 13.</b>	Análisis económico por método de presupuestos parciales.....	43
<b>Tabla 14.</b>	Análisis de dominancia.....	44
<b>Tabla 15.</b>	Análisis marginal de costos variables.....	45

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue el efecto de tres métodos de escarificación de la semilla de lúcumo (*Pouteria lucuma*(Ruiz & Pav.) *kuntze*) en el Centro Experimental Cota Cota. Los tratamientos que se emplearon fueron tres métodos de escarificación: T1 (remojo en agua durante 24 horas), T2 (escarificación con lija), T3 (escarificación química) y un T0 (testigo). Se utilizó el Diseño completamente al azar, con 3 tratamientos más un testigo. Cada tratamiento tuvo 6 repeticiones haciendo un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 subunidades (plantines de lúcumo). Los parámetros que se evaluaron fueron: porcentaje de emergencia, porcentaje de germinación, altura de las plantas, número de hojas, diámetro del tallo, todos estos datos tomados de la especie de (*Pouteria lucuma*(Ruiz & pav.) *kuntze*). Las semillas de la especie lúcumo que fueron sometidas al tratamiento de escarificación con lija obtuvieron los mejores resultados en la prueba de germinación con un 90%, seguido del tratamiento con escarificación química que tuvo 63,33%, posteriormente el testigo con un 60% y finalmente el tratamiento con remojo en agua caliente durante 24 horas, en cuanto a la variable de respuesta porcentaje de emergencia el mejor resultado fue el tratamiento con escarificación con lija con un 83,33%,seguido del tratamiento con escarificación química con un 70%, posteriormente el tratamiento en remojo de agua caliente con un 43,33% y finalmente el testigo con un 36,67%. La otra variable de respuesta fue altura de planta dando como mejor resultado el tratamiento con escarificación con lija con un 14,99 cm, seguido del tratamiento con escarificación química con un 14,08, posteriormente el tratamiento con escarificación con agua caliente con un 13,20 cm y finalmente el testigo con un 12,46 cm. En cuanto a la otra variable de respuesta que fue diámetro estadísticamente no hubo significancia por tanto en todos los tratamientos llegaron a un diámetro de tallo en promedio 5,61 mm. En cuanto al análisis de costos el T2 (método de escarificación con lija) tuvo el mejor beneficio neto con un 685638,58Bs./ha.

**Palabras clave:** Escarificación, germinación, lúcumo, vivero multipropósito, Centro Experimental Cota Cota.

## SUMMARY

The objective of the present research work was the effect of three scarification methods of lucumo seed (*Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze) at the Cota Cota Experimental Center. The treatments that were used were three scarification methods: T1 (soaking in water for 24 hours), T2 (scarification with sandpaper), T3 (chemical scarification) and a T0 (control). The completely randomized design was used, with 3 treatments plus a control. Each treatment had 6 repetitions making a total of 24 experimental units. Each experimental unit consisted of 5 subunits (lucumo seedlings). The parameters that were evaluated were: percentage of emergence, percentage of germination, height of the plants, number of leaves, diameter of the stem, all these data taken from the species of (*Pouteria lucuma* (Ruiz & pav.) Kuntze). The seeds of the lucumo species that were subjected to the scarification treatment with sandpaper obtained the best results in the germination test with 90%, followed by the treatment with chemical scarification that had 63.33%, later the control with 60% and finally the treatment with soaking in hot water for 24 hours, in terms of the emergency percentage response variable, the best result was the treatment with scarification with sandpaper with 83.33%, followed by treatment with chemical scarification with 70%, later the treatment in hot water soaking with 43.33% and finally the control with 36.67%. The other response variable was plant height, with the best result being the treatment with scarification with sandpaper with a 14.99 cm, followed by the treatment with chemical scarification with a 14.08, later the treatment with scarification with hot water with a 13, 20 cm and finally the control with a 12.46 cm. Regarding the other response variable, which was diameter, there was statistically no significance, therefore, in all the treatments, they reached a stem diameter of 5.61 mm on average. Regarding the cost analysis, the T2 (scarification method with sandpaper) had the best net benefit with a 685638.58Bs. /he has.

Keywords: Scarification, germination, lucumo, multipurpose nursery, Centro Experimental Cota Cota.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Quintana y Menacho (2020) mencionan que en el Perú la especie de la lúcuma es muy conocida por su fruto a la cual la denominan “la fruta de oro” o “el oro de los incas” por su color amarillo intenso y sabor inigualable, ya que también esta fruta se caracteriza por ser una excelente fuente de fibra con 1,3 % del total, se destaca como una de las frutas con mayor aporte de fibra incluso mayor que la papaya, el plátano, chirimoya, mango y piña.

Mejía (2017) menciona que aparte de la fibra ya mencionada cabe destacar en su valor nutricional el elevado nivel de proteína con un 1,5% al 2,4% del peso total, las características mencionadas no han sido desapercibidas y han generado un aumento masivo en su consumo y deseo de desarrollar un mercado de esta fruta alrededor del mundo.

Ortega (2015) menciona que en Sudamérica contamos con cuatro países productores de lúcuma entre los cuales tenemos a Chile, Ecuador, Colombia y Perú, este último se encuentra en primer puesto a nivel mundial en cuanto a producción y exportación.

Uno de los obstáculos que se enfrenta en la actualidad en la propagación del lúcumo es una posible latencia de semillas, lo cual incrementa el tiempo de germinación hasta 5 meses y se obtienen porcentajes de germinación menores al 10%, atrasando todo el proceso de almácigo y trasplante a campo definitivo. A raíz de estos obstáculos se propone los diferentes métodos de escarificación de lúcumo ya que al retardar su tiempo de germinación los agricultores ya no prefieren cultivarla y de aquí a un tiempo es posible que llegase a perderse esta especie, a pesar de esto se sigue cultivando por esquejes.

Quizá sea esa la razón por la cual en Bolivia no se tiene datos de producción, sin embargo se conoce que en la localidad de Rio Abajo del departamento de La Paz se tiene esta especie cultivable, cuya producción se comercializa en el mercado Rodríguez del departamento de La Paz.

### **1.1. Antecedentes**

Jiménez (2004), menciona sobre el estudio del efecto de distintos métodos de escarificación física, química y mecánica, así como la combinación de ellos con diferentes

tratamientos para lograr germinación de semillas de tagua (*Phytelephas aecuatorialis*) utilizando 10 semillas por tratamiento puestas en semilleros de germinación, con diseño completamente al azar. Se demostró que el método de escarificación química no causa escarificación.

Sin embargo, en las semillas de lúcumo no se intentaron varios métodos de escarificación, solo se intentó con la escarificación mecánica la cual consiste en golpearlo con un alicate, pero sin lastimarla. Dejamos secar al sol al menos 6 días. Sembramos sin que la testa pierda humedad también no se debe tocar el látex. (Ali, 2014).

## **1.2. Justificación**

En los últimos años la demanda de la lúcuma por parte de las empresas extranjeras está en crecimiento, debido a la tendencia del mercado mundial por obtener productos naturales con diversos fines como por ejemplo alimentos funcionales con propiedades antioxidantes y anticancerígenas, ya que este alimento posee un alto contenido en fibra, hierro y caroteno, tres sustancias indispensables para nuestro organismo (Salazar, 2019).

Ya que la demanda está en crecimiento y en nuestra región de Bolivia contamos con algunos productores de lúcuma no sobresalientes como ser en la región de Rio Abajo-La Paz con un clima valluno, la cual es el clima perfecto para el cultivo de lúcuma , otra región del departamento de La Paz que contamos con un clima en promedio de 18°C es Cota Cota, aceptable para producir la lúcuma, con estos datos se puede decir que para aumentar la economía de Bolivia podemos volvernos en un región productora de lúcumo e incluso llegar a exportar como en los valles de Cañete, Huaral, Huacho y Chíncha son los que actualmente están produciendo la lúcuma de mejor calidad en el Perú los rendimientos pueden alcanzar las 12 t/ha., utilizando tecnología adecuada para producir frutos de alta calidad, con fines de exportación. (Vásquez, 2007).

## **1.3. Objetivos**

### **1.4. Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres métodos de escarificación en la semilla de lúcumo (*Pouteria lúcuma*) en el Centro Experimental Cota Cota.

### **1.5. Objetivos específicos**

- Describir el efecto de los tres métodos de escarificación en semillas de lúcumo.
- Evaluación de parámetros agronómicos en los plantines de lúcumo.
- Determinar los costos parciales de los diferentes métodos de escarificación en las semillas de lúcumo.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Almacigo**

Huchani y Carvajal (2005) afirman que el almacigo es el lugar donde sembramos las semillas para que nazcan las plantitas y se desarrollen hasta que alcancen el tamaño adecuado para su repique (trasplante) a bolsas, en un vivero que produzca plantines es necesario contar con almacigos para tener una mayor germinación ya que el almacigo le ayuda a dar las condiciones favorables para que lleguen a germinar.

Para producir buen “almacigado”, es decir, buenos plantines, no debe sembrarse la semilla tupida; la primera entresaca en el semillero se hace dos a tres semanas después de germinada. Se requieren plantines fuertes con unas 3 a 4 hojas; al trasplantarlas no se debe podar las raíces ni las hojas, y se debe mojar la tierra antes o al momento de colocar los plantines. Una tarde fresca o un día nublado es preferible para esta operación (Casseres, 1984).

### **2.2. Sustrato**

Un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre los que encontramos: tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra del lugar. El sustrato de almacigo es el medio en el cual germinarán las semillas. Este debe ser un material fino, poroso, suelto y liviano, de tal manera que permita una buena formación de la raíz (Fossati y Olivera, 2010).

Alvarado y Solano (2002) menciona que la tierra que se usa para llenar los envases y almacigos tiene que cumplir varias funciones: dejar entrar y retener el agua; ser rica en

nutrientes; blanda para que la raíz pueda crecer y no desarmarse cuando se saque el envase. Amasando un poco de sustrato se prueba si la mezcla es buena para retener el agua y los nutrientes. La mezcla no debe ser demasiado arenosa (se escapa el agua) o demasiado arcillosa (absorbe el agua muy despacio).

### **2.3. Desinfección del sustrato**

Las plantitas en germinación son muy delicadas. Se aconseja desinfectar o esterilizar el sustrato del almácigo para evitar daños por insectos, gusanos y hongos, así como la germinación de las semillas de malas hierbas (malezas) que pudiesen existir de manera natural (Huchani y Carvajal, 2005)

La desinfección natural del suelo es una práctica que se emplea en huertas y jardines ecológicos al igual que en invernaderos, y pequeñas fincas para prevenir los ataques de plagas y enfermedades transmitidas por insectos, nematodos u orugas; hongos, bacterias o virus. Los métodos naturales de desinfección de suelos son la solarización y el agua caliente. Estos métodos son recomendados principalmente para almácigos y sustratos (tierra tratada) con que se rellenan por ejemplo las macetas de papel para sembrar semillas de hortalizas y de plantas de jardín; y no se aplican a grandes superficies (Díaz, 2010).

#### **2.3.1. Métodos de desinfección del sustrato**

##### **2.3.1.1. Formol**

La desinfección del sustrato se lleva a cabo siguiendo los pasos a continuación:

- El sustrato debe mojarse con agua.
- Se prepara la solución desinfección que contiene 75 ml de formol (al 40%) en 10 litros de agua, cantidad que sirve para desinfectar 1 m<sup>2</sup> de sustrato
- Se riega nuevamente el sustrato, pero esta vez con la solución de desinfección
- Se intenta tapar el sustrato lo más herméticamente posible con un plástico lo suficientemente grande para hacerlo, por un espacio de 2 días

- Finalizado estos 2 días de desinfección, se destapa las bolsas y se remueve el sustrato desinfectado, esperando 3 días como mínimo para sembrar, lográndose de esta manera que se volatilice el formol aun presente en el sustrato.

No debemos prolongar excesivamente la siembra de las plantas, ya que el sustrato puede perder el efecto de desinfección logrado (Aguirre, 2013).

### **2.3.1.2. Agua caliente**

Este es un método muy efectivo para el control de plagas y enfermedades del suelo, aunque de alto costo. La efectividad del método es mucho mayor en los suelos secos, por lo que se aconseja observar este aspecto antes de utilizarlo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Preparar el suelo como para la siembra.
- Hervir agua limpia en un recipiente apropiado.
- Regar el suelo (seco) con el agua caliente, hasta alcanzar unos 5 cm a 15 cm de profundidad.
- Cubrir la superficie tratada con una capa de polietileno o plástico, para mantener la temperatura del suelo por mayor tiempo.
- Si se riega hasta alcanzar una profundidad mayor a la recomendada, se corre el riesgo de destruir las bacterias nitrificantes del suelo, lo que puede provocar una elevación en el contenido de amoníaco y una mayor toxicidad del suelo (Díaz, 2010)

### **2.3.1.3. Solarización**

La solarización consiste en cubrir el suelo pudiendo ser de un almácigo con una lámina de polietileno, o plástico transparente durante 30 a 45 días aproximadamente, afín de elevar su temperatura por efecto de los rayos del sol. La radiación solar pasa a través del plástico, se convierte en calor y provoca cambios físicos, químicos y biológicos que destruyen la mayoría de los microorganismos causantes de enfermedades; insectos y malezas del suelo. (Moreira, 2018).

## **2.4. Semilla**

Moreno (1996) afirma que la semilla es producto de la reproducción sexual la cual se le da el nombre de semilla, semente, pepa, pipa o pepita es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta, es una estructura mediante la cual realizan la propagación de las plantas que por ello se llaman espermatofitas (plantas con semilla). Una semilla contiene a un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas, también contiene una fuente de almacenamiento y está envuelta en una cubierta protectora.

### **2.4.1. Contenido de humedad**

Bartolomé y Vega (2001) mencionan que, las semillas de la mayoría de las especies forestales son “ortodoxas”, es decir, se conservan perfectamente y durante un largo período de tiempo a baja temperatura y con un contenido de humedad bajo. Las semillas ortodoxas pueden secarse hasta un contenido de humedad bajo, de alrededor del 5% (peso en húmedo), y almacenarse perfectamente a temperaturas bajas o inferiores a 0°C durante largos períodos (Willan, 1991)

### **2.4.2. Función del agua en la semilla**

Las moléculas de agua que entran en las semillas secas provocan una fuerza de imbibición considerable, muchas veces suficiente para hacer romper el tegumento. Así en algunas semillas, las limitaciones físicas que la cubierta impone al desarrollo del embrión, se vencen por la rotura de la cubierta, provocada por la fuerza de la imbibición (Rodríguez, 2000). El mismo autor señala que, en otras especies la cubierta no se rompe a consecuencia de la fuerza de la presión de imbibición, sino que es rota por la presión interna originada por el crecimiento de la radícula o por la digestión enzimática de la cubierta y de otros tejidos que rodean el embrión.

Existen semillas que cuando están intactas, son tan impermeables al agua que en ellas no se realiza la imbibición. Estas semillas sólo germinan cuando son escarificadas. Este término se utiliza para indicar cualquier tratamiento mecánico o químico del que resulta el adelgazar o romper el tegumento (Varela y Arana, 2011).

### **2.4.3. Función de la luz en la semilla**

Se ha observado que algunas semillas tienen unas necesidades de luz absolutas para germinar, en otras semillas la exposición a la luz actúa como inhibidora de la germinación y en un tercer grupo, la germinación está relacionada con una respuesta fotoperiódica; es decir, con una alternancia de periodos de luz y oscuridad. Todo esto resulta aún más complejo por el hecho de que la temperatura puede interactuar con la luz durante la germinación de muchas semillas (Lopez, 2003).

### **2.4.4. Partes de la semilla**

Sus partes de la semilla son: el embrión, endospermo, tegumento o testa. La testa o cubierta de la semilla se desarrolla a partir del tegumento y consta de células más o menos vacuoladas de paredes delgadas, durante la maduración de la semilla, la testa experimenta en un grado de variables alteraciones estructurales de la pared celular, contenido de la pared, así como la destrucción de alguna o de todas las capas tegumentarias iniciales (Arguedas, 1997)

## **2.5. Germinación**

Herrera (2006) afirma que la germinación incorpora aquellos eventos que se inician con la absorción de agua por la semilla seca y terminan con la elongación del eje embrionario. La germinación es un proceso que comienza con la rehidratación de los distintos tejidos de la semilla y termina con el inicio del crecimiento de la radícula. Entre los factores que afectan la germinación se tiene a la humedad (rehidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla (Cruz, 2007).

De la Cuadra (1993) afirma que la germinación es un conjunto de procesos que se producen en la semilla, iniciando con el crecimiento del embrión hasta llegar a constituir una pequeña planta que puede sobrevivir por sí misma, sin depender del alimento almacenado en la semilla. Estos procesos deben reunir una serie de condiciones, en la semilla misma como a nivel ambiental. La semilla ha germinado cuando en la elongación celular se percibe que el embrión se ha abultado y uno de los extremos del eje embrionario rompe la envuelta seminal, apareciendo inicialmente es el lado libre del

hipocotilo, la radícula, y posteriormente aparece el otro extremo, el epicótilo que formara el primer brote.

### **2.5.1. Proceso de germinación**

Según Willan (1991), la germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos:

- 1) Absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal.
- 2) Actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su transposición a las zonas en crecimiento.
- 3) Engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula.

### **2.5.2. Tipos de germinación**

#### **2.5.2.1. Germinación epigea**

En otras especies, el hipocótilo comienza a crecer rápidamente una vez que la radícula está suficientemente desarrollada. Esto generalmente hace que brote un arco fuera del suelo y después se endereza. El hipocótilo se hace más fuerte y los cotiledones se expanden, se vuelven verdes y comienzan a funcionar como hojas. Durante este tiempo la cubierta de la semilla se cae (Jara, 1996). El mismo autor señala que, poco después el epicótilo comienza a crecer y la plúmula se desarrollará para convertirse en el tallo primario y producir las primeras hojas verdaderas. Si la semilla tiene un endosperma, este es absorbido por los cotiledones durante el crecimiento inicial.

#### **2.5.2.2. Germinación hipogea**

El punto de crecimiento (epicótilo) que está sobre los cotiledones comienza a crecer rápidamente formando un brote que termina en hojas rudimentarias (plúmula). La plúmula se dobla hacia atrás mientras que el brote sale del suelo, pero eventualmente se vuelve hacia la luz, y forma las primeras hojas de la plántula. Durante este periodo, los nutrientes

de los cotiledones son absorbidos hasta secarse. Luego la plántula se nutre por si sola mediante la raíz y las hojas verdes con capacidad de fotosíntesis (Jara, 1996).

## **2.6. Viabilidad**

Sierra (2005) indica que la viabilidad es una propiedad que tiene las semillas de mantener vivo el embrión, lo cual significa que una semilla viable es que embrión está vivo y es capaz de germinar, la viabilidad se puede observar posteriormente en el porcentaje de germinación es decir algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para indicar la habilidad del embrión para germinar y continuar con el desarrollo.

De la Cuadra (1993) afirman que la viabilidad es la medida de cuántas semillas de un lote están vivas y pueden llegar a convertirse en plantas capaces de reproducirse en condiciones de campo adecuadas. Mencionan también que existen muchos métodos para determinar la viabilidad de las semillas siendo el más exacto y confiable la prueba de germinación existiendo pruebas bioquímicas, que son más rápidas, pero no exactas como la prueba de germinación.

## **2.7. Emergencia**

Fernandez (1996) Menciona que se da cuando se aprecia el inicio de la expansión de la primera hoja, en esta ocasión ya que en el proceso de germinación existe la emergencia radicular.

## **2.8. Tratamientos para que acelere su germinación**

Pretratamientos de semillas y estacas antes de sembrar, algunas semillas necesitan un tratamiento para “despertar” y así dar una germinación más pareja. Algunos de los tratamientos más usados en vivero para esto son: remojo en agua tibia (como para el mate), lijado (pasada rápida sobre un papel de lija medio) y sacudida con arena en un tarro. Todos estos tratamientos intentan apurar la entrada de agua en la semilla, para que se hinche y germine (Baraona, 2000).

Villanueva (1995) propone los siguientes tratamientos en agua con algunas variantes. Se sumerge en agua natural por tiempos variables dependiendo de las especies se debe tener cuidado de cambiar el agua al menos una vez por día para evitar problemas de fermentación.

### **2.8.1. Escarificación**

La escarificación según Bonner y Galston (1973) es el procedimiento que permite la ruptura del tegumento, ya que las semillas de especies forestales no germinan debido a que la testa dura impide la entrada de agua (latencia) y algunas semillas no germinan si no tienen un tratamiento de escarificación.

### **2.8.2. Escarificación con lija**

D'Auberrete y Garcia (2002) Menciona que pocas semillas pueden ser escarificadas en forma efectiva con un pequeño raspaje sobre cada semilla con papel de lija, se lija la extremidad de cada semilla opuesta a la radícula hasta verse el cotiledón, para gran cantidad de semillas esto se puede realizar con arena, o fregando las semillas sobre una tabla abrasiva, realizando esta escarificación la semilla de *Prosopis* puede llegar a un 95%de germinación.

### **2.8.3. Escarificación química**

En este método de escarificación se utilizan diversas sustancias químicas, las cuales coadyuvan a incrementar los porcentajes de germinación, las cuales son: ácido sulfúrico y sustancias hormonales como el ácido giberelico, sin embargo, cabe destacar que el más factible de conseguir es el ácido sulfúrico.

- **Ácido sulfúrico:**

Cuando se utiliza ácido sulfúrico, las semillas se sumergen en el ácido, para que así el ácido pueda actuar debilitando la estructura de la testa permitiendo el ingreso del agua y el oxígeno necesario para el proceso de germinación, también ayuda a la expansión del embrión y la salida de la radícula. (Zambrano, 2018).

En la mayoría de las investigaciones se muestran satisfactoriamente el uso del ácido sulfúrico como ser en la evaluación en la semilla de toromiro se muestra cifras significativas con mayores valores de germinación se logran con el remojo en ácido sulfúrico por 30 minutos. (Caro, 2008).

#### **2.8.4. Escarificación con remojo de agua caliente**

En este método se puede destacar el remojo de las semillas en agua caliente una temperatura entre 70 a 100°C, y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua la cual se va enfriando gradualmente este método tiene un resultado del 40 a 60 por ciento de germinación. (Arroyo, E. 2014).

D'Auberrete y García (2002), en la revista científica mencionan el efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de tres especies del género *Prosopis*, en el cual se evaluó el ácido sulfúrico en diferentes porcentajes y agua caliente a 80°C con tan solo 10 minutos sumergidos, en esta investigación el mejor resultado fue el ácido seguido por el agua.

### **2.9. Características del cultivo de lúcumo**

#### **2.9.1. Requerimientos edafológicos**

Esta especie (*Pouteria lucuma*) se puede adaptar fácilmente a diferentes clases de suelos, pero responde muy bien a la oxigenación radical que otorgan los suelos franco-arenosos. Se adapta muy bien a suelos arenosos y rocosos, de buen drenaje; tolera suelos moderadamente salinos y calcáreos, pero prefiere los suelos aluviales profundos con abundante materia orgánica. La reactividad del suelo donde responde bien el lúcumo fluctúa en un pH de 6 a 7. Se puede concluir certeramente que en el Perú se encuentra la mayor variabilidad genética de la lúcuma, estimándose en más de un centenar de biotipos peruanos, siendo esta producción la de mejor calidad y mayor productividad. (Vázquez, 2007)

### 2.9.2. Requerimientos climáticos

Se desarrolla en climas tropicales y subtropicales; tolera lluvias temporales, más no precipitaciones constantes. Su hábitat natural es la sierra baja. El rango de temperatura donde se desarrolla comprende de 8 a 27 °C y humedad de 80% a 90%, siendo el rango óptimo de 14 a 24 °C. Se adapta a climas fríos constantes, pero no tolera cambios de clima repentinos, pudiendo morir con temperaturas menores de 5 °C si la plántula se encontraba a una temperatura constante de 14 a 24 °C. (Portal frutícola, 2018)

### 2.9.3. Clasificación taxonómica

Dominio:	Eukarya
Reino :	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Ericales
Familia:	Sapotaceae
Subfamilia:	Chrysophylloideae
Género:	Pouteria
Especie:	<i>P. lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze

Fuente: (Mejia,2016)

### 2.9.4. Importancia

Su consumo no está muy difundido en el mercado internacional debido a que la producción nacional era escasa hasta hace un tiempo, sin embargo, en los últimos años la producción se ha incrementado sustancialmente ya que gracias a sus diversas propiedades y su alto nivel de nutrición. Pues sus diversas presentaciones se encuentran ya en el mercado las que representa una excelente oportunidad para la industria peruana en las áreas de helados, postres, yogurt y cócteles (Palacios, 2015).

### **2.9.5. Producción**

Los principales países productores de lúcuma en orden de importancia son Perú, Chile y Ecuador. Se están realizando trabajos de investigación en Chile, Brasil, España, Hawái, y Nueva Zelanda para desarrollar tecnología productiva del lúcumo. En el Perú (1999) según el Ministerio de Agricultura, existían unas 600 ha sembradas de lúcuma. (Ortega, 2015).

### **2.9.6. Variedades**

En nuestro país, se distinguen dos tipos de lúcuma: “Lúcuma de Seda” y “Lúcuma de Palo”. Se denomina Lúcuma de Seda a los frutos de lúcuma que al madurar presentan Textura suave. En caso contrario, los frutos son llamados Lúcuma de Palo. Ambos tipos de frutos pueden aparecer en un mismo árbol en caso de ocurrir variaciones bruscas en el clima, especialmente con la temperatura. La Lúcuma de Seda posee una pulpa harinosa, color amarillo intenso, suave al paladar y dulce, mientras que la Lúcuma de Palo tiene pulpa dura, no apropiada para el consumo en fresco. (Bibiloni, 2012)

### **2.9.7. Composición del lúcumo**

La lúcuma es una de las frutas que contiene los más altos niveles de proteínas, fluctuando en un rango de 1.5-2.4 g por cada 100 g de muestra, también la lúcuma presenta un nivel de carbohidratos significativamente alto.

Es importante señalar que la fruta verde solamente presenta sacarosa; y a medida que avanza el estado de maduración se incrementa la glucosa, fructosa e inositol. En 100g de pulpa madura existen 8.4 g de glucosa, 4.7 g de fructosa, 1.7 g de sacarosa y 0.06 g de inositol.

En cuanto a las vitaminas, presenta niveles significativos de niacina con 1.96 mg/100 g de muestra. Se dice incluso que la lúcuma es una fruta medicinal contra la depresión, por su alto contenido de vitaminas B1, y otras como la tiamina y niacina. También es importante destacar que la lúcuma contiene minerales como calcio, fósforo y hierro. Se sabe también que en su pulpa contiene un pigmento que funciona como un antioxidante. (Cruz, 2009)

### **2.9.8. Siembra del lúcumo**

La propagación se hace por semilla y por injerto. La semilla debe ser sembrada después de quitarle la cascara. La germinación empieza entre 25 y 40 días, máximo 90 días, no siendo uniforme, debido al diferente grado de maduración de las semillas. Es recomendable efectuar la siembra en bolsa con sustrato porque el desprendimiento de las plantas trasplantadas de raíz desnuda es muy bajo. El injerto utilizado es el terminal simple o el terminal de doble lengüeta. (Torre, 2011)

### **2.9.9. Características de la semilla**

La semilla del lúcumo corresponde de 8 a 15 % del componente del fruto de lúcumo, es de color marrón claro u oscuro presenta un hilio de forma oblonga y de color blanco opaco generalmente podemos encontrar de dos a tres semillas por fruto, pero puede llegar a cinco o también estar ausente, esta semilla está envuelta por el endocarpio la cual es delgada y de amarillo claro. (Borbor, 2017)

### **2.9.10. Siembra**

- Las plantas o árboles de fruto se siembran en cuarto creciente, a excepción de las que se espigan que se siembran en cuarto menguante.
- Las plantas o árboles que cultivamos por sus flores o semillas las sembraremos en cuarto menguante.
- Es aconsejable sembrar entre luna creciente y luna nueva aquellas plantas que crecen y fructifican sobre la tierra, y entre cuarto menguante y luna nueva las plantas que fructifican bajo tierra.
- Las semillas que tardan más en germinar se siembran en cuarto menguante.
- Las semillas que germinan pronto se siembran en cuarto creciente.

(<https://www.ecoagricultor.com/fases-lunares-huerto/>)

### **2.9.11. Germinación de la semilla de lúcumo**

Según Ortega (2015), en la investigación que realizó en la germinación de semillas, se retiró la testa dura dejándolo en remojo durante 24 horas en ácido giberélico, a los 40 días se obtuvo 65% de germinación en el mejor resultado, es recomendable efectuar la

siembra en bolsas con sustrato, porque el prendimiento de las plantas trasplantadas a raíz desnuda es muy bajo.

#### **2.9.12. Altura de la planta de lúcuma**

El árbol de lucuma puede llegar a una altura entre los 15 a 20 metros de altura aproximadamente a los 4 a 5 años, el trasplante se lo puede realizar después de los 8 meses después de la siembra, cuando ya apenas llegue a los 25 a 30 cm. (Figueroa, 2011).

#### **2.9.13. Hojas de la planta de lúcuma**

Tiene hojas alternas, lanceoladas u oblongas, elípticas u obovadas, con bordes ondulados en algunos cultivares, hasta 25 cm de largo y 10 cm de ancho, presenta un apice obtuso o subagudo. Las hojas jóvenes no suelen ser grandes y presentan un color verde claro, pareciéndose así a la hoja de laurel (Paucar, 2020)

#### **2.9.14. Características del fruto de la lucuma**

El fruto es una baya esférica, cónica, ovoide o comprimida basalmente, de 4 a 17 cm de diámetro, con exocarpio o cáscara delgada de color verde o amarillo bronceado, generalmente rodeada de una coloración plateada en la parte apical. El endocarpio que envuelve a la semilla es delgado y marrón claro. El mesocarpio generalmente es de sabor y aroma muy agradable, color amarillo o anaranjado intenso y textura harinosa. A las frutas de consistencia suave se les llama “lúcuma de seda o suave” y a las de consistencia dura “lúcuma de palo o dura”. (Cruz, 2009).

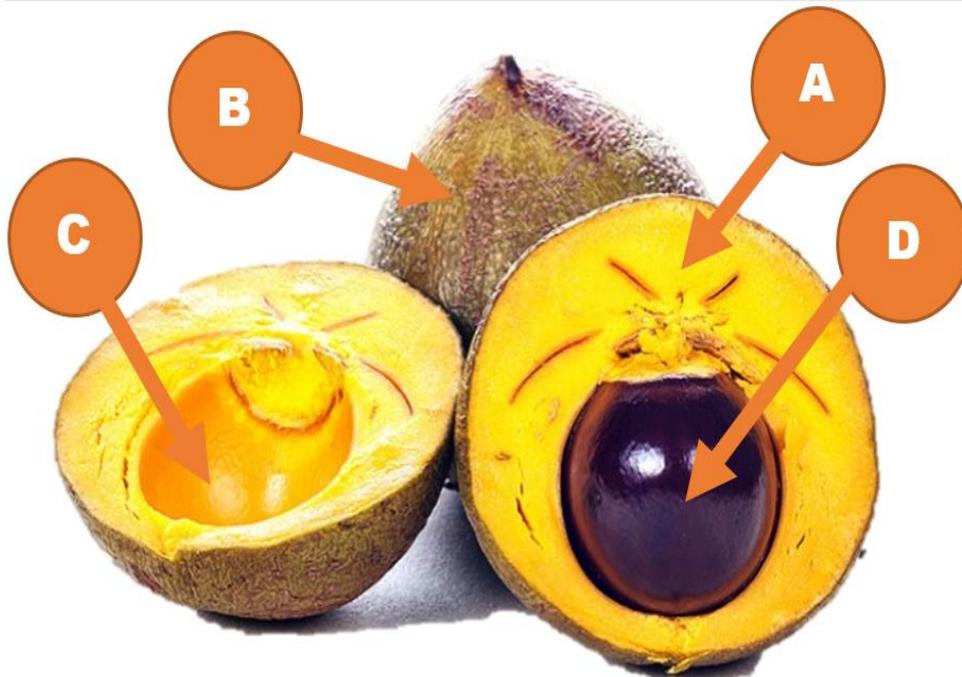
#### **2.9.15. Estructura**

En la tabla 1, se puede observar los componentes de la lucuma describiéndose en porcentajes.

**Tabla 1.**

*Partes y Componentes de la lúcuma en porcentaje %.*

PARTES	ESPECÍFICO	PORCENTAJE
A.PULPA	MESOCARPIA	64 a 82 %
B.CASCARA	EPICARPIO	7 a 17 %
C.HOLLEJO	ENDOCARPIO	2 a 3 %
D.SEMILLA		8 a 15 %



**Figura 1.** Partes de la lúcuma

(Fuente: elaboración propia 2019)

En la figura 1, se puede observar en fruto de lúcuma y sus partes, incluso se puede ver el color de las partes de lúcuma.

## **2.10. Costos**

### **2.10.1. Beneficio bruto**

Es aquel beneficio obtenido por una sociedad derivado de su explotación ya que surge de restar a los ingresos el importe de los gastos en los que se han incurrido fruto de la actividad. (Borga y Zehnder, 2007).

### **2.10.2. Beneficio neto**

Es un término existente en contabilidad que se refiere a diferencia entre ingresos y gastos de cualquier empresa en un periodo determinado, es decir el verdadero beneficio que se tiene. (Frank, 2020)

### **2.10.3. Costo variable**

Los costos variables son aquellos que varían como ser semillas, mano de obra para la siembra y otros, los cuales son utilizadas únicamente durante la producción de dicho cultivo (Frank, 2020)

### **2.10.4. Tasa de retorno marginal**

Es un procedimiento para calcular las tasas marginales de retorno entre tratamientos; de un tratamiento de bajo costo al siguiente tratamiento de mayor costo, y comparando las tasas de retorno contra una tasa de retorno mínima aceptable. El principio económico que soporta el análisis es que es beneficioso para el productor continuar invirtiendo hasta el punto donde el retorno de cada unidad extra sea igual a su costo (Borga y Zehnder, 2007).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Localización**

#### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Cota Cota de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, la cual se encuentra

localizada a 15km.del centro de la ciudad de La Paz y que los parámetros de ubicación geográfica son; 16°32'00" latitud sud y 68°00'00" longitud oeste, y una altitud que varía entre 3500 a 3600 m. s.n.m. Guzmán, (2000).



**Figura 2.** Área de estudio en el Centro Experimental Cota Cota  
(Fuente: Google maps, 2020)

### 3.1.2. Características de la zona de estudio

#### 3.1.2.1. Clima

El Centro Experimental Cota Cota ubicado a 15 km del centro de la ciudad de La Paz, presenta un clima templado, con una precipitación anual promedio de 488,53mm anuales y tiene un promedio de humedad relativa de 46 %, (SENAMHI, 2009).

Entre las temperaturas registradas a campo abierto en el Centro Experimental Cota Cota, se tiene una tempera máxima promedio de 21,5°C, una media de 11,5° C y una mínima de -6° C. (SENAMHI, 2009).

#### 3.1.2.2. Vegetación

Según el mapa ecológico de Bolivia, el Centro Experimental Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se encuentra en

cabecera de valle, que cuenta con especies arbóreas como el molle, eucalipto, pino, acacias, álamo, olmo, entre los arbustos se tiene a la chilca entre otros (Quispe, 2013).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material vegetal**

Se utilizó los frutos de la planta de lúculo (*Pouteria lucuma*) que fueron recolectadas de Rio Abajo de la ciudad de La Paz y proporcionadas de una productora que comercializa en el mercado Rodríguez.

### **3.2.2. Material de campo y laboratorio**

- Termómetro
- Formol
- Nylon
- Herramientas (rastrillo de mano, regadera)
- Sustrato
- Cuaderno de registro
- Vernier
- Cámara
- Marcador
- Lija

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Procedimiento experimental**

#### **3.3.1.1. Preparación de la almaciguera**

La investigación se inicia con el llenado de la almaciguera de 1,76 m<sup>2</sup>, con sustrato ya preparado bajo una proporción de (1:1:2) con arena, tierra negra y turba respectivamente, se llenó hasta el ras de la altura de la almaciguera. Esta actividad fue realizada en 3 de mayo del 2019.

### **3.3.1.2. Desinfección del sustrato**

Posteriormente el mismo día del llenado de sustrato se realizó la desinfección de dicho sustrato utilizando 60 ml de (formol de 40%) en 10 litros de agua , esta preparación se utilizó regando al sustrato en la almaciguera, dejándolo completamente mojado después se cubrió con nylon para apoyarnos también en la solarización.

Después de haber pasado aproximadamente 15 días se procedió a retirar el nylon y así dejar orear una semana, para luego tener una desinfección de sustrato efectiva.

### **3.3.1.3. Obtención de las semillas**

Se adquirieron frutos de la lúcuma de una productora local que comercializa este producto en el mercado Rodríguez, la cual indico que los frutos de lúcuma los traía de Rio Abajo-La Paz en poca cantidad y solo en meses de finales de febrero hasta empiezos de mayo tenia mayor producción.

Después de obtener los frutos Luego se extrajo la semilla de cada fruto, en el cual se hallaban uno a dos semillas por fruto. Una vez extraídas las semillas, se las secó, limpio, para luego realizar la escarificación según cada tratamiento.

### **3.3.1.4. Métodos de escarificación**

Se utilizaron tres tratamientos (métodos de escarificación) en las semillas de lúcumo (*Pouteria lucuma*), más un testigo.

#### **➤ 0°testigo**

Se utilizó 30 semillas sin aplicar ningún método de escarificación.

#### **➤ 1° método de escarificación (remojo de las semillas en agua)**

Se tomaron aproximadamente 30 semillas de lúcumo, previamente limpias para luego proceder a ponerlos en un recipiente, seguidamente se hecho el agua hervida que alcanzó el punto ebullición. Se dejaron las semillas durante 24 horas sin embargo la temperatura del agua fue disminuyendo a pasar las horas.

#### **➤ 2° método de escarificación (lijado de las semillas)**

Este método consistió en lijar las semillas sin llegar a lastimar la parte superior de dichas semillas. Se lijo aproximadamente por 50 segundos a cada semilla, esto se realizó una hora antes de la siembra a las semillas de lúcumo.

➤ **3º método de escarificación (ácido sulfúrico)**

El método químico se realizó utilizando el ácido sulfúrico a un porcentaje del 10 por ciento.

Sabiendo que el ácido sulfúrico es una sustancia controlada por lo cual se utilizó un equipo de protección como ser: guantes, lentes y guardapolvo.

Luego en una bandeja se añadió el ácido sulfúrico al 10% en una cantidad de 210 ml., seguidamente se sumergieron a 30 semillas durante unos 20 segundos para luego escurrirlas. Para poder manipular mejor a la semilla se usó guantes especiales y una pinza. Todo este procedimiento se realizó durante 20 minutos antes de sembrarlas.

Luego de aplicar estos diferentes métodos de escarificación se procedió a la siembra, en cada uno de los tratamientos propuestos.

**3.3.1.5. Almacigado o siembra**

Se utilizó un almacigo del Vivero que tiene espacios parecidos a un invernadero en escala pequeña o cámara de semillas.

Para cada tratamiento se utilizó un área de 0,38m<sup>2</sup> donde las semillas fueron sembradas por golpe a una profundidad de 2cm y a una distancia de 8cm en tresbolillo haciendo un total de 30 semillas para cada tratamiento.

Luego se procedió a tapar las semillas con un poco de sustrato, posteriormente se rego para luego tapar el almacigo con su tapa de plástico polietileno.

**3.3.2. Diseño experimental**

En la investigación se utilizó un diseño completamente al azar ya que la investigación se encontraba bajo un Vivero, en el cual se utilizó 3 tratamientos más 1 testigo con 6 repeticiones obteniéndose un total de 24 unidades experimentales los cuales cada una conformada con 5 subunidades.

**Tabla 2.**

*Factores de estudio*

---

TRATAMIENTOS (METODOS DE ESCARIFICACION)
T0: Sin esscarificación
T1: Remojo en agua de las semillas
T2: Lijado de las semillas
T3: Sumersión de las semillas en ácido sulfúrico

---

### 3.3.2.1. Modelo lineal aditivo

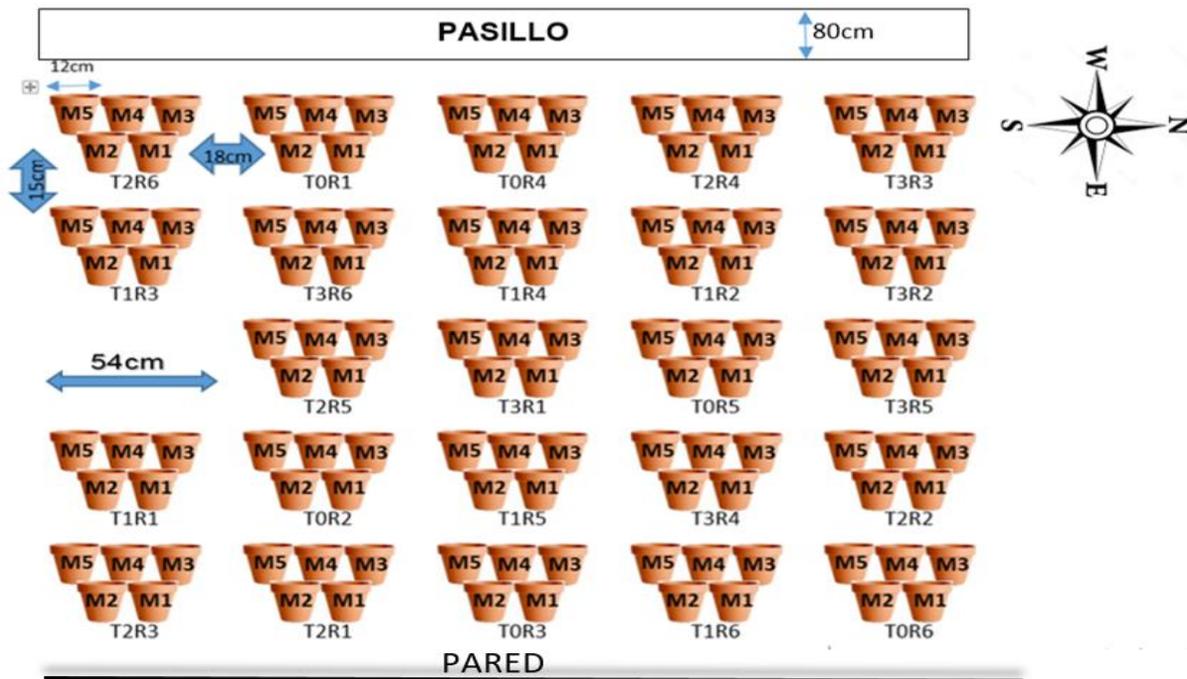
El modelo estadístico para el diseño completamente al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

- $Y_{ij}$  = variable de respuesta
- $\mu$  = la media general
- $T_i$  = efectos de los tratamientos
- $E_{ij}$  = error experimental asociado a las 24 unidades experimentales con cada unidad experimental conformado con 5 sub unidades experimentales.

### Croquis experimental

En la figura 3. Se muestra la disposición de los tratamientos en base a un diseño completamente al azar, además de sus dimensiones.



**Figura 3.** Croquis experimental

El croquis que se muestra en la figura se encontraba dentro del vivero multipropósito en el cual solo se usó una pequeña parte como se muestra en las siguientes dimensiones:

Área ocupada de todo el experimento:  $4,2\text{m}^2$

Área ocupada por cada tratamiento:  $1,05\text{m}^2$

Donde:

**T** : Tratamiento (se contaba con 4 tratamientos T0, T1, T2 y T3 descritos ya en la tabla 1) cada tratamiento congenio con cada repetición y con cada muestra como se lo ve en la figura 3.

**R** : Repetición (se contaba con 6 repeticiones R1, R2, R3, R4, R5 Y R6)

**M** : Muestra (se contaba con 5 muestras M1, M2, M3, M4 Y M5)

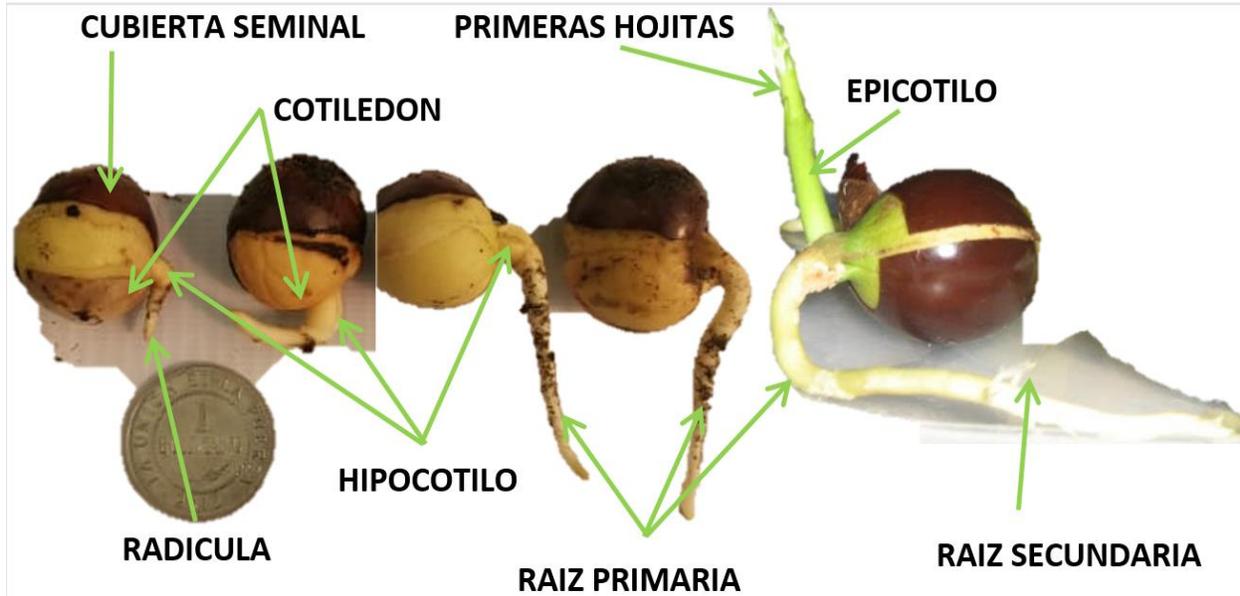
### 3.3.2.2. Variables de respuesta

- **Tamaño de semilla**

Esto se realizó con la ayuda de una balanza digital, se tomó 5 semillas al azar y se sacó un promedio de ellas presentando (2,5 a 3 cm.) de diámetro.

- **Porcentaje de germinación**

Una vez que fueron sembradas las semillas de lúcumo en fecha de 17 de mayo se esperó 45 días para poder ver la germinación, solo se tomó los datos una sola fecha que fue el 17 de julio para evitar perder unidades experimentales. Se tomó en cuenta el tipo de germinación la cual era hipogea como se observa en la figura 4.



**Figura 4.** Germinación hipogea (Fuente:elaboración propia 2019)

Se contó en base a la aparición del hipocotilo la cual dará principio a la raíz primaria. Para hallar el porcentaje de germinación que se contó con la siguiente formula:

$$\%Gerninacion = \frac{\text{numero de semillas germinadas} \times 100\%}{\text{numero de semillas ensayadas}}$$

- **Porcentaje de emergencia**

Para determinar el porcentaje de emergencia se tomó en cuenta el epicotilo que da inicio a las primeras hojitas, con la siguiente formula:

$$\%Emergencia = \frac{\text{numero de semillas sumergidas} \times 100\%}{\text{numero de semillas ensayadas}}$$

Este dato se tomó desde el 03 de julio de 2019 en las mismas fechas de la tabla 3, sin embargo solo se todo datos hasta la fecha 14 de agosto.

- **Altura de planta(cm)**

Para obtener este dato se midió la altura de la planta con una regla desde el cuello de la planta hasta el ápice, estos datos se tomaron cada 15 días como se observara a continuación.

**Tabla 3.**

Detalle de los datos tomados.

Medición	Día	Mes	Año
1era	03	Julio	2019
2era	17	Julio	2019
3da	31	Julio	2019
4era	14	Agosto	2019
5to	28	Agosto	2019
6to	11	Septiembre	2019
7mo	25	Septiembre	2019
8vo	9	Octubre	2019
9no	23	Octubre	2019
10mo	6	Noviembre	2019
11mo	20	Noviembre	2019
12mo	27	Noviembre	2019

En la tabla 3, se puede observar la toma de datos desde el 3 de julio hasta el 27 de noviembre del año 2019, cuyos datos fueron medidos en centímetros.

- **Diámetro de tallo**

Para determinar este dato fue necesario un vernier para medir el diámetro, se lo realizaba cada 15 días y en las mismas fechas de la tabla 3, esta medición se llevó a cabo dejando 1cm de altura sobre el nivel del sustrato.

- **Número de hojas**

Se empezaron a registrar contando las hojas desde las primeras hojitas al igual que los demás datos se tomaba datos cada 15 días, desde el 17 de julio en las mismas fechas indicadas en la tabla 3.

- **Análisis económico**

El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el método de evaluación de presupuestos parciales propuesto por el CIMMYT (1988) el cual permite tomar la decisión de usar o no un tratamiento asimismo diferenciar un tratamiento del otro. De acuerdo a estos parámetros se podrá identificar los tratamientos que otorguen mayor beneficio económico a los agricultores.

1ero. Rendimiento medio pl. /ha: Para encontrar el rendimiento medio se tomó en cuenta la cantidad de plántulas que se llegaron a producir hasta la fecha 27 de noviembre, de cada tratamiento. Al observar que cada tratamiento ocupaba un área en m<sup>2</sup>, entonces para calcular el rendimiento medio se tuvo que hallar de cada tratamiento cuantas plántulas hay en una hectárea como nos menciona CIMMYT (1988).

2do. Rendimiento ajustado pl. /ha: Según CIMMYT (1988) un investigador debe considerar reducir un 15 % del rendimiento total, ya que al realizar una investigación se le da las condiciones necesarias para su mejor desarrollo de dicha investigación.

3ero. Beneficio bruto Bs./ha: Para hallar dicho valor se vio necesario realizar un estimado valor de una plántula de lúcumo de 12 bs. La cual se empleó en la siguiente fórmula:

$$\text{beneficio bruto} = \text{rendimiento ajustado} \left( \frac{pl}{ha} \right) * \text{precio de la plantula}(bs.)$$

4to. Costo variables bs. /ha: Según CIMMYT (1988) se usa los costos que varían es decir que no se toma en cuenta el terreno ni la infraestructura de dicha investigación. Entonces

se calculó los costos en metros cuadrados de cada tratamiento para después trasladar los datos a una hectárea por tratamiento.

5to. Beneficio neto bs. /ha: Para hallar este valor se usó esta fórmula para cada tratamiento:

$$\text{beneficio neto bs.} = \text{beneficio bruto} - \text{costos variables}$$

6to. Análisis de dominancia: El análisis de dominancia se realiza un listado de los tratamientos, los cual se observa que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían, para escoger a un tratamiento no dominado se observa cual es el tratamiento que al restarle al costo total sea el más mínimo de todos los tratamientos.

7mo. Costo marginal bs./ha: Para hallar este valor se escogió a los tratamientos que de cierta manera ascienden en la gráfica de curva de beneficios netos. Una vez que ya se halló a los dos tratamientos se procedió a restarlos dado ese valor resulta ser el costo marginal.

8vo. Beneficio marginal bs./ha: Para hallar este valor se realizó una resta entre los dos tratamientos elegidos con sus respectivos valores de beneficio neto.

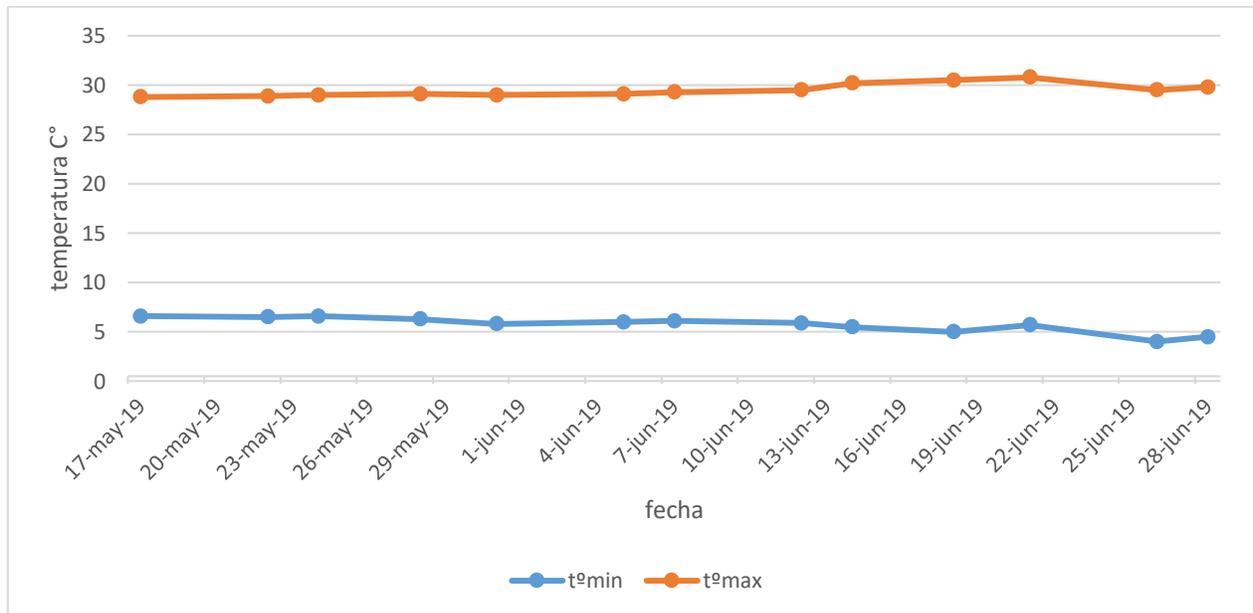
9no. Tasa de retorno marginal (%): Para hallar este valor se realiza una división entre el beneficio marginal con el costo marginal, para luego ponerlo en porcentaje.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Comportamiento agro climatológico**

De acuerdo a la investigación se vio necesario presentar datos climáticos dentro del almacigo, la cual tenía una construcción de una cama flotante (semillero) con una tapa de agro fil para atrapar el calor (ambiente semi controlado), así para ayudar a la germinación.

En la figura 5, se puede observar las temperaturas dentro del almacigo (invernadero a escala pequeña), el cual se encontraba dentro del Vivero Multipropósito.



**Figura 5.** Temperaturas tomadas dentro del almacigo (invernadero a escala pequeña)

Los datos de la temperatura dentro de dicho invernadero fueron bajas ya que justo en los finales del mes de junio se puede observar que la temperatura desciende a una mínima de 4C° dentro del semillero.

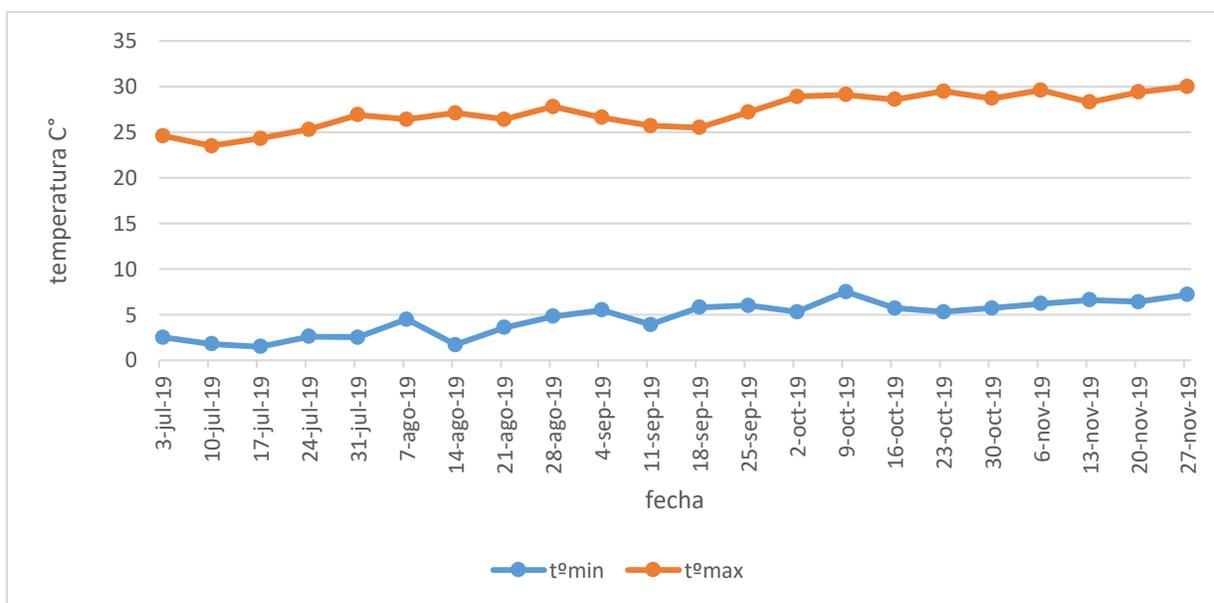
Las semillas forestales para llegar a romper la latencia deben mantenerse en temperatura constante de 20 C° es decir que no pueden tener una variación de temperatura brusca (Varela y Arana, 2011).

Es por esta razón de la que se vio necesario utilizar un invernadero a escala pequeña para ayudar a que no se congelen las semillas y afecte a latencia, ya que se pudo reducir el efecto de las temperaturas mínimas.

Por otro lado Dulfus y Slaughter (1980) mencionan que, la germinación es la absorción de agua (imbibición) a un rango de temperatura adecuada, es decir que no debe haber temperaturas bajas para que no afecte la germinación de la semilla, en este caso se sembró en invierno pero se hizo todo para aumentar las temperaturas así que no se tuvo

temperaturas muy bajas, y se le dio agua a todos los tratamientos por igualdad así para que no influya en los resultados de ninguna variable.

En el figura 6, se puede observar que se registró temperaturas bajas durante el mes de julio, la cual la temperatura mínima durante toda la investigación fue de 1,5C°, el cual en promedio se tenía 4,5°C, tomando en cuenta que estas temperaturas registradas fueron tomadas a las 8:00am y las temperaturas máximas a las 1:30pm. La cual dio como promedio 23°C Como se observa las temperaturas fueron tomadas después del embolsado es decir, después de la germinación.



**Figura 6.** Temperaturas registradas en el Vivero durante el periodo de estudio

La lúcuma se puede adaptar a climas fríos constantes, es decir que no puede tolerar un cambio de clima brusco, es por eso que se recomienda estar en climas de 5C° a 24C° en promedio (Gastón, 2013).

Respecto a lo que se menciona el hecho de que no hubo cambios bruscos de temperatura favoreció al desarrollo de las plántulas de lúcuma como se ve en la figura 6.

## 4.2. Variables agronómicas

### 4.2.1. Porcentaje de germinación

En la tabla 4, se puede observar el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en la cual nos da en la última columna (p-valor) en donde se puede ver \*\* lo cual indica que nos los datos dieron altamente significativo. El coeficiente de variación se puede observar en la parte de abajo dando un 19,05% lo cual significa que los datos son confiables ya que se encuentra en el rango aceptable.

**Tabla 4.**

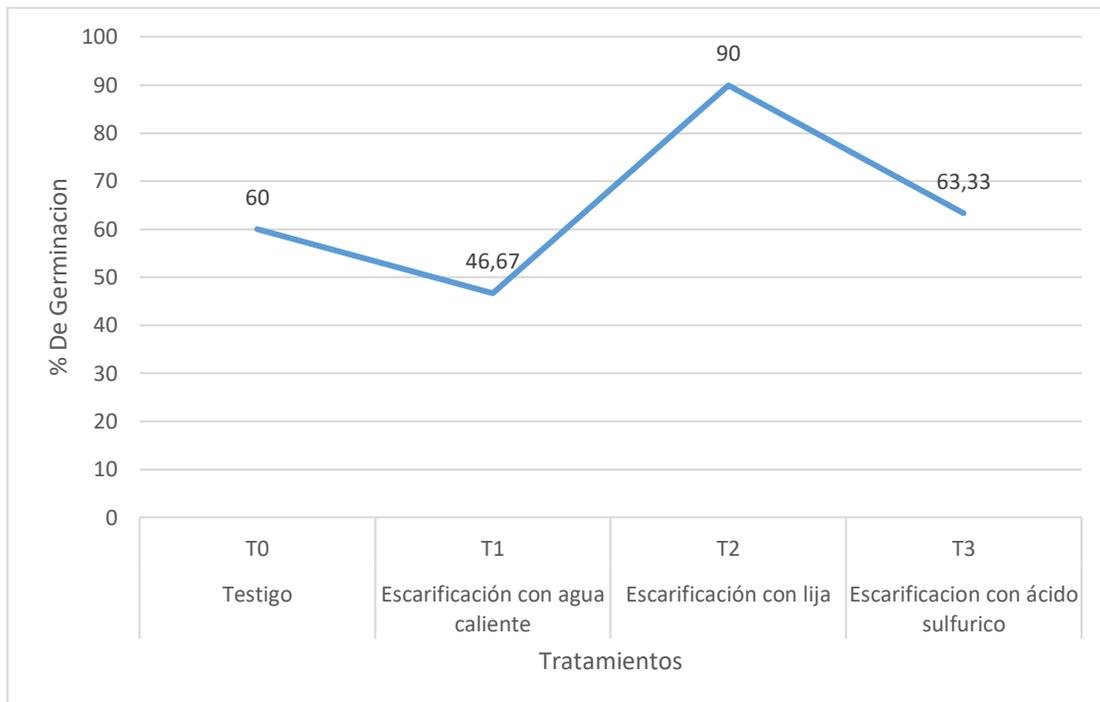
Análisis de varianza para el porcentaje de germinación

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	5933,33	3	1977,78	12,90	0,0001**
TRAT	5933,33	3	1977,78	12,90	0,0001**
Error	3066,67	20	153,33		
Total	9000,00	23			

**C.V.=19,05**

De acuerdo a nuestro análisis de varianza, interpretando el resultado nos sale que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados a la especie de lúcumo (*Pouteria lucuma (Ruiz & Pav.) Kuntze*), entonces se puede decir que los métodos que se aplicaron tuvieron influencia en el porcentaje de germinación.

En la figura 7, se observa el porcentaje de germinación en el eje "Y" y en el eje "X" se observa en los 3 tratamientos más el tratamiento 0 (testigo).



**Figura 7.** Porcentaje de germinación en la especie de lúcumo (*Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.)Kuntze)

En la figura 7. Se puede observar que el T3 y T0 tienen una semejanza estrecha en el porcentaje de germinación con un porcentaje de 63,33% y 60% a la vez se puede ver que el T2 (escarificación con lija) tiene un pronunciamiento ascendente notoriamente.

Mientras tanto que el tratamiento que desciende notoriamente es el (T1) escarificación con agua caliente con un 46,67% a punto de ebullición, quizá se deba al tiempo de aplicación en agua caliente, pues se corre el peligro de cocer la semilla por un calentamiento excesivo hasta matarla. (Fossati y Olivera, 1996).

En cuanto al método de escarificación con lija (T2) tiene un 90% de germinación ya que con la lija se llega a adelgazar a la testa y acelerar su rompimiento.

Con esta técnica se obtiene la hidratación e hinchamiento lo cual acerca a un aproximado del 100% de las semillas forestales (Willan, 1991).

En la tabla 5, se observan un análisis de las medias de la prueba Duncan, a un nivel de 5%, lo cual se vio necesario realizar la prueba ya que en dicho análisis de varianza nos

salió altamente significativo, como se observa nos salió tres niveles los cuales se representan con letras A, B y la C, los tratamientos que tienen la misma letra significan que entre esos tratamientos no existen diferencia significativa.

**Tabla 5.**

*Porcentaje de germinación para los tratamientos con la prueba Duncan.*

TRATAMIENTO	% GERMINACION	Duncan (5%)
T2 (escarificación mecánica)	90,00	A
T3 (escarificación química)	63,33	B
T0 (TESTIGO)	60,00	B C
T1 (escarificación física)	46,67	C

En la tabla 5, no existe diferencia entre los tratamientos 3(escarificación con ácido sulfurico) con el tratamiento 0 (testigo), quizá esto se debio a que el ácido sulfúrico debilita la estructura de la testa de la semilla según (Zambrano, 2018).

Como se usó el ácido sulfúrico en un porcentaje del 10% durante 10 segundos, quizá sea la causa para que tenga una similitud con el tratamiento 0 (testigo), ya que en otras investigaciones como ser la investigación de la evaluación de semilla de Toromiro se muestra cifras significativas actuando el ácido sulfúrico como un método de escarificación, remojándolo durante 30 minutos (Caro, 2008).

También podemos observar en la tabla 4 que no existe diferencia entre el tratamiento 1(escarificación con agua caliente) con el tratamiento 0 (testigo), en la investigación de la evaluación de seis especies forestales en uno de sus tratamientos pre germinativos nos muestra la utilización de agua caliente a 85°C durante 3 minutos sumergidos en el cual solo tuvo un bajo porcentaje de germinación con un 19,79%(Jiménez, 2014).

A pesar de que no hubo diferencia con el T0(testigo) tuvo un 46,67% lo cual es mayor a la investigación mencionada , quizá sea por la metodología que utilizo en la investigación

haciéndolo remojar por 24 horas, con una temperatura a punto ebullición la cual fue disminuyendo a medida que transcurría el tiempo.

#### 4.2.2. Porcentaje de emergencia

En la tabla 6, se puede observar el análisis de varianza del porcentaje de emergencia, en el cual en la última columna se puede ver que el (p-valor) esta con (\*\*) lo cual indica que el resultado de dicho análisis es altamente significativo.

En la parte de abajo podemos ver el coeficiente de variación (C.V.) con un 28,69% lo cual indica que los datos son confiables.

**Tabla 6.**

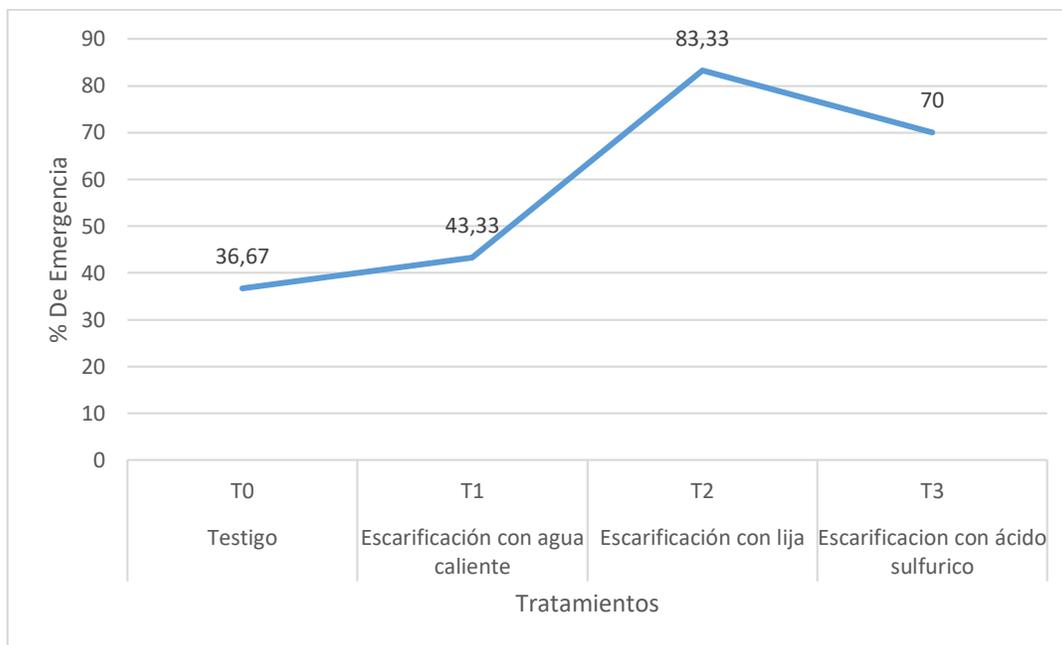
*Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	8733,33	3	2911,11	10,40	0,0002
TRAT	8733,33	3	2911,11	10,40	0,0002**
Error	5600,00	20	280,0		
Total	14333,33	23			

**C.V.=28,69%**

En el análisis de varianza en el porcentaje de emergencia como se puede observar en la tabla 6, existen diferencias altamente significativas para los tratamientos de los métodos de escarificación lo cual nos indica que influyo los tratamientos en el porcentaje de emergencia.

El la figura 8 se puede observar que en eje de y se encuentra el porcentaje de emergencia y en eje x se puede ver los tres tratamientos que se emplearon más el testigo (T0).



**Figura 8.** Porcentaje de emergencia de semillas del lúcumo por tratamiento

En la figura 8, se observa que el punto de ascendencia sucedió en el T2 (escarificación con lija), lo cual indica que al emplear la escarificación con lija existe mayor emergencia, con respecto a los tratamientos T1 (escarificación con remojo en agua) y T0 (testigo) sin embargo también se observa que se asemeja.

Para que llegue a emerger un plantín es necesario que contenga turba ya que la turba provee una buena capacidad de retención de humedad y una buena aireación, VIFINEX (2002), por ello se consideró un elemento principal en la preparación del sustrato tanto en el almácigo como en el embolsado, así para que los datos no varíen.

Después de que se trasplantaron se observó que después de los 17 días empezaron a emerger lentamente, es la razón por la cual se registraron datos de emergencia pasado 57 días después de la siembra, con los cuales se trabajó respectivamente

En la tabla 7, podemos observar la prueba Duncan la cual se vio necesaria ya que en dicho análisis de varianza nos salió altamente significativo, en esta tabla mencionada se puede ver en la última columna (Duncan a un nivel de 5%) que se presentan dos niveles los cuales son A y B.

**Tabla 7.**

*Porcentaje de emergencia para los tratamientos con la prueba de Duncan*

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>% Emergencia</b>	<b>Duncan (5%)</b>
T2 (escarificación mecánica)	83,33	A
T3 (escarificación química)	70,00	A
T1 (escarificación física)	43,33	B
T0 (TESTIGO)	36,67	B

En la tabla 7, se muestra las comparaciones de medias de los tratamientos, presentando un porcentaje de emergencia en el T2 (escarificación con lija) con un 83,33% no teniendo diferencia significativa con el T3 (escarificación química) con un 70,00% así mismo los entre los tratamientos T1 (escarificación física) y T0(testigo) tampoco se diferenciaron.

Como se puede observar en el porcentaje de germinación el T0(testigo) se encontraba en tercer lugar pero no se diferenciaba demasiado al T1(escarificación física) sin embargo en el porcentaje de emergencia ocurrió algo diferente, esto debido a: cuando la raíz absorbe agua el tallo comienza a emerger o salir de la semilla. (Rydall, 2015)

La germinación de la semilla de la especie de lúcumo es un proceso largo tardando aproximadamente de 45 a 70 días, lo cual este dato sería el tiempo de germinación debido a que la semilla tiene una testa dura. (Azurdía, 2006). Es por eso que después de que se tomaron los datos de la germinación.

Se ha observado que en muchos frutos maduros la semilla ya se encuentra germinada así mismo una semilla no permanece viable más de 14 días después de ser extraídas de fruto, considerando que son semillas recalcitrantes (Jara, 1997). Por ello en el momento de seleccionar las semillas se tomó en cuenta este detalle, para uniformizar en la investigación se tomó en cuenta todas las muestras ya que se vio que después de que se tomaron los datos de la germinación se vio que pasado 15 días seguían germinando.

### 4.2.3. Determinación de la altura de las plántulas

En la tabla 8, se puede observar el análisis de varianza para la altura de plántulas, al realizar este análisis el (p-valor) la cual se encuentra en la última columna se ve (\*\*)lo que significa altamente significativo. En la parte inferior se puede ver el coeficiente de variación (C.V.) con un valor de 4,07%lo cual nos indica que los datos son confiables ya que se encuentra en el rango de aceptación.

**Tabla 8.**

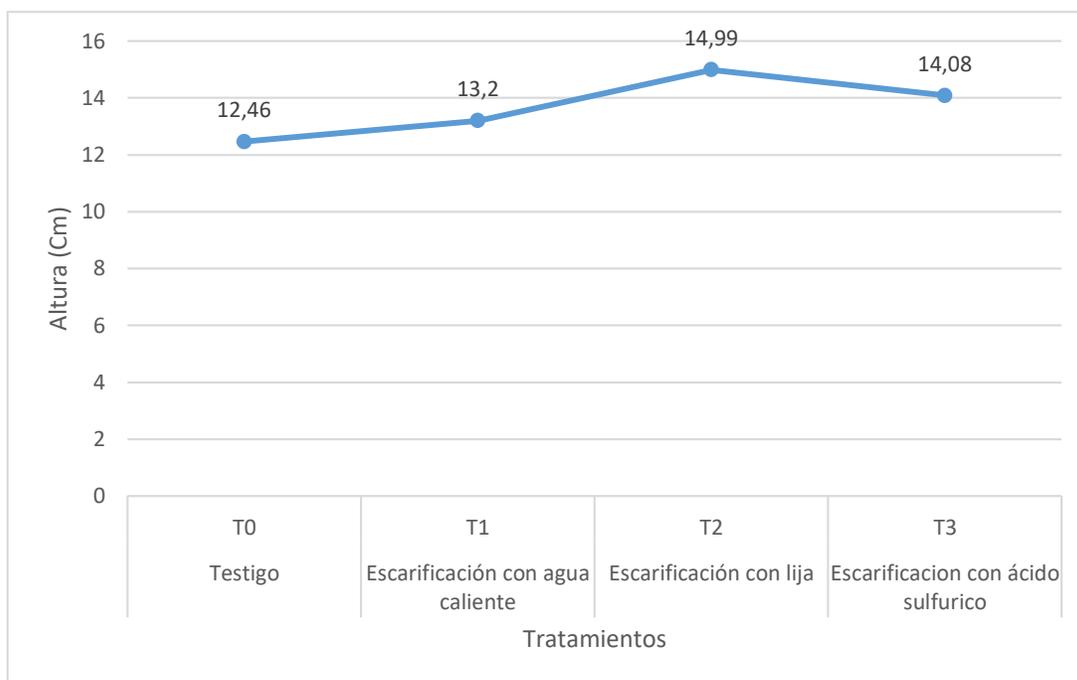
*Análisis de varianza para la altura de las plántulas.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	21,66	3	7,22	23,27	< 0,0001**
TRAT	21,66	3	7,22	23,27	< 0,0001**
Error	6,21	20	0,31		
Total	27,86	23			

**C.V.=4.07%**

Los resultados que se muestran en la tabla 6, del análisis de varianza para la altura de las plántulas, nos indica que si existe diferencia entre tratamientos es decir que hay algún método de escarificación tiene diferente comportamiento en promedio influyeron en el crecimiento de dichas plántulas.

En la figura 9, se puede observar que en eje Y se encuentra la variable altura de plántula en (cm.) y en el eje X se observa que se encuentra los diferentes tratamientos.



**Figura 9.** Altura en (cm) de las plántulas de lúcumo.

En la figura 9, se observa que en el crecimiento del tratamiento con escarificación con lija tiene más centímetros, mas a lo contrario ocurre con el T0(testigo), el cual es el punto que desciende en la gráfica, y los otros dos puntos se ven semejantes es decir que si aplicamos T1 (escarificación con agua caliente) no habría mucha diferencia en aumentar la altura comparado con los otros dos tratamientos T0 (testigo) y T3(escarificación con ácido sulfúrico), lo cual se diría que esto sucedido por la aceleración en su emergencia.

Loyaga, 2017, señala que el crecimiento de la planta de lúcumo es lenta, como se pudo observar en la investigación, aproximadamente pasó 5 meses para que se aproximen a 15 cm de altura.

Para un mejor crecimiento de la planta de lúcumo es necesario darle una buena profundidad. (Díaz, 2018), quizá sea la razón porque tardo en crecer.

En la tabla 9, se puede observar la prueba de comparación de medias de la altura de plántulas por Duncan para los diferentes tratamientos.

**Tabla 9.***Prueba Duncan de las alturas para los diferentes tratamientos*

TRATAMIENTO	Altura de plantas en (cm)	Duncan (5%)
T2(escarificación con lija)	14,99	A
T3 (escarificación química)	14,08	B
T1 (escarificación con agua caliente)	13,20	C
T0 (TESTIGO)	12,46	D

El tabla 9, muestra comparaciones mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, mostrándose la existencia de diferencias en alturas, como en el tratamiento 2 (escarificación con lija) que presenta una altura promedio de 14,4 cm, relativamente mayor al de (escarificación con ácido sulfúrico) que posee una altura promedio de 14,08 cm y los otros dos tratamientos siendo similares con 13,20 y 12,46 cm no existiendo mucha diferencia entre altura.

#### 4.2.4. Determinación del diámetro del tallo

En la tabla 10, se muestran los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro de tallo de las plántulas.

**Tabla 10.***Análisis de varianza para el diámetro de tallo en las plántulas.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	3	0,03	0,12	0,9450
TRAT	0,08	3	0,03	0,12	0,9450(NS)
Error	4,33	20	0,22		
Total	4,41	23			

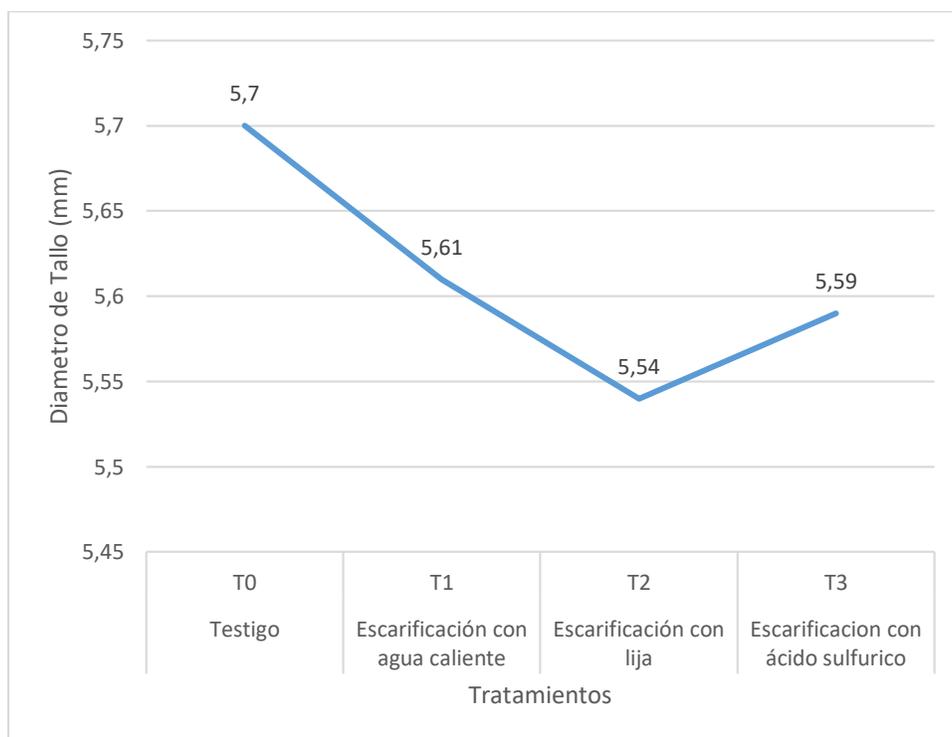
**C.V.=8,30%**

Con un coeficiente de variación de 8,30 % indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

En la tabla 10, del análisis del análisis estadístico para el diámetro de tallo de plántula, se determinó que no existen diferencias significativas entre los los tres tratamientos mas el testigo.

En la tabla 10, se puede observar que no hay diferencia en el diámetro de tallo, no se veía necesario realizar un cuadro de comparaciones sin embargo se realizó para observar que no hay diferencia en ningún tratamiento.

En la figura 10, refleja los datos del diámetro de tallo de plántula en promedio en milímetros.



**Figura 10.** Diámetro de tallo de plántula en promedio

En la figura 10, se muestran la comparación de promedio en el diámetro de tallo que existe una diferencia mínima como se observa en el T0 (testigo) que tiene un promedio de diámetro de tallo de 5,70 mm que es mayor a los demás tratamientos , sin embargo la diferencia es mínima lo cual no es significativo.

En la investigación se ha observado que el tallo de lúcumo se parece al tallo de la palta, el cual es una planta que primero llega a crecer, a dar follaje y por último gana un poco de engrosamiento de tallo, cuando se llega a esa etapa es donde se puede realizar una poda en la cual todos sus nutrientes vayan hacia el tallo y no así en su crecimiento. (Bernal, 2008).

De acuerdo al análisis de varianza como se muestra en el tabla 6, no existe diferencias entre tratamientos, lo cual nos da a entender que ningún método de escarificación afecto a la variable diámetro de tallo.

En cuanto a nuestro coeficiente de variabilidad tuvo un resultado de 8,30% el cual se encuentra por debajo de 30%, entonces nuestros datos son confiables. (Calzada, 1970). La especie de lúcumo según Azaña (2019). Indica que sus temperaturas para su mejor crecimiento deben ser propias de una región del valle, para su mejor desarrollo debe estar a temperatura de 14 a 27°C, no soporta cambios de clima bruscos, tienen que ser climas constantes, sin embargo las temperaturas q se registraron fueron bajas por la época sembrada la cual influyo en el retarda miento de crecimiento

#### 4.2.5. Determinación del número de hojas

En la tabla 11, se muestran los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable número de hojas en las plántulas.

**Tabla 11.**

*Análisis de varianza para el número de hojas en las plántulas*

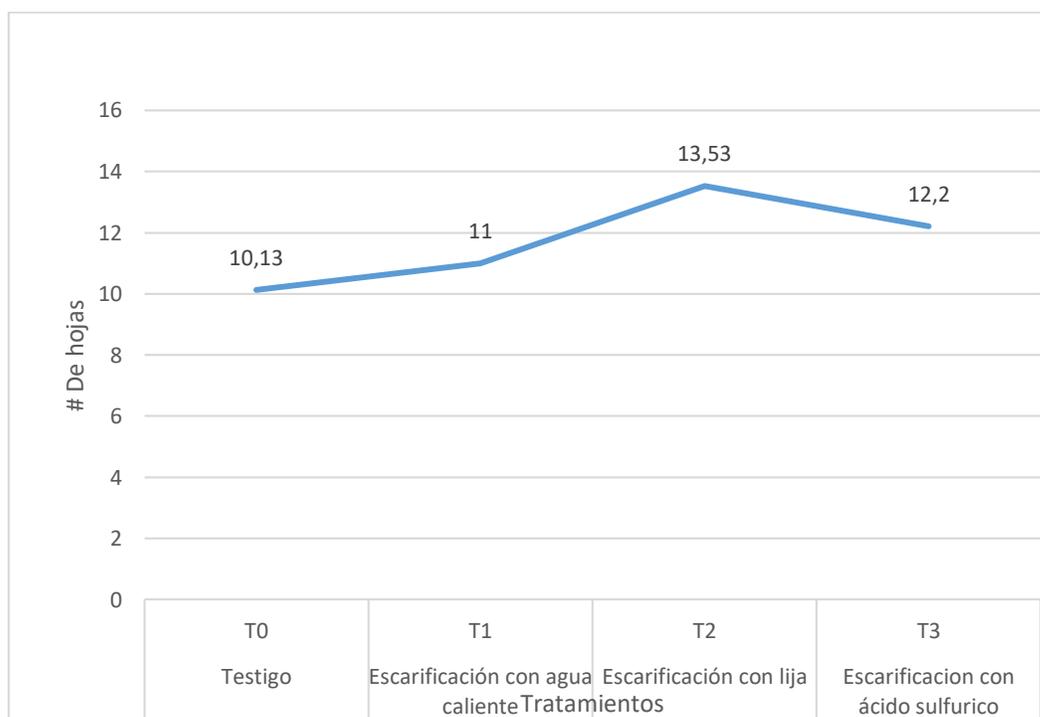
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	39,33	3	13,11	26,57	<0,0001
TRAT	39,33	3	13,11	26,57	<0,0001**
Error	9,87	20	0,49		
Total	49,19	23			

**C.V.=5,99**

El Análisis de Varianza para el número de hojas que se muestra en la tabla 9, con relación al número de hojas por plántula de la lúcumo (*Pouteria lúcumo (Ruiz & Pav.) Kuntze*), presenta; un Coeficiente de Variación de 5,99 % lo cual nos indica que los datos son confiables. Así mismo en el ANVA indica que hubo una alta significancia (\*\*) en la variable número de hojas a diferentes tratamientos.

Durante la investigación se observó que al inicio de la emergencia presenta dos hojas no verdaderas, posteriormente se desarrollan las hojas verdaderas. El intervalo de tiempo en la aparición de nuevas hojas verdaderas dura entre 15 a 20 días, entonces se establece que a los 4 meses la altura máxima que se registro es de 17cm con 15 a 16 hojas verdaderas lo cual ocurrió con la escarificación con lija.

El la figura 11, refleja lo datos del número de hojas de plántula en promedio, presentando un eje X (tratamientos) y un eje Y (número de hojas).



**Figura 11.** Hojas de las plántulas de lúcumo según cada tratamiento

En la figura 11, se puede observar que el T2 tiene mayor número de hojas seguido por los demás tratamientos gradualmente como se los observa, por lo cual se dice que el tratamiento 2 (escarificación con lija) tuvo efecto favorable en el número de hoja.

Jara (1996) menciona que, para muchas especies, las reservas alimenticias se pueden agotar después de 7 días de la emergencia de la plántula, y cualquier desarrollo posterior de la plántula, dependerá de la fotosíntesis .entonces tener un mayor número de hojas favorece al desarrollo de la plántula

En la tabla 10, se presenta el promedio de número de hojas por plántulas de lúcumo por Tratamiento (métodos de escarificación) así como la prueba de Duncan (5%) donde el tratamiento T2 (escarificación con lija) demuestra mejor promedio de numero de hojas con 13 hojas, con respecto a los demás tratamientos.

En la tabla 12, se observa la prueba Duncan al 5% es decir se ve efecto especifico que tuvo los tratamientos en el número de hojas.

### **Tabla 12**

*Promedios de número de hojas para diferentes tratamientos*

TRAT	Numero de hojas	DUNCAN (5%)
T2 (escarificación mecánica)	13,53	A
T3 (escarificación química)	12,20	B
T1 (escarificación física)	11,00	C
T0 (TESTIGO)	10,13	D

Como se observa en la tabla 12, que existen diferencias en todos los tratamientos la razón de estos resultados es la altura de planta ya que se observaba las diferencias entre alturas de cada tratamiento. Entre estas se destaca T2 (escarificación con lija) teniendo un promedio de 13 hojas.

En la investigación con la plántula Toromiro la altura de planta va relacionado de manera ascendente y positiva con el número de hojas aplicando el ácido sulfúrico durante 30 minutos al 10 % (Caro, 2008).

## 5. COSTOS

Para obtener el presupuesto parcial se calculó el beneficio bruto, beneficio neto, tasa de retorno marginal, costos variables de los tratamientos, todos los cálculos fueron llevados a una hectárea como lo recomienda el método de análisis económico propuesto por el (CIMMYT, 1988).

**Tabla 13.**

*Análisis económico por el método de presupuestos parciales*

Tratamiento	rendimiento medio pl/ha	rendimiento ajustado pl/ha	beneficio bruto Bs./ha	costo variables Bs./ha	beneficio neto Bs./ha
T0	58510	52659	631908	961702,13	-329794,1
T1	90425	81383	976595,76	969680,85	6914,91
T2	154255	138829	1665957,72	980319,14	685638,58
T3	127659	114893	1378723,56	1201063,83	177659,73

En la tabla 13, se muestra el presupuesto parcial para todo el ensayo donde en la primera columna están 4 tratamientos utilizados.

La segunda columna muestra el rendimiento medio de los plántulas obtenido para cada tratamiento donde se puede apreciar que existe un mayor rendimiento en el tratamiento T2 con un rendimiento de 138829,81 pl/ha.

En la tercera columna se observa el rendimiento ajustado donde se realiza un ajuste de rendimiento medios para todos los tratamientos es así que se ajustó a un 15% de decremento al rendimiento observado con el fin de eliminar la sobre estimación de la investigación y reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y un agricultor los

cuales siempre van a ser superiores a los de este, de acuerdo a las recomendaciones del (CIMMYT, 1988).

La cuarta columna, presenta los beneficios brutos de campo que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta de una unidad de plantin en la Ciudad de La Paz tomando en cuenta Bs. 12 por planta, siendo el tratamiento 2 el que tiene mayor beneficio bruto seguido por el tratamiento 3.

En la quinta columna podemos apreciar el total de los costos para cada tratamiento y la sexta columna donde puede observar que el máximo beneficio neto se lo obtuvo a partir del tratamiento 2 que logro un beneficio neto de 685638,58Bs/ha.

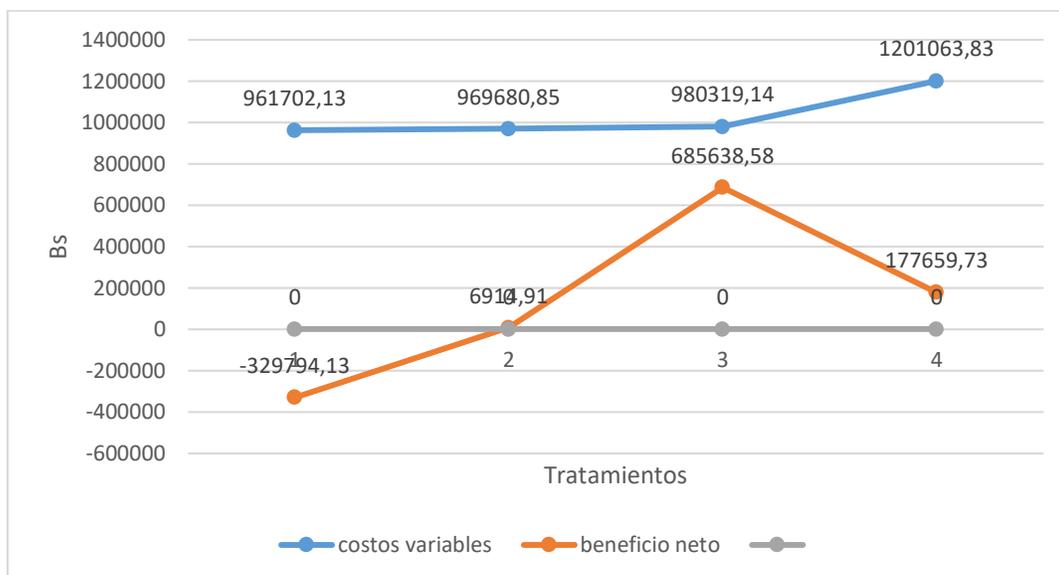
**Tabla 14.**

*Análisis de Dominancia*

Tratamiento	Costos variables Bs./ha	beneficio neto Bs./ha	Dominancia
T0	961702,13	-329794,13	Dominado
T1	969680,85	6914,91	Dominado
T2	980319,14	685638,58	No dominado
T3	1201063,83	177659,73	Dominado

De acuerdo con la tabla 14, se logró seleccionar los tratamientos de acuerdo al criterio propuesto por el CIMMYT (1988), el mismo indica que, un tratamiento es dominado cuando se tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Mediante el análisis de presupuestos parciales se comparan alternativas de producción con los métodos tradicionales del agricultor, si el beneficio neto permanece igual o disminuye, la nueva tecnología debe ser rechazada porque no es más rentable que la del agricultor.



**Figura 12.** Curva de los beneficios netos

En la figura 12, se puede observar que los tratamientos no dominados, es decir con mayor beneficio neto y menor costo a comparación del (T3), resultó el tratamiento 2.

Los tratamientos dominados, indica que económicamente no son viables para su adopción, pero técnicamente es viable hacer uso de los tratamientos: T0, T1 y T3. Se observó que el tratamiento 0 tuvo un menor costo de producción, sin embargo no tiene un mayor beneficio neto lo cual le hace ser dominado.

**Tabla 14.**

*Análisis marginal de costos variables*

Tratamiento	costo variable Bs./ha	costo marginal Bs./ha	beneficio neto Bs./ha	beneficio marginal Bs./ha	Tasa de retorno marginal (%)
T2	980319,14	220743,86	685638,58	507978,85	230,12
T3	1201063,83		177659,73		

En la tabla 15, se puede observar la tasa de retorno marginal indica lo que se puede esperar ganar o perder en promedio con una inversión, cuando se decide cambiar una práctica por otra.

Se toma en cuenta los mejores comportamientos en términos de emergencia y crecimiento de los plántulas respecto a los demás tratamientos, mediante el cual se puede observar que, la tasa de retorno marginal de optar por el tratamiento T2 (escarificación con lija) en lugar del tratamiento T3 (escarificación con ácido sulfúrico), ya que se obtuvo 230,12%, esto significa que por cada boliviano invertido de elegir el T2 en lugar del T3, el agricultor puede esperar recuperar el boliviano invertido y obtener 2,3 bolivianos adicionales.

## 6. CONCLUSIONES

- La combinación de sustrato 1:2:2 (tierra negra, arena y turba), favoreció la investigación, por la textura ligera y el hecho de mantener el almácigo a capacidad de campo.
- El método de escarificación óptimo para el porcentaje de germinación de las semillas de lúcumo, fue el T2 (escarificación con lija) puesto que obtuvo los mejores resultados en 45 días con un 90% de germinación, seguida por el T3 (escarificación con ácido sulfúrico) con un 63,33%, T0 (testigo) con 60% y por último la T1 (escarificación con agua caliente) con 46,67%.
- En el porcentaje de emergencia se pudo observar que el T1 (escarificación con agua caliente) con un 43,33% resulto ser mejor que el T0 (testigo) con un 36,67% se, sin embargo tanto en germinación como en emergencia el T2 siguió siendo el mejor con un 83,33% de emergencia.
- En cuanto al desarrollo del tallo no se vio significancia ya que la diferencia entre los diámetros de tallos de cada tratamiento su diferencia es mínima, puesto que es un frutal el crecimiento es mucho más lento.
- En la altura de planta el mejor tratamiento fue el T2 (escarificación con lija) 14,99cm seguida por los demás tratamientos.
- En el número de hojas al igual que las demás variables de respuesta el T2 (escarificación con lija) tuvo el mejor resultado con 14 hojas.
- En la evaluación de costos parciales el tratamiento T2 (escarificación con lija) el cual obtuvo el valor más alto en beneficio neto de 685638,58Bs/ha, en comparación con los demás tratamientos.

Finalmente concluimos que según la evaluación realizada en el presente trabajo de investigación, la hipótesis: No existen diferencias en el desarrollo de la especie de lúcumo desde la siembra aplicando los tres métodos de escarificación. Lo cual se afirma que se rechaza la hipótesis nula.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar en las siguientes propuestas:

- Realizar más investigaciones que permitan acelerar el Porcentaje de germinación y el desarrollo rápido de las plántulas, en la especie de (*Pouteria lucuma*(Ruiz & Pav.)*kuntze*) para las zonas aptas del departamento de La Paz.
- Se sugiere estudiar el comportamiento de la emergencia de plántulas con la aplicación de otros tratamientos que ayuden a la ruptura de la dormancia de las semillas.
- Se podría realizar estudios en el comportamiento de la especie de lúcumo después de los 15 cm de altura a campo abierto así mismo para probar densidades de siembra para su mejor desarrollo.
- Realizar investigaciones en la producción de su fruto (industrialización, comercialización) en La Paz, Bolivia, por ser una especie que se adapta a cabeceras de valle.
- Además de ser más específicos en la escarificación con agua caliente con los tiempos de sumersión, para observar si el tiempo de remojo influencia en la germinación de la semilla de lúcumo.
- Finalmente, se recomienda hacer estudios sobre las enfermedades que afectan a las plántulas en crecimiento de la especie de lucuma.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, N. (2013). *Métodos de desinfección de sustrato para en control de dampig-off en semillero de teca (Tectona grandis linn f.)bajo invernadero de la empresa seragroforest* (tesis de grado) Escuela de ingeniería forestal. Riobamba-Ecuador. 38p.
- ALVARADO, M. Y SOLANO, J. (noviembre, 2002). Producción de sustratos para viveros. Trabajo presentado en el Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional-VIFINEX, Costa Rica.
- ALI, J. (18 de febrero de 2014) escarificación mecánica de semilla de lúcuma [Archivo de video].Recuperado de <http://youtu.be/04aDfhll6cs>
- ARGUEDAS, M. (1997) Plagas de semillas forestales en América Central. Serie nº25. Turrialba-Costa Rica. CATIE. 15p.
- ARROYO, E. (2014). Tratamientos físicos, químicos y mecánicos para romper la latencia en semilla de *Atriplex Nummularia* bajo condiciones de laboratorio e invernadero. (tesis de maestría). Universidad Autonoma Agraria “Antonio Narro”,Mexico.
- AZAÑA PADILLA, J. (2019).rendimiento del cultivo organico de siete variedades de lucumo (Pouteria lúcuma) en santa –acas (tesis de maestría). Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú. Recuperado de [repositorio.unjfsc.edu.pe](http://repositorio.unjfsc.edu.pe).
- AZURDIA, C. (2006). *tres especies de zapote (Pouteria campechiana,sopota,lucuma)*. Chile: Universidad de Southampton. p10.
- BARAONA, M. (2000). *Fruticultura general*, Costa Rica:EUNED.p15.
- BARTOLOMÉ, J; VEGA, I. (2001). El buen sembrador: Manual de producción ecológica de plantas forestales autóctonas. Madrid – España. WWF/Adena. 32 p.
- BERNAL, ET AL. (2008)Tecnología para el cultivo de aguacate. Colombia: produmedioscolombia. recuperado 2008<https://books.google.com.bo>

- BIBILONI, J. (25 de febrero de 2012). Lúcumo del Perú, un regalo de las Andes [Entrada de blog]. Recuperado de : [jardín-mundani.blogspot.com/2012/02/lucumo-del-peru-un-regalo-de-los-andes.html?m=1](http://jardín-mundani.blogspot.com/2012/02/lucumo-del-peru-un-regalo-de-los-andes.html?m=1)
- BONNER, R. y GALSTON, W. (1973). Principios de fisiología. Trad. Del inglés por Federico Portillo. 5 ed. Madrid, Aguilar. 485 p.
- BORBOR, M. M. (2017). Variación morfológica y molecular de la lúcuma (*Pouteria lúcuma*) y su contribución al manejo sustentable de los huertos de Yautan y Laredo (tesis doctoral). Universidad Nacional Agraria “La Molina”, Lima-Peru.
- BORGA, S. Y ZEHNDER, R. (2007). Administración de una empresa agropecuaria. *Revista agromercados*, 10(1). 20p. Recuperado de <http://www.revistas.agrobit.com>
- CASSERES, E. (1984). Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura. San José, Costa Rica. p. 180 – 193.
- CARO, B. G. (2008). Escarificación química en ácido sulfúrico con tratamiento pregerminativo para semillas de toromiro (*Sophora tomiro*). *Ciencia e Investigación Forestal*, 111-118.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México D.F. 79 p.
- CRUZ, S. (11 de octubre de 2009) fruto de lúcumo. [Entrada de blog]. Recuperado de [frutolucumo.blogspot.com](http://frutolucumo.blogspot.com).
- CRUZ, D. (2007). La semilla. Información proporcionada en la materia de germoplasma nativo (en fotocopias). La Paz –Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés, Facultad de Agronomía. 7 p.
- DIAZ, F. (2010, 17 DE NOVIEMBRE). Desinfección del natural del suelo. Recuperado de <http://www.abc.com.py/articulos/desinfeccion-natural-del-suelo-185811.html>

- DE LA CUADRA, C. (1993). Germinación, latencia y dormición de las semillas. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Instituto nacional de reforma y desarrollo agrario. Dirección general de infraestructuras y cooperación. Madrid - España. 4-10pp
- D´AUBETERRE, R. Y GARCIA , J.(2002). Efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de tres especies del genero *Prosopis* ,*revista científica* , vol 17,n.2,575-577p.
- DIAZ, L. (2018). La lúcuma “oro de los incas”, a conquista de la agricultura española. Consultado 12 de agosto de 2018. Disponible en: <http://youtu.be/04aDfhll6cs>.
- DULFUS, C. Y SLAUGHTER, C. (1980). Las semillas y sus usos. 1 ed. AGT Editor S.A. 188p.
- FOSSATTI, J; OLIVERA, T. (1996). Programa de repoblamiento forestal: tratamientos pre germinativos. Cartilla nº 3. Cochabamba - Bolivia. COTESU. 2 - 7p.
- FOSSATI, J. OLIVERA T. (2010). Programa de redoblamiento – forestal. Prefectura Inter. – cooperación. COSTESU. Sustratos en viveros forestales. Cochabamba. 11 p.
- FIGUEROA, J. (2011). Lucuma (*Pouteria lucuma*). *Revista agronomía para todo el tiempo*, 21(2), 22p. Recuperado de <http://www.revistas.agronomoglobal.com>
- FRANK, O. (15,OCTUBRE DE 2020). Calculos de rentabilidad agrícola. [Entrada de un blog]. Recuperado de <http://agrospray.com.ar/blog/calculo-de-rentabilidad-agricola/>
- GASTON, J. (2013). Distribución de la plántulas y germinación de las semillas del lúcumo chileno (*Pouteria splendens*) en Los Molles, Chile. *Revista chilena de historia natural* ,86(2), p.6. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/119694>

- GLADYS FERNANDEZ, M. J. (1996). *fisiología vegetal experimental*. Costa Rica: IICA. 90p.
- GUZMAN, W. (2000). Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa*) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos de la zona de Cota Cota – La Paz. Tesis de grado para Optar al título de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 23p.
- <https://www.ecoagricultor.com/fases-lunares-huerto/>
- HUCHANI, M; CARVAJAL, M. (2005). Conservación de suelos y fertilidad: Producción de plántulas forestales. Serie agricultura sostenible nº 1. La Paz Bolivia. CIPCA. 37 p.
- HERRERA, J. (2006). germinacion y crecimiento de la planta. En E. Villalobos, *fisiología de la producción de los cultivos tropicales* . Costa Rica: CIP.p.19-18
- JARA, N. (1996) Biología de las semillas agroforestales. Serie nº36. Turrialba-Costa Rica. CATIE. 20-25pp.
- JARA, F. (1997) secado , procesamiento de semillas forestales CATIE Turrialba-COSTA RICA.107-108 SERIENº24
- JIMÉNEZ, E. (2004). Sistema de Escarificación de Semillas de Tagua (*Phytelphas aecuatorialis*) para mejorar la germinación. Revista tecnológica. Recuperado de [www.rtp.espol.ec](http://www.rtp.espol.ec).
- LEÓN, JORGE (ENERO DE 2000). *Botánica de los Cultivos Tropicales* (Tercera edición). San José, Costa Rica: Editorial Agroamérica. p. 177.
- LOPEZ, G. (2003). Revista de ciencias agrícolas. Influencia de la luz sobre la germinación de las semillas, 4(2). 6p. Recuperado de <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1969>
- LOYAGA, E. (2017, mayo 31).crecimiento de las semillas de lúcuma. Recuperado <http://youtu.be/04aDfhll6cs>

- MEJIA, M. (2016). Pouteria lúcuma [Prezi]. Recuperdo de [https://prezi.com/r\\_awnxicspm5/](https://prezi.com/r_awnxicspm5/)
- MORENO, P. (1996). Vida de Granos y Semillas. Fondo de Cultura Económica ,México.
- MOREIRA, Q. [biojardin]. (2018,septiembre 30).Como desinfectar el sustrato [Archivo de video]. Recuperado de [http://youtu.be/hmCW8\\_0QqQE](http://youtu.be/hmCW8_0QqQE)
- NANCY ACOSTA ENCISO, A. L. (2003). El cultivo de la papaya en el piedemonte llanero. Colombia: Corpoica.7p.
- ORTEGA, A. (2015). Ficaya emprende. *Propagación de Puuteria lucuma o. ktze*, 1(4), 50p.
- PALACIOS, M. (14 de abril de 2015).23 frutas exóticas que debes probar en santa cruz: El Deber. Recuperado de <http://www.google.com.bo/amp/s/www.eldeber.com.bo>.
- PAUCAR, L. (2020). Scielo Peru agraria. *Propiedades de la lucuma (Pouteria lucuma)*, 10(1), 39-45p. doi:10.17268/sci.agropecu.2020.01.15.
- POSADA, J. S. (2005). *fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- PORTAL FRUTICOLA. (2018). El lúcumo como el cultivo del árbol que produce el oro de los incas. Recuperado de <http://www.portalfruticola.com>
- QUISPE, P. (2003) Rendimiento de cebada y avena como forraje verde hidropónico en relación a la densidad de siembra en carpa solar. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz. Bolivia. p, 67.
- QUINTANA, R. Y MENACHO,L.M.(2020)Lucuma (*Pouteria lucuma*):Composición ,componentes bioactivos, actividad antioxidante, usos y sus propiedades beneficiosas para la salud. *Scientia Agropecuaria*, vol. 11,n.1,135-140p.
- RIDALL, D. (2015). *El proceso de emerger*. Barcelona-España: grano de mostaza.11p.

- RODRÍGUEZ. M. (2000) Morfología y Anatomía Vegetal. 3 ed. Cochabamba-Bolivia. Imprenta Colorgraf. 508 p.
- SALAZAR ,J.M.(2019).*Identificación preliminar de fitoconstituyentes en el extracto etanólico de semilla de Pouteria lucuma (lúcuma) procedentes del distrito de Chalaco en al provincia de Morropon en el departamento de Piura* (tesis de grado).Universidad Maria Auxiliatura, Lima-Perú. 15p.
- SIERRA, J. (2005). *fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- SENAMHI. (2009). Boletín climatológico, Climatológico. Consultado el 22 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.senamhi.gov.bo/meteorologia/climatologia.php>
- TORRE, D. M. (2011). 2da partes del proyecto de Harina de Lucuma. Lima-Peru:Danuvio
- VASQUEZ, U.P. (20 de Abril de 2007). Producción de lúcuma en el Peru. <http://m.monografias.com>
- VALERA, S. Y ARANA, V. (2011). Silvicultura en vivero. *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos, (3) ,10p.*
- VILLANUEVA, (1995). Tratamientos pre germinativos aplicables a semillas forestales y frutales, proyecto FAO-Holanda, Desarrollo comercial en Altiplano Bolivia. La Paz- Bolivia. 24-25p.
- VIFINEX .2006“Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en cultivos de Exportación No tradicional”. 2002. Producción de sustratos para viveros.Costa Rica. República de China – OIRSA. 47 p.
- WILLAN, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Roma – Italia

- ZAMBRANO, A. J. (2018). Superación de la latencia en semilla de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Peru.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Memoria de cálculo de ANVA

Tabla 1. Análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación

Nueva tabla\_1 : 27/02/2020 - 04:41:54 p.m. - [Versión : 22/09/2014]

#### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
% de germinacion	24	0,66	0,61	19,05

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	5933,33	3	1977,78	12,90	0,0001
TRAT	5933,33	3	1977,78	12,90	0,0001
Error	3066,67	20	153,33		
Total	9000,00	23			

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

Error: 153,3333 gl: 20

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T2	90,00	6	5,06	A
T3	63,33	6	5,06	B
TO (TESTIGO)	60,00	6	5,06	B C
T1	46,67	6	5,06	C

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

Tabla 2. Análisis de varianza de la variable porcentaje de emergencia

Nueva tabla\_1 : 29/02/2020 - 10:41:09 p.m. - [Versión : 22/09/2014]

#### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
%Emergencia	24	0,61	0,55	28,69

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	8733,33	3	2911,11	10,40	0,0002
TRAT	8733,33	3	2911,11	10,40	0,0002
Error	5600,00	20	280,00		
<u>Total</u>	<u>14333,33</u>	<u>23</u>			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 280,0000 gl: 20

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T2	83,33	6	6,83	A
T3	70,00	6	6,83	A
T1	43,33	6	6,83	B
<u>T0 (TESTIGO)</u>	<u>36,67</u>	<u>6</u>	<u>6,83</u>	<u>B</u>

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

### Tabla 3. Análisis de varianza de la variable altura de planta

Nueva tabla\_1 : 22/02/2020 - 08:44:26 a.m. - [Versión : 22/09/2014]

### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>ALTURA (cm)</u>	<u>24</u>	<u>0,78</u>	<u>0,74</u>	<u>4,07</u>

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	21,66	3	7,22	23,27	<0,0001
TRATAMIENTO	21,66	3	7,22	23,27	<0,0001
Error	6,21	20	0,31		
<u>Total</u>	<u>27,86</u>	<u>23</u>			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3103 gl: 20

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T2	14,99	6	0,23	A
T3	14,08	6	0,23	B
T1	13,20	6	0,23	C

T0 (TESTIGO) 12,46 6 0,23 D

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

#### Tabla 4. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo

Nueva tabla : 26/02/2020 - 07:14:25 p.m. - [Versión : 22/09/2014]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
diámetro(mm)	24	0,02	0,00	8,30

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	3	0,03	0,12	0,9450
TRAT	0,08	3	0,03	0,12	0,9450
Error	4,33	20	0,22		
Total	4,41	23			

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

Error: 0,2167 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.
T0 (TESTIGO)	5,70	6	0,19 A
T1	5,61	6	0,19 A
T3	5,59	6	0,19 A
T2	5,54	6	0,19 A

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

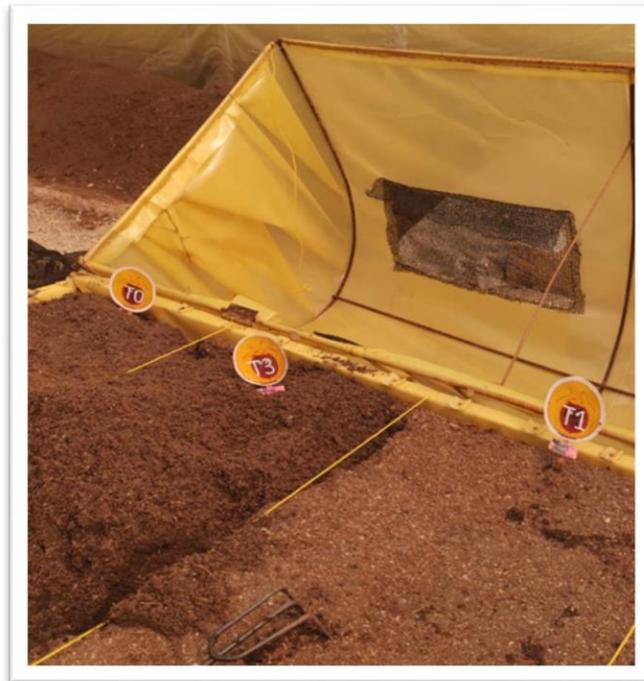
## Anexo 2. Archivo fotográfico



Fotografía 1. Preparación para la desinfección del sustrato



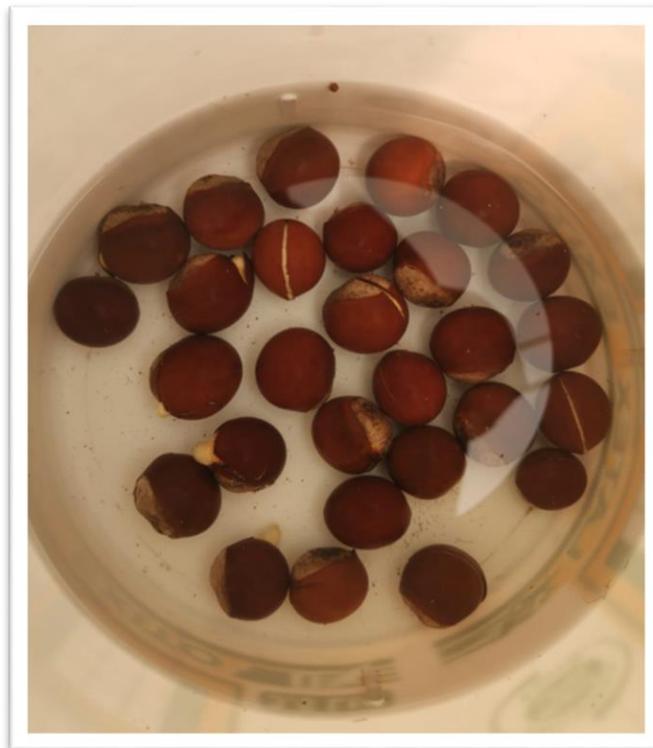
Fotografía 2. Tapado superficial de las semillas



Fotografía 3. Sacado de las semillas del almácigo



Fotografía 4. Lijado de la semillas



Fotografía 4. sumersión de las semillas en agua



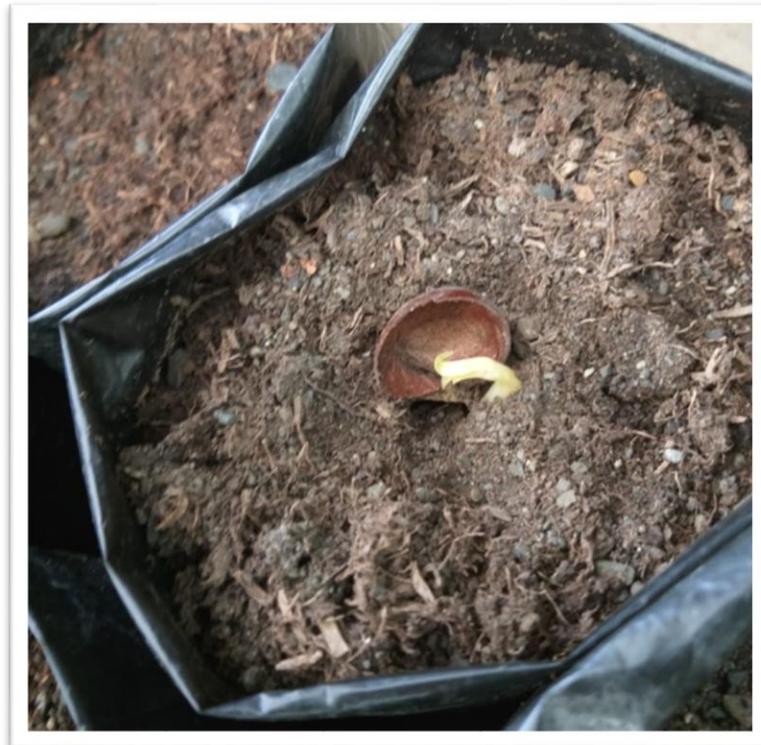
Fotografía 5. Ruptura de la testa de la semilla



Fotografía 6. Etapas de la germinación



Fotografía 6.transplante de la semilla



Fotografía 7.emergencia de las primeras hojitas



Fotografía 8. Crecimiento del plantin de lucumo



Fotografía 9. Plántulas de la tesis



Fotografía 10. Riego de las plántulas de lúcumo



Fotografía 11. Toma de datos de la variable altura de planta

### Anexo 3. Registro de temperatura

planilla de datos tomados de la temperatura dentro del mini invernadero(almacigo)			
	Fecha	t°min	t°max
<b>Mayo</b>	17	6,6	28,8
	22	6,5	28,9
	24	6,6	29
	28	6,3	29,1
	31	5,8	29
<b>Junio</b>	5	6	29,1
	7	6,1	29,3
	12	5,9	29,5
	14	5,5	30,2
	18	5	30,5
	21	5,7	30,8
	26	4	29,5
	28	4,5	29,8

<b>planilla de datos tomados de la temperatura dentro del vivero</b>			
	<b>Fecha</b>	<b>t<sup>o</sup>min</b>	<b>t<sup>o</sup>max</b>
<b>Julio</b>	3	2,5	24,6
	10	1,8	23,5
	17	1,5	24,3
	24	2,6	25,3
	31	2,5	26,9
<b>Agosto</b>	7	4,5	26,4
	14	1,7	27,1
	21	3,6	26,4
	28	4,8	27,8
<b>septiembre</b>	4	5,5	26,6
	11	3,9	25,7
	18	5,8	25,5
	25	6	27,2
<b>Octubre</b>	2	5,3	28,9
	9	7,5	29,1
	16	5,7	28,6
	23	5,3	29,5
	30	5,7	28,7
<b>Noviembre</b>	6	6,2	29,6
	13	6,6	28,3
	20	6,4	29,4
	27	7,2	30

#### Anexo 4. Costos de producción

<b>costos de producción del tratamiento 0</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>costo total</b>
<b>Preparación</b>				
Preparación del almácigo	Jornal	1	80	80
T0(sin escarificación)	unidad	0	0	0
<b>Siembra</b>				
Enbolsado	Jornal	1	80	80
Transplante	Jornal	1	80	80
<b>Insumos</b>				
fruto(semilla)	unidad	120	1,5	180
Sustrato	m2	1	65	65
Formol	Lt	0,06	55	3,3
<b>Herramientas</b>				
Pala	unidad	1	35	35
rastrillo de mano	unidad	1	7	7
desmalesador de mano	unidad	1	7	7
Regadera	unidad	1	20	20
Bolsitas	unidad	120	0,3	36
<b>labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	0	0	0
Riego	jornal	0	0	0
<b>sumatoria subtotal(bs)</b>				<b>593,3</b>
<b>imprevistos (10%)</b>				<b>59,33</b>
<b>costo total</b>				<b>652,63</b>

<b>costos de producción del tratamiento 1</b>				
<b>Detalle</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>costo total</b>
<b>Preparación</b>				
Preparación del almácigo	jornal	1	80	80
escarificacion fisica(agua a punto ebullicion)	ml	3	0,5	1,5
<b>Siembra</b>				
Enbolsado	jornal	1	80	80
Transplante	jornal	1	80	80
<b>Insumos</b>				
fruto(semilla)	unidad	120	1,5	180
Sustrato	m2	1	65	65
Formol	lt	0,06	55	3,3
<b>Herramientas</b>				
Pala	unidad	1	35	35
rastrillo de mano	unidad	1	7	7
desmalesador de mano	unidad	1	7	7
Regadera	unidad	1	20	20
Bolsitas	unidad	120	0,3	36
<b>labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	0	0	0
Riego	jornal	0	0	0
<b>sumatoria subtotal(bs)</b>				<b>594,8</b>
<b>imprevistos (10%)</b>				<b>59,48</b>
<b>costo total</b>				<b>654,28</b>

<b>costos de producción de tratamiento 2</b>				
<b>detalle</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>costo total</b>
<b>preparación</b>				
preparación del almácigo	jornal	1	80	80
escarificación mecánica(lija)	unidad	1	3,5	3,5
<b>siembra</b>				
Enbolsado	jornal	1	80	80
Transplante	jornal	1	80	80
<b>insumos</b>				
fruto(semilla)	unidad	120	1,5	180
Sustrato	m2	1	65	65
Formol	Lt	0,06	55	3,3
<b>herramientas</b>				
Pala	unidad	1	35	35
rastrillo de mano	unidad	1	7	7
desmalesador de mano	unidad	1	7	7
Regadera	unidad	1	20	20
Bolsitas	unidad	120	0,3	36
<b>labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	0	0	0
Riego	jornal	0	0	0
<b>sumatoria subtotal(bs)</b>				<b>596,8</b>
<b>imprevistos (10%)</b>				<b>59,68</b>
<b>costo total</b>				<b>656,48</b>

<b>costos de producción del tratamiento 3</b>				
<b>detalle</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>costo total</b>
<b>preparación</b>				
preparación del almacigo	jornal	1	80	80
escarificación química(acido sulfurico)	ml	90	0,5	45
<b>siembra</b>				
Enbolsado	jornal	1	80	80
Transplante	jornal	1	80	80
<b>Insumos</b>				
fruto(semilla)	unidad	120	1,5	180
Sustrato	m2	1	65	65
Formol	Lt	0,06	55	3,3
<b>Herramientas</b>				
Pala	unidad	1	35	35
rastrillo de mano	unidad	1	7	7
desmalesador de mano	unidad	1	7	7
Regadera	unidad	1	20	20
Bolsitas	unidad	120	0,3	36
<b>labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	0	0	0
Riego	jornal	0	0	0
<b>sumatoria subtotal(bs)</b>				<b>638,3</b>
<b>imprevistos (10%)</b>				<b>63,83</b>
<b>costo total</b>				<b>702,13</b>