

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE FRUTO Y ESTRATOS DE COSECHA EN LA  
VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE BOLAINA NEGRA (*Guazuma ulmifolia*  
Lam, Malvaceae) EN TINGO MARÍA**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**SHEYLA MARÍA CLAUDIO SERNA**

**Tingo María - Perú**

**2021**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 038-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de junio de 2021, a horas 10:15 a.m. en la Sala virtual Microsoft Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal para calificar la Tesis titulada:

### **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE FRUTO Y ESTRATOS DE COSECHA EN LA VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE BOLAINA NEGRA (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae) EN TINGO MARÍA”**

Presentado por el Bachiller: **CLAUDIO SERNA, Sheyla María**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título profesional de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 23 de Noviembre de 2021

Ing. M. Sc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ  
PRESIDENTE

Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO  
MIEMBRO

Ing. M. Sc. DAVID P. QUISPE JANAMPA  
MIEMBRO



Ing. RAUL ARAUJO TORRES  
ASESOR

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

## FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



### INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE FRUTO Y ESTRATOS DE COSECHA EN LA VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE BOLAINA NEGRA (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae) EN TINGO MARÍA

<b>Autor</b>	: Sheyla María CLAUDIO SERNA
<b>Asesor</b>	: Ing. Raúl ARAUJO TORRES
<b>Programa de investigación</b>	: Gestión de bosques y plantaciones forestales
<b>Línea de investigación</b>	: Silvicultura, manejo y ordenación de bosques
<b>Eje temático de investigación</b>	: Certificación forestal
<b>Lugar de ejecución</b>	: Laboratorio de Certificación de Semillas - FRNR
<b>Duración:</b>	
<b>Fecha de inicio</b>	: 10 – 01 – 2019
<b>Fecha de término</b>	: 10 – 07 – 2019
<b>Financiamiento:</b>	
<b>FEDU</b>	: 0.00 soles
<b>Propio</b>	: 5400.00 soles
<b>Otros</b>	: 0.00 soles

Vº Bº  
Revisado Tesis  
20-05-21

## DEDICATORIA

*A Dios, por darme la vida, por darme la familia  
y los amigos que tengo.*

*A mi Padre ALFREDO RAÚL CLAUDIO NÁZAR,  
mi Madre AURELIA MARÍA SERNA MELGAREJO  
y a mí tía AIDA SERNA MELGAREJO por fomentar  
en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo  
en la vida, que con su demostración de unas madres  
ejemplares me han enseñado a no desfallecer, ni  
rendirme ante nada y siempre perseverar.*

*A mis hermanas ABIGALY CLAUDIO SERNA y  
KELLY CLAUDIO SERNA por su apoyo  
incondicional que espiritualmente me llenan de  
fortaleza y esperanza quienes de una u otra  
forma ayudaron a la culminación de la presente  
investigación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

1. A nuestro Dios, padre por brindarme la fortaleza física y mental en la vida cotidiana y guiarme por el buen camino durante mi formación profesional.
2. A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “alma mater” Institución de prestigio a nivel Nacional e Internacional, en cuyas aulas realicé mi formación profesional.
3. A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales renovables, quienes contribuyeron en mi formación profesional.
4. Al Ing. Raúl Araujo Torres por su asesoramiento incondicional y valioso.
5. A Guisell Marissa Casabona Inuma, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta mas no poder.
6. A todas las personas en general, que directa e indirectamente colaboraron para la culminación del presente trabajo.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Bolaina negra ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam, Malvaceae).....	3
2.1.2. Aspectos botánicos sobre frutos y semillas .....	5
2.1.3. La propagación de especies forestales .....	8
2.1.4. Viabilidad de las semillas .....	9
2.1.5. Vigor de las semillas.....	10
2.1.6. Tamaño de los frutos y semillas .....	10
2.2. Estado del arte.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.1.1. Ubicación política y geográfica .....	16
3.1.2. Zona de vida y clima.....	16
3.2. Materiales y métodos.....	16
3.2.1. Materiales y equipos .....	16
3.2.2. Metodología.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
4.1. Viabilidad de semillas de bolaina negra ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam) .....	25
4.2. Vigor de semillas de bolaina negra ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam, Malvaceae) .....	29
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXO.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Factores en estudio. ....	18
2. Descripción de tratamientos por la combinación de factores en estudio. ....	18
3. Análisis de varianza para poder germinativo y energía germinativa de semillas sembradas. ....	25
4. Resumen de comparación múltiple de medias del poder germinativo y energía germinativa de semillas sembradas. ....	26
5. Análisis de varianza de energía germinativa de semillas viables. ....	26
6. Prueba de comparación de medias para la energía germinativa de semillas viables por efecto de los niveles de estratos de cosecha y tamaño de fruto. ....	27
7. Análisis de varianza para las variables de vigor. ....	30
8. Resumen de comparación múltiple de medias para variables de vigor. ....	31
9. Resumen de análisis de varianza para variables de vigor. ....	31
10. Resumen de comparación de medias para variables de vigor por efecto de los niveles de estrato de cosecha. ....	32
11. Resumen de comparación de medias para variables de vigor por efecto de los niveles de tamaño de fruto. ....	32
12. Datos de viabilidad de semillas de bolaina negra ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam, Malvaceae). ....	455
13. Datos de vigor de semillas de bolaina negra ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam, Malvaceae). ....	477
14. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks para las variables de viabilidad de semilla. ....	49
15. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks para las variables de vigor de semilla. ....	49
16. Análisis de varianza para la variable longitud parte aérea. ....	500
17. Prueba de comparación de medias para longitud parte aérea por efecto de los estratos de cosecha. ....	50

18.	Prueba de comparacion de medias para longitud parte aérea por efecto del tamaño de fruto.....	50
19.	Análisis de varianza para la variable longitud radicular. ....	511
20.	Prueba para la longitud radicular por efecto de los estratos de cosecha. ....	51
21.	Prueba para la longitud radicular por efecto del tamaño de fruto. ....	51
22.	Análisis de varianza para la variable peso fresco.....	522
23.	Prueba para peso fresco por efecto de los estratos de cosecha.....	52
24.	Prueba para peso fresco por efecto del tamaño de fruto.....	52
25.	Análisis de varianza para la variable peso seco. ....	53
26.	Prueba para el peso seco por efecto de los estratos de cosecha. ....	53
27.	Prueba para peso seco por efecto del tamaño de fruto. ....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Recolección de frutos de <i>G. ulmifolia</i> caídos en el suelo.....	544
2.	Frutos colectados de <i>G. ulmifolia</i> .....	544
3.	Frutos colectados a diferentes estratos de <i>G. ulmifolia</i> . ....	555
4.	Frutos pequeños, medianos y grandes de <i>G. ulmifolia</i> .....	555
5.	Tratamiento pregerminativo por sumersión en agua caliente a 100 °C. ....	566
6.	Germinación de semillas de <i>G. ulmifolia</i> . ....	566
7.	Parcela experimental con la distribución de los tratamientos. ....	577
8.	Plántulas de <i>G. ulmifolia</i> extraídas para medir sus variables. ....	577

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la influencia del tamaño de fruto y estratos de cosecha en la viabilidad y vigor de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam), en Tingo María; actividad realizada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva que se ubica en el distrito Rupa Rupa de la región Huánuco. Se utilizó como factores a los estratos de cosecha (Suelo, bajo, medio y alto) y el tamaño de los frutos (Pequeño, mediano y grande) que generó 12 combinaciones con cuatro repeticiones y se distribuyó en un diseño completo al azar con arreglo factorial. Se colectó los frutos, se separó las semillas, siendo escarificadas con agua caliente y luego se almacigó; se evaluó los indicadores de la viabilidad de semillas (poder y energía germinativa) y del vigor (porcentaje de germinación, tiempo de latencia, semillas no germinadas, plantas normales y anormales, parte aérea, longitud de raíz, peso fresco y peso seco). Donde hubo mayor poder germinativo y energía germinativa de semillas sembradas en semillas provenientes de frutos colectados del suelo, mientras que en los tamaños no se registró diferencias estadísticas, por otra parte, para la energía germinativa de semillas viables no se encontró influencia de los niveles de estratos de cosecha y tamaño de fruto; respecto a la longitud aérea, longitud radicular, peso fresco y peso seco, se registró mayores valores en el estrato suelo. Se concluye que, mejor viabilidad y vigor presentaron diferencias estadísticas en los estratos de cosecha especialmente los que se encontraban en el suelo, mientras que los diferentes tamaños de frutos no influyen de forma significativa en las variables evaluadas.

**INFLUENCE OF FRUIT SIZE AND HARVEST STRATES ON THE VIABILITY  
AND VIGOR OF SEEDS OF BLACK BOLAINA (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae)  
IN TINGO MARÍA**

**ABSTRACT**

In the present study the influence of fruit size and harvest strata on the viability and vigor of Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) seeds, in Tingo María; activity carried out at the National Agrarian University of the Jungle which is located in the Rupa Rupa district of the Huánuco region. The harvest strata (Soil, low, medium and high) and the size of the fruits (Small, medium and large) were used as factors, which generated 12 combinations with four repetitions and was distributed in a complete random design with factorial arrangement. . The fruits were collected, the seeds were separated, being scarified with hot water and then stored; Seed viability indicators (germination power and energy) and vigor (germination percentage, latency time, non-germinated seeds, normal and abnormal plants, aerial part, root length, fresh weight and dry weight) were evaluated. There was greater germination power in seeds from fruits collected from the ground; Regarding aerial length, root length, fresh weight and dry weight, higher values were recorded in the soil stratum. It is concluded that, better viability and vigor present statistical differences in the harvest strata, especially those found in the soil, while the different sizes of fruits do not significantly influence the variables evaluated.

## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales nos brindan abundantes especies vegetales que poseen variabilidad entre especies y entre individuos, más aún si se pone a analizar la producción de sus frutos y semillas, encontrando una fluctuación de los valores desde dimensiones pequeñas hasta las de gran tamaño, esta última característica hace que se tenga que seleccionar tanto los frutos y las semillas de las plantas cuando el silvicultor desea realizar la propagación de alguna especie en particular con fines de obtener plantones de alta calidad y que garanticen la supervivencia en terreno definitivo.

La especie forestal *Guazuma ulmifolia* “bolaina negra” otorga muchos beneficios a la población rural ya que se emplea como medicina tradicional tanto las flores y sus hojas, mientras que su madera se utiliza en la construcción de casas, la elaboración de muebles, así como otros usos como la elaboración de postes. La especie en mención se encuentra mermada sus poblaciones debido a que están siendo presionados por la actividad humana que en muchos casos son talados para realizar un cambio de uso del suelo y a pesar de presentar abundante producción de frutos se observa que hay poca regeneración natural ya que también los frutos son consumidos por los animales, en caso de encontrarse cercanos a los pastizales, las hojas de los brinzales son consumidos por el ganado vacuno.

Los frutos de las especies vegetales debido a su variabilidad, contienen diferentes dimensiones de semillas, los cuales en muchos de los reportes científicos concluyen que afectan en cierta medida a la calidad de los plantones, mientras que otros autores discrepan dicha aseveración; en caso de la especie en estudio también se observa variabilidad en las dimensiones del fruto y la aglomeración de frutos maduros se observa distribuidos en toda la copa de la planta y también en el suelo, hecho que lleva a preguntarnos ¿Cuál será la influencia entre el tamaño de fruto y los estratos de cosecha en la viabilidad y vigor de semillas de *Guazuma ulmifolia* “bolaina negra” en Tingo María?.

La generación de información sobre la viabilidad y vigor de las semillas correspondiente a la especie en estudio extenderán el conocimiento de la producción de plantones con calidad y además, se podrá emplear las variables en otros estudios con fines de generar una tecnología adecuada para manejar las semillas con fines de buscar una certificación adecuada. Se ha

planteado la siguiente hipótesis: “El tamaño de fruto y los estratos de cosecha tienen influencia en la viabilidad y vigor en semillas de *G. ulmifolia* Lam”.

Con los resultados obtenidos, se logró alcanzar parcialmente la hipótesis debido a que hubo significancia en la viabilidad de semillas por influencia de los estratos de cosecha. Con respecto a los diferentes tamaños de frutos, no se registró efectos significativos en las variables evaluadas.

En la presente investigación se utilizaron los frutos de *G. ulmifolia*, colectados en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva teniendo los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- Evaluar la influencia del tamaño de fruto y estratos de cosecha en la viabilidad y vigor de semillas de *Guazuma ulmifolia* “bolaina negra”, en Tingo María.

**Objetivos específicos:**

- Determinar la viabilidad mediante el poder germinativo y energía germinativa de las semillas de *Guazuma ulmifolia* “bolaina negra”.
- Determinar el vigor mediante el porcentaje de germinación, el tiempo de latencia, el porcentaje de semillas no germinadas, porcentaje de plantas normales y anormales, longitud de la parte aérea, longitud de raíz, peso fresco y peso seco de la parte aérea y radicular de *Guazuma ulmifolia* “bolaina negra”.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae)

Su nominación significa "con hojas de olmo" y se asemeja debido al envés tomentoso y con el peciolo veleidoso al viento. Se le conoce también como cabeza de negrito o Cambacau que significa lo explicado anteriormente, considerado por su forma del fruto seco, negro y verrugoso (Santander y Campos, 1989).

##### 2.1.1.1. Clasificación taxonómica

Taxonómicamente a la especie en estudio se les clasifica como sigue (Haeckel, 1886; Cronquist, 1981 y APG, 2009):

Reino	: Plantae (Haeckel, 1886)
División	: Magnoliophyta (cronquist, 1981)
Orden	: Malvales (APG, 2009)
Familia	: MALVACEAE
Género	: Guazuma.
Especie	: ulmifolia
Nombre científico	: <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam
Nombre común	: Bolaina negra

##### 2.1.1.2. Descripción general

Planta de ramificación prolongada en forma horizontal y en algunos casos colgadas que poseen hojas alternas distribuidos en dos hileras; sus ramitas se encuentran con vellosidades cuya forma de estrella con coloración a café herrumbroso hacia un gris claro. Las plantas poseen una coloración verde durante todo el año (Santander y Campos, 1989), caducifolio de porte pequeño a mediano, con dimensiones promedios en longitud que fluctúan entre los 2,0 hasta los 15,0 m, encontrándose muy pocos individuos que llegan a los 25 m, el diámetro a 1,30 m

sobre el suelo de un árbol maduro fluctúa entre los 30 y 40 cm siendo encontrados raramente individuos con 80 cm de Dap; se le suele encontrar como arbustos con abundante ramificación o también como un individuo monopódico (Niembro, 1986; Giraldo y CONAFOR, 2018).

Presenta hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas cuyo limbo mide entre 3,0 a 13,0 cm (largo) y 1,5 a 6,5 cm (ancho) y sus bordes son aserrados; el haz posee un color verde oscuro y es rasposa, mientras que el envés es verde grisácea amarillenta y sedosa, es caduca, su peciolo es delgado con 5,0 a 12,0 mm de longitud que poseen vellosidades en forma de estrella cuya coloración es café herrumbroso o gris claro, siendo notorio la caída de las hojas durante el periodo de estiaje del año (periodo seco) que no es muy prolongado en el tiempo (Santander y Campos, 1989; Giraldo, 1996; Batis *et al.*, 1999; CONAFOR, 2018).

Sus flores al extenderse miden 1,0 cm de longitud y 0,5 cm de espesor, siendo formadas por el cáliz vellosa, con 2 o 3 lóbulos (Santander y Campos, 1989), la flor es de color amarillo que están agrupadas en panículas (Giraldo, 1996); posee cinco pétalos con coloración amarillento o blanquecino, con una dimensión entre 2,0 a 4,0 mm, se encuentran en un ápice delgado ahorquillado en 2 y 1 columna estaminal amarillo con alrededor de 15 arteras rodeando el pistilo, con ovario con vellosidad de 5 celdas de coloración verde claro; el estilo y 5 estigmas juntas (Santander y Campos, 1989), florece alrededor de todo el año, siendo más notorio en los meses de abril hasta octubre (Pennington y Sarukán, 1998).

Su fruto posee forma de cápsula subglubosa elipsoide con 1,5 hasta 4,0 cm de longitud y entre 1,0 hasta 1,5 cm de anchura, su aspecto es verrugoso, coloración negro púrpura al madurar, con abundante aguijones, con cinco carpelos pentaloculares, internamente poseen poca pulpa dulce, se abren por el ápice rara vez e internamente poseen varias semillas con 3,0 mm de longitud (Santander y Campos, 1989), se observan frutos maduros casi todo el año no cayendo de la planta por buen tiempo y es mucho mayor el número en los meses de septiembre hasta abril (Batis *et al.*, 1999; Pennington y Sarukán, 1998).

Los usos atribuidos a la especie en estudio son muy amplios, resaltando las hojas para forraje de ganado respectivamente (Santander y Campos, 1989), así como alimento para el gusano de seda, su fruto como alimentos para pollos y de la semilla se elabora jabón (Batis *et al.*, 1999). En caso de la madera, se usa como leña, carbón, poste, construcción rural, caja, culata para arma de fuego, aro, embarcaciones pequeñas, horma para zapato, instrumento

musical, mango para herramienta, implementos agrícolas, parte de molinos, mueble, gabinete, túnel, pisos, lambrín, marco para puerta, marco para ventana, artículo torneado y decorativo (Niembro, 1986).

### **2.1.2. Aspectos botánicos sobre frutos y semillas**

La maduración de frutos y las semillas constituyen la fase final de la reproducción sexual, siendo caracterizada por la presencia de profundos cambios físicos y químicos en ambas estructuras, hacia aspectos formas y tamaños diferentes, los cuales son utilizados como criterios para su identificación (Herrera *et al.*, 1998).

#### **2.1.2.1. El fruto**

Se originan luego de ser fecundada la flor, conteniendo y protegiendo sus semillas para posteriormente dispersarse de formas diferentes de acuerdo a la especie. La semilla es un óvulo maduro y el fruto es el ovario maduro; a la pared del ovario se le denomina el pericarpo al madurar el fruto, siendo suave o duro, carnoso o seco y frecuentemente son 2 o 3 capas denominados por el más externo o exocarpo, la parte media o mesocarpo y la parte interna o endocarpo (Del Amo *et al.*, 2002; Varela y Aparicio, 2011), la estructura del fruto se relaciona al modo de diseminar (Herrera *et al.*, 1998) y también para que atrae a los seres vivos dispersores (Sandoval *et al.*, 2014).

Para el caso de los árboles, sus frutos poseen diversos tamaños, formas, estructuras y texturas de acuerdo a la especie, agrupándolos en plantas con frutos secos (dehiscentes o indehiscentes) o carnosos (Arriaga *et al.*, 1994).

#### **2.1.2.2. La semilla**

Es el óvulo desarrollado después de ser fecundado, transformado y maduro, se encuentra conformado por embrión, endosperma, tejido nutritivo y membranas que protegen el embrión; en caso de encontrar ambientes favorables se inicia el proceso de germinación hasta llegar a ser una planta nueva (Orti, 2009; Courtis, 2013). Además, la semilla puede estar en estado de vida latente por poco o mucho tiempo de acuerdo a cada especie (Strasburger, 2004).

La función de las semillas es multiplicar, dispersar y perpetuar a las especies vegetales, lo cual lograrán al ser maduras, se dispersen y haya condiciones favorables para germinar (Varela y Aparicio, 2011). Estos óvulos maduros en casi todas las especies se encuentran encerradas al interior de los frutos hasta llegar a la madurez, aunque a veces es difícil distinguirlas como unidades diferentes ya que coinciden morfológicamente el fruto y la semilla (Herrera *et al.*, 1998).

### **2.1.2.3. Morfometría**

En la etapa actual de desarrollo del manejo de especies forestales nativas, el conocimiento de la morfometría, de las relaciones morfométricas y de la dinámica de las formas de los árboles, frutos y semillas, es imprescindible para mejorar las intervenciones silvícolas, principalmente cuando se desea hacer efectiva la utilización de especies de la flora nativa en reforestaciones con intereses económicos (Romana *et al.*, 2009). El conocimiento de las estructuras morfoanatómicas de los frutos, las semillas y las plántulas es importante el estudio de comunidades vegetales, en la identificación y la diferenciación de especies, en el reconocimiento de la planta en el campo, en la taxonomía y en la silvicultura y, más recientemente, en el análisis de semillas, cuyos procesos implican conocimientos de fisiología vegetal (Beltrati, 1994).

Los estudios morfoanatómicos de los frutos son de importancia fundamental en la identificación de géneros, además de proporcionar información básica para el uso de especies en futuros programas de recuperación de áreas degradadas. En la naturaleza, varios factores contribuyen a la variabilidad de la forma y del tamaño de los frutos y las semillas, ya que el tamaño de estas estructuras es indispensable para que se pueda conocer mejor una determinada especie (Raven *et al.*, 2001). El tamaño y la forma del fruto y su tipo de dehiscencia son caracteres imprescindibles para la clasificación de éstos, destacando que los estudios morfológicos de frutos contribuyen en la identificación de las especies, así como para el análisis de su distribución geográfica e interacciones con la fauna (Barroso *et al.*, 1999).

La investigación sobre crecimiento y desarrollo de los frutos es de importancia para conocer las fases adecuadas de madurez (Aristizábal, 2003), conociendo los cambios al crecer en el tiempo, estimar el tamaño así como su peso del fruto (Avanza *et al.*, 2008) para ser cosechadas con fines de proponer destrezas al manejar el cultivo (Rojas *et al.*, 2008; Casierra y

Cardozo, 2009) y poner categorías a su fenología con fines de evaluar la formación del fruto y el desarrollo de su estructura (Mazorra *et al.*, 2006).

Las semillas también tienen características básicas para la identificación de familias, géneros o incluso especies. Investigar los rasgos morfoecológicos de la semilla, en la producción de plántulas destinadas a la recuperación de las áreas degradadas, es importante para el mantenimiento de biodiversidad (Oliveira *et al.*, 2006). La información básica sobre la morfoanatomía y fisiología de las semillas son fundamentales para la plantación de especies en general (Sartori y Bianconi, 2008).

Los datos de morfometría de frutos y semillas son valiosos en estudios de mejoramiento genético de poblaciones, en las estandarizaciones de pruebas en laboratorio y para la optimización en la producción de plántulas (Ferronato *et al.*, 2000).

El conocimiento de la morfología de los frutos y las formas de dispersión, así como las características biométricas, proporcionan subvenciones importantes para la diferenciación de especies pioneras y no pioneras en los bosques tropicales (Cruz *et al.*, 2001).

La descripción morfométrica constituye la primera actividad para mejorar un cultivo y programa de conservación. Los rasgos morfológicos son usados en el análisis de la diversidad genética, identificando plantas cultivadas y conservando el recurso genético (Onamu *et al.*, 2012). El estudio morfométrico de una planta se puede basar en variables cualitativas o cuantitativas, siendo el segundo caso medible y es por esto que se llaman morfométricos (González, 2001).

Referirse a la morfometría, resulta diferenciarlos a las accesiones entre especies, la estimación de la variabilidad genética y la discriminación entre grupos. La finalidad primordial es identificar accesiones y su evaluación favorece el conocimiento del valor agronómico de dichos materiales; su distinción de dichas actividades solamente es práctico (Enríquez, 1997).

En el estudio morfométrico es utilizado los descriptores, abarcando los caracteres de suma importancia y/o útil para describir una muestra, tienen que ser de fácil observación, con una elevada acción discriminante y poca influencia del ambiente; a cada descriptor se le es asignado un estado pudiendo ser: valor numérico, escala, código o un adjetivo calificativo,

siendo registrado *in situ* o *ex situ* cuya dependencia es por la naturaleza de dicho descriptor estudiado (González, 2001).

Realizar estudios morfométricos generalmente implican mediciones de dimensión, masa, espesor de epicarpio, masa de epicarpio, dimensión de semilla, masa de semilla, la relación de masa del epicarpio vs al total del fruto y también la relación de la semilla vs al total de fruto, incluyendo también en algunos casos el porcentaje de humedad (Rodríguez *et al.*, 2011). Posterior al registro de las variables, dichos datos son analizados mediante técnicas estadísticas adecuadas, como son los gráficos y estadígrafos de tendencia central y dispersión, pudiendo llegar al análisis multivariado (Hidalgo, 2002).

### **2.1.3. La propagación de especies forestales**

Propagar plantas enmarca utilizar principios y conceptos de la biología que enfoca multiplicar individuos útiles con un genotipo muy puntual (Osuna *et al.*, 2016), abarca varios métodos para maximizar el número de plantas y garantizar los individuos con alto valor (Orti, 2009), ha sido ampliamente reconocida como una práctica fundamental en el campo de las ciencias forestales (Galloway y Borgo, 1987).

La propagación de plantas comienza con cosechar frutos y semillas, de ello depende el resultado de la producción forestal, se necesita mantener un enfoque sistemático, integrador y actualizado en manipular semillas de los árboles (Varela y Aparicio, 2011).

Para Vázquez-Yanes *et al.* (1999), opta por sembrar especies forestales con fines de diversificar los terrenos forestales, aunque Cardona (2008) no lo considera una práctica fácil porque las semillas se encuentran sometidos a diversas dificultades en dicho medio, Willan (1991) añade también que, un fruto carnoso es diseminado por aves o mamíferos al utilizarlos como alimentos.

Durante el proceso de instalación de un plantón forestal en un medio determinado se encuentran muchos factores bióticos y abióticos que garantizan su éxito (Camacho-Cruz *et al.*, 2000 y Figueroa, 2000), se necesita conocer al fruto y cómo se dispersa para realizar planes de cosecha, almacenaje y técnicas en germinar (Varela y Aparicio, 2011).

#### **2.1.4. Viabilidad de las semillas**

Refiere a la capacidad de germinación y dar origen a plántulas normales en medios adecuados (Perez y Pita, 2001); a menudo es utilizada como el porcentaje de germinación en una prueba de germinación definida (Poulsen, 1993), agronómicamente, la semilla germina al originar una planta adulta que llegará a su fase reproductora produciendo nueva semilla (Rodríguez *et al.*, 2007). Este atributo se influencia por la genética de la planta madre, condiciones climáticas, grado de madurez y manejo de las semillas (Hartmann y Kester, 1982).

##### **2.1.4.1. Germinación**

Refiere a la actividad donde el embrión tiende a metabolizar lo necesario para dar reinicio del crecimiento y transcripción de las porciones del programa genético para convertirse en un individuo adulto (Obando y Gomez, 2004), la semilla estuvo inactivo al presentar madurez fisiológica (Peretti, 1994). Por lo general señalan que la germinación es de tipo epigea o hipógea (Del Amo *et al.*, 2002).

Para la especie en estudio, Román *et al.* (2005) señala que, presenta una germinación en promedio del 35,00%, que es compensada con la gran cantidad de frutos y semillas que produce la planta; a las semillas se les puede escarificar con ácido sulfúrico al 60,0% favoreciendo el tiempo germinación que es posterior a la tercera semana de sembrado.

##### **2.1.4.2. Ensayos de germinación**

El ISTA (2005) indica que, el ensayo de germinación determina su potencial de germinar máxima en un grupo de semillas y estima el dato potencial para sembrar en campo, asimismo, Rodríguez *et al.* (2007) y Martínez *et al.* (2010) añaden que, el ensayo de laboratorio es la información inicial de la calidad de las semillas, pero no siempre son similares a los resultados que se obtendrían en campo.

Conocer su capacidad de germinación de las semillas retrata la viabilidad de las mismas (Perez y Pita, 2001); el ensayo de germinación otorga el valor porcentual de obtener plántulas normales (Peretti, 1994), para esto se puede utilizar distintos sustratos adecuados, controlar el medio, acondicionar de humedad y luego contar las semillas que emergen raicillas (Perez y

Pita, 2001; Peretti, 1994). Para la industria, dicho parámetro es de primordial importancia que se utiliza para certificar y comercializar las semillas (Martínez *et al.*, 2010).

### **2.1.5. Vigor de las semillas**

Se comprueba la viabilidad y el vigor de las semillas mediante el ensayo de germinación, se determina la capacidad germinativa por varios índices (Arriaga *et al.*, 1994). El vigor refiere a las características determinantes del nivel de actividad y capacidad de la semilla en la germinación y al emerger la plántula (Perez y Pita, 2001 y Poulsen, 1993); una semilla con elevado vigor es conservable por mayor periodo, germinará muy rápido y resistirá situaciones adversarias al germinar (Rodríguez *et al.*, 2007). Evaluar el vigor favorece a muchas especies en conocer su comportamiento al someter a sus semillas a germinar bajo condiciones adversas (Ibáñez *et al.*, 2009), debido a que una semilla vigorosa generará una plántula normal y de buen crecimiento (Perez y Pita, 2001).

#### **2.1.5.1. Ensayo de crecimiento y evaluación de plántulas**

En esta prueba se realizan las mediciones morfológicas de las plántulas en un tiempo determinado (8 días del ensayo o entre 4 a 5 días que son periodos anticipados), siendo más factible dicha actividad en individuos con vástago recto y estrecho (Perez y Pita, 2001; Craviotto *et al.*, 2010). La medida del vigor por medio de la plántula es un importante aspecto a considerar para lograr una rápida y eficiente implantación de un cultivo. El vigor de plántula tiene en diversas especies una asociación positiva con el tamaño o peso de semilla (Covas, 1980).

Se evalúa el vigor de plántula por medio de la biomasa aérea acumulada, sobre longitudes del coleóptilo, lámina y vaina de la primera hoja y sobre el diámetro del tallo. Asimismo, el porcentaje de materia seca en distintos tratamientos (Ruiz *et al.*, 1993).

### **2.1.6. Tamaño de los frutos y semillas**

Kainer *et al.* (1999) reportaron que la *Bertholletia excelsa* “castaña” no registra variaciones en la germinación al utilizar en la propagación diferentes tamaños de semillas, traducido de otra manera mediante la carencia de correlación. Además, encontraron que la germinación fue retardada y prolongada pudiéndose deber este comportamiento a la latencia

endógena de las semillas (embrión morfológicamente subdesarrollado al cosecharse de la planta madre, lo cual para que germine necesita completar luego su crecimiento), aunque el mecanismo de esta latencia sigue siendo desconocido.

En la especie *Messua férrea* “palo fierro”, Khan *et al.* (1999) encontró variaciones de producción entre árboles y se observa que la cantidad de frutos por árbol (carga de frutos) varía anualmente, siendo descartados los frutos pequeños (63,2% de la producción en un árbol) al establecer plantaciones forestales. Existe relación directa entre la cantidad de semilla en un fruto y el porcentaje de germinación, mientras que, en caso del peso de la semilla y el tiempo de germinar poseen una relación inversa con la cantidad de semillas por fruto. Al año de establecido, se reporta menor mortalidad y plantas más vigorosas en individuos procedentes de las semillas en las frutas grandes.

En *Psidium cuneatum* “guayaba”, el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación más alto se logró con semillas provenientes de frutos grandes (68,33% y 2,84 respectivamente), la caída en el vigor de las semillas de frutos pequeños indicaría el grado de inmadurez embrionaria. Teniendo en consideración que las semillas provenientes de frutos de mayor tamaño alcanzaron los mejores porcentajes de germinación y con la mayor velocidad, se considera que el tamaño del fruto es un buen indicador para la obtención de semillas maduras en esta especie (Otegui *et al.*, 2007). Resultados similares reportan Visweshara y Raju (1972), quienes señalan que la germinación y la velocidad de la misma se incrementan significativamente conforme aumenta la madurez del fruto.

## **2.2. Estado del arte**

En el país de Cuba, Martínez y Sánchez (2016) estudiaron a las semillas de la especie en estudio mediante la aplicación de ciclos de hidratación - deshidratación a varias temperaturas alternadas del sustrato sobre la ruptura de la dormancia física. Reportaron resultados superiores al someter a las semillas al ciclo de hidratación-deshidratación a 25/50° C con siembra entre 25/40° C con el cual lograron eliminar la dormancia de dichas semillas intactas y a aplicar dicho tratamiento por dos oportunidades, se alcanzó porcentajes de germinación elevados (66,6%). Además, se logró registrar un comportamiento muy peculiar del proceso de germinación, lo cual ocurrió al hidratarse las semillas aparecía un mucílago con lo cual una semilla lograba pesar  $23,4 \pm 2,3$  mg (media  $\pm$  error estándar) superando el peso inicial de las semillas que

solamente pesaban  $6,6 \pm 0,13$  mg, dicho incremento de masa llegó hasta los 3,5 veces más de la masa inicial, lo que es registrado de otra manera como un incremento del  $281,4 \pm 29,4\%$ .

Ferguson *et al.* (2007) difundieron que, las semillas de la especie en estudio son dispersadas mayormente por ganado vacuno y el murciélago, originando mayor germinación debido a la escarificación originada al ser consumidos; en caso de querer propagar la especie, Manríquez-Mendoza *et al.* (2007) consideran que debe iniciar juntando del suelo a los frutos maduros y sanos que se desprendieron del árbol, además de cosechar los que se encuentran en la copa de los árboles con un color característico de negro oscuro, seguidamente, Calderón y Lara (2007) recomiendan que se tienen que abrir las valvas de los frutos para sacar las semillas mediante el uso de algún material que no esté afilado como es el caso de las pinzas.

Al encontrar plantas en lugares con alta intervención humana como es el caso del árbol donde se consiguió los frutos en el presente estudio dentro del campus universitario de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por lo general, Villarruel *et al.* (2007) y Hermosillo *et al.* (2008) registran que no se logra alcanzar alto porcentaje de germinación, comportamiento atribuido a la carencia de la escarificación de las semillas por parte de los animales que consumen los frutos. Una de las alternativas de escarificación física que posee buenos resultados lo registraron Sánchez *et al.* (2004), lo cual consiste en que se tiene que sumergir las semillas en agua atemperada en  $100^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 10 segundos, siendo remojado posteriormente por 24 horas en agua a temperatura ambiente, procedimiento que difiere al reporte de Villarruel *et al.* (2007), quienes indican que el remojo de las semillas se tiene que realizar en agua a  $80^{\circ}\text{C}$  por aproximadamente nueve minutos para que finalmente se las coloque hasta por 36 horas en agua a temperatura ambiente, con esta práctica se lograría obtener hasta 95,0% de semillas geminadas. Una vez tratadas las semillas, se observa la presencia de mucílago, lo cual se elimina al utilizar una malla y lavar las semillas para luego dejarlas orear para ser almacigadas (Manríquez-Mendoza *et al.*, 2011).

CONAFOR (s.d.) indica que, para la germinación es necesario la escarificación, sumergiendo las semillas en agua a  $100^{\circ}\text{C}$  durante 10 segundos luego pasarlas por agua a temperatura ambiente durante 24 horas, lavar bien las semillas para retirar el mucílago antes de sembrar o escarificando con ácido sulfúrico concentrado durante 2 minutos y lavar con agua destilada. El tiempo promedio que tarda en germinar es de 70 días, con un porcentaje de

germinación de 4 a 13%, en cámaras germinadoras alcanza el 80%, con tratamientos pregerminativo en agua caliente (10 minutos) alcanza 77% en luz y 94% en sombra.

Los frutos tienen la forma de una cápsula de 3 a 4 cm de largo, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie y son oscuras. Color café a negro; cuando maduran tienen un olor y sabor dulce (EMB, 2007).

CATIE (2000) reporta en *G. ulmifolia*; frutos con forma capsula elipsoidal verrugosa de 1,5 a 4,0 cm de largo y de 1,0 a 1,5 cm de ancho, indehiscente, de color negro purpura en su madurez y con una pulpa dulce que contiene hasta 80 semillas duras de 3 mm de largo. Presenta una germinación epigea, si se les aplica tratamiento pregerminativo, las semillas frescas alcanzan más del 80% de germinación; cuando han sido almacenadas y se les ha aplicado tratamiento, su germinación alrededor de 60%; la germinación se inicia entre el sexto y octavo día, completándose a los 12 o 15 días.

Luego del almácigo ya sea en camas germinadoras o directamente colocadas en bolsas con sustrato, tienen que transcurrir entre 4 a 8 días para que se pueda observar emerger a las plántulas, dichos medios tienen que presentar sombreamiento en un 50%, pasado los ocho días de haber germinado, las plántulas del germinadero cuentan con dos hojas verdaderas y se pueden trasplantar a las bolsas con sustrato (López *et al.*, 2006 y Manríquez-Mendoza *et al.*, 2007), en caso de querer incrementar el crecimiento de los plantones y que alcancen una calidad adecuada, se tiene que practicar la fertilización con macronutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio en una proporción 10 – 30 – 10, en donde se aplicaría una dosificación entre los 3 a 4 g por plantón (Villarruel y Ruiz, 2004).

En los diversos reportes, no se plasma información sobre el manejo de *G. ulmifolia* en fase de vivero. Además, Manríquez-Mendoza *et al.* (2011) realizaron reportes de la especie en estudio sobre el uso como especie forrajero, incremento de la biodiversidad en los pastizales, conserva el agua y fertiliza el suelo.

Zobel y Talbert (1988) indican que la determinación de la cantidad y tipo de variabilidad presente dentro de una especie es una tarea ardua que debe realizarse cuidadosamente, pues no existe una forma “única” de estimar los patrones de variabilidad dentro de los rodales naturales, ya que existen diversos niveles en que se expresa la variación:

- Variación geográfica.
- Sitios dentro de las procedencias.
- Rodales dentro de los sitios.
- Árboles individuales dentro de los rodales.
- Dentro de los árboles.

En los estudios de variación natural son de máxima importancia las diferencias entre procedencias que marcan variación genética debido a la adaptabilidad, por lo que se hacen extremadamente importantes los ensayos de procedencia en cualquier programa de mejoramiento genético forestal. Otro nivel es la variabilidad dada por sitios que en general no se acepta que esté determinada genéticamente, obedeciendo más bien a efectos de diferentes ambientes (Zobel y Talbert, 1988).

Pennington y Sarukhán (1968) refieren que los frutos son cápsulas ovoides de 3-4 cm de longitud en infrutescencias hasta de 10 cm de longitud y Salazar *et al.* (1997) apuntan que miden de 1,5-4,0 cm de largo y de 1,0-1,5 cm de ancho de color negro púrpura.

De 1,0 kg de frutos secos se extraen 100 g de semillas limpias, las semillas por fruto varían de 40 a 80 semillas. En un kilogramo de semillas contiene aproximadamente 150.000 semillas. Estas pierden su viabilidad en un año. Un coleóptero de la familia Anobiidae perfora las semillas (Salazar *et al.*, 1997).

Las semillas presentan una germinación epigea y alcanzan un 80% de germinación en fresco cuando se les aplica un tratamiento pregerminativo con agua caliente a 80°C durante uno a dos minutos y luego con agua a temperatura ambiente se remoja por 24 horas, con un lavado posterior para remover el mucílago que las caracteriza (Salazar *et al.*, 1997).

Viveros (2000) reporta valores de morfometría de fruto en *G. ulmifolia*, obteniendo valores significativos entre estos, teniendo en el peso del fruto una media de 2,37 g, en la longitud de fruto obtuvo una media de 22,31 mm y en el diámetro de fruto obtuvo una media de 19,97 mm.

Autores como Pozo *et al.* (2019), concluyeron que en *Croton guatemalensis* “algodoncillo” hay una relación directa entre el tamaño de semillas y la tasa de germinación, además de que semillas con mayor dimensión poseen mayor rapidez de germinar (Harrison *et al.*, 2014), considerándolos más propicias para sembrar (Seltmann *et al.*, 2007). Para otras especies vegetales se determinó relación del tamaño con su viabilidad y germinación (Simons y Johnston, 2000; Baloch *et al.*, 2001), como lo observado en bosques de *Pinus hartwegii* “pino” que las semillas más grandes y pesadas poseen más probabilidad de sobrevivencia en las fases iniciales del ciclo de vida (Iglesias *et al.*, 2006); mientras que, Davidson *et al.* (1996) observaron correlación directa del peso con su capacidad de germinación en semillas de *Abies amabilis* “abeto púrpura”, lo que implicaría en la producción de vivero. Villarreal-Garza *et al.* (2013) reportan que, la tasa de germinación, viabilidad y morfometría de la semilla en *Prosopis glandulosa* “mezquite mielero” y *Vachellia farnesiana* “huizache” alcanzaron mayores valores elevados. Finalmente, en semillas de *Lupinus campestris* “lupinus”, hubo baja germinación al emplear semillas pequeñas (Pablo-Pérez *et al.*, 2013).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

##### **3.1.1. Ubicación política y geográfica**

La tesis se llevó a cabo en los ambientes del Laboratorio de Certificación de Semillas, área que pertenece a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Políticamente la institución mencionada se encuentra en el distrito Rupa Rupa de la provincia de Leoncio Prado en la región Huánuco, mientras que, al considerar la posición geográfica, dicho laboratorio se ubica en las coordenadas UTM: Este: 390312 y Norte: 8970772.

##### **3.1.2. Zona de vida y clima**

Las condiciones climáticas de la zona son: temperatura máxima de 29,4°C, la mínima de 19,2°C, y un promedio de 24,3°C; la precipitación acumulada anualmente es 3300 mm, la humedad relativa es 87,0% y la altitud sobre el nivel del mar es 660 m; considerando los tipos de zonas de vida y el diagrama bioclimático de Holdridge (1971), la ciudad de Tingo María viene a ser la capital del distrito Rupa Rupa y se ubica en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh - PT). De acuerdo a las regiones naturales del Perú (Pulgar, 1938) corresponde a la selva alta o Rupa Rupa.

#### **3.2. Materiales y métodos**

##### **3.2.1. Materiales y equipos**

Como material biológico se emplearon plántulas, frutos y semillas colectados de árboles de *G. ulmifolia*.

En caso de los materiales, herramientas y equipos, se emplearon los siguientes: tijera telescópica, empleada para colectar los frutos con semillas de los árboles de *G. ulmifolia*; además de la cabina germinadora, conservadora, sustrato de vivero, algodón, papel toalla y

fungicida Homai, empleados en la siembra de semillas; vernier mecánico y regla graduada en milímetros (mm) para evaluar las longitudes de frutos, semillas y parámetro morfométricos de las plántulas; estufa secadora y balanza analítica, las cuales fueron empleadas en el registro de los pesos húmedos y secos para la estimación de biomasa; una cámara fotográfica, empleada para fotografiar las actividades de la investigación.

### **3.2.2. Metodología**

#### **3.2.2.1. Tipo y nivel de investigación**

El tipo de investigación ejecutada corresponde al tipo aplicada; porque se recurrió a la ciencia de la botánica para estudiar la influencia del tamaño de frutos en la viabilidad y vigor de semillas de *G. ulmifolia*.

El nivel de investigación fue experimental; porque se evaluó la influencia del tamaño de fruto y estrato de cosecha sobre la viabilidad y vigor en semillas y plántulas de la especie *G. ulmifolia*.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 4A x 3B con cuatro repeticiones, siendo los factores: estratos de cosecha (suelo, bajo, medio y alto) y tamaño de fruto (grande, mediano y pequeño).

Para los datos de las variables con una distribución normal, se utilizó el Análisis de varianza al 5% de nivel de significancia entre tratamientos y comparación de los promedios se usó la prueba de comparación de medias al 5%. Sin embargo, para los datos de las variables que no seguían una distribución normal se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis y la comparación múltiple de medias al 5% de significancia.

La población estuvo constituida por todos los frutos y semillas colectadas de *G. ulmifolia*, ubicados en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Facultad de Recursos Naturales Renovables, empleándose 4800 semillas para los ensayos de viabilidad y vigor de semillas de *G. ulmifolia*. La investigación se realizó mediante el diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial de 4A X 3B con cuatro repeticiones. El factor en estudio fue: estratos de cosecha (suelo, bajo, medio y alto) y tamaño de fruto (grande, mediano y pequeño). La unidad experimental estuvo conformada por 100 semillas (Sub-unidades experimentales) en

un área experimental de 2 m x 6 m teniendo un total de 4800 subunidades experimentales o semillas de *G. ulmifolia* evaluadas.

Tabla 1. Factores en estudio.

Factores	Niveles	Codificación
Estratos de cosecha	Suelo	a <sub>1</sub>
	Bajo	a <sub>2</sub>
	Medio	a <sub>3</sub>
	Alto	a <sub>4</sub>
Tamaño de fruto	Pequeño	b <sub>1</sub>
	Mediano	b <sub>2</sub>
	Grande	b <sub>3</sub>

Tabla 2. Descripción de tratamientos por la combinación de factores en estudio.

Combinaciones	Descripción	Tratamiento
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Estrato suelo con fruto pequeño	T <sub>1</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Estrato suelo con fruto mediano	T <sub>2</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Estrato suelo con fruto grande	T <sub>3</sub>
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Estrato bajo con fruto pequeño	T <sub>4</sub>
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Estrato bajo con fruto mediano	T <sub>5</sub>
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Estrato bajo con fruto grande	T <sub>6</sub>
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Estrato medio con fruto pequeño	T <sub>7</sub>
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Estrato medio con fruto mediano	T <sub>8</sub>
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	Estrato medio con fruto grande	T <sub>9</sub>
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	Estrato alto con fruto pequeño	T <sub>10</sub>
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	Estrato alto con fruto mediano	T <sub>11</sub>
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	Estrato alto con fruto grande	T <sub>12</sub>

Para la contrastación estadística de las hipótesis se plantearon: una nula y la otra alterna para los tres tratamientos aplicados en la experimentación:

$$H_0: \mu T_1 = \mu T_2 = \mu T_3 = \mu T_4 = \mu T_5 = \mu T_6 = \mu T_7 = \mu T_8 = \mu T_9 = \mu T_{10} = \mu T_{11} = \mu T_{12}$$

$H_a: \mu T_1 \neq \mu T_2 \neq \mu T_3 \neq \mu T_4 \neq \mu T_5 \neq \mu T_6 \neq \mu T_7 \neq \mu T_8 \neq \mu T_9 \neq \mu T_{10} \neq \mu T_{11} \neq \mu T_{12}$ ; o al menos uno es diferente

$H_0$ : Las variables de viabilidad y vigor de semillas de *Guazuma ulmifolia* Lam. son iguales en todos los tratamientos.

$H_a$ : Las variables de viabilidad y vigor de semillas de *Guazuma ulmifolia* Lam. No son iguales en todos los tratamientos.

Si  $p < 0,05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta la  $H_a$

Los datos de las variables evaluadas (poder germinativo, energía germinativa, porcentaje de germinación, latencia, porcentaje de semillas no germinadas, porcentaje de plantas normales y anormales, longitud parte aérea y longitud de raíz, peso fresco y peso seco de plántulas de *G. ulmifolia*, fueron sometidos a la prueba de normalidad “shapiro wilks modificado” para determinar si estos tenían una distribución normal.

Para el conjunto de datos que presentaban el comportamiento de una distribución normal se realizó el análisis de varianza y la prueba de F a un nivel de  $\alpha$ : 0,05 de significancia para la comparación de los promedios aritméticos entre tratamientos se empleó el Test de Duncan con un nivel de 5% de significancia.

### 3.2.2.2. Variables determinadas

Las variables independientes fueron:

- Estratos de cosecha (suelo, bajo, medio y alto).
- Tamaño de fruto (pequeño, mediano y grande).

Las variables dependientes fueron:

- Viabilidad de semillas (poder germinativo y energía germinativa).

- Vigor de semillas (porcentaje de germinación, tiempo de latencia, porcentaje de semillas no germinadas, porcentaje de plantas normales y anormales, longitud de la parte aérea, longitud de raíz, peso fresco y peso seco de plantas).

### 3.2.2.3. Actividades de campo, laboratorio y vivero

La preparación del área y equipos. Se eligió un área con iluminación natural y uniforme en el vivero Forestal, verificándose así mismo el área a utilizar en el laboratorio, así como el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en las evaluaciones (balanza analítica y estufa).

Después de una semana que terminó la floración, el 03 de setiembre del 2019 se procedió a recolectar los frutos de *G. ulmifolia*, en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, para recolectar los frutos del suelo se procedió a seleccionar los que se encontraban sanos, para cosechar de los estratos de la copa, se utilizó una tijera telescópica, colocando finalmente los frutos en costales separados para evitar que se mezclen entre estratos de cosecha. Los frutos cosechados fueron transportados al Laboratorio de Semillas donde se les colocó en un lugar iluminado para que se oree por un periodo de dos días.

Transcurrido dicho tiempo, se procedió a pesar 50 frutos aleatoriamente donde se utilizó una balanza de precisión, con el cual se elaboró las categorías del tamaño de los frutos (pequeño, mediano y grande), los rangos obtenidos fueron:

- Pequeño : menor de 2,77 g
- Mediano : de 2,77 g hasta 3,77 g
- Grande : mayor a 3,77 g

Una vez obtenidos los rangos, se procedió a pesar cada fruto y de acuerdo al peso registrado se le colocaba en el grupo de los pequeños, medianos y/o grandes sin mezclar los estratos al que correspondían. Posteriormente a la agrupación, se procedió a extraer las semillas de los frutos usando una pinza, los cuales se sometieron a un tratamiento pre germinativo con agua caliente donde se utilizó una hervidora eléctrica y cuando el agua llegó al punto de ebullición alrededor de los 100°C, se dejó remojar por un lapso de 2 minutos las semillas, pasado dicho periodo de tiempo se utilizó un colador para separar las semilla y se las colocó en

un recipiente donde se le agregó agua destilada y se dejó remojar por 72 horas. Transcurrido dicho tiempo, se lavó las semillas que presentaban mucílago, para luego separar las 4800 semillas debido a que se necesitó conformar los 12 tratamientos distribuidos en 4 repeticiones.

La preparación del sustrato de germinación. El sustrato empleado para la germinación y desarrollo de la semilla fue extraído del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), dicho elemento fue esterilizado con 5 litros de agua hervida (100 °C punto de ebullición) con la finalidad de no presentar patógenos que al momento de ejecutar el ensayo pudiera comprometer los resultados de la germinación dificultando identificar los efectos que ocasionan la variable independiente.

La siembra se hizo el 28 de septiembre del año 2019 donde se utilizó un envase de helado por cada 100 semillas prosiguiendo el diseño de la investigación y al protocolo modificado propuesto por el ISTA (2002).

Recolección de datos. Durante el ensayo de germinación se realizó el conteo diario de semillas germinadas a lo largo de la duración del ensayo (31 días). A los 60 días se realizó el conteo de plantas emergidas y demás variables de vigor, además, se seleccionó el 30% de las plántulas emergidas por tratamiento.

Actividades de manejo. Se realizó el control de la humedad y la fumigación con fungicida Homai de manera que no resulte afectado el proceso de germinación y crecimiento de plántulas en la especie *G. ulmifolia*.

#### **3.2.2.4. Determinación de la viabilidad de la semilla**

La viabilidad de semilla fue expresada mediante el indicador denominado poder germinativo en donde la fórmula utilizada fue (ISTA, 2002):

$$PG = (NSG/ NSS) \times 100 \quad (1)$$

Siendo:

PG: Poder germinativo

NSG: Número de semillas germinadas.

NTSG: Número de semillas sembradas.

En caso del indicador energía germinativa de semillas viables, se determinó mediante la fórmula siguiente (ISTA, 2002):

$$EG_{sv} = (NMSG/NTSG) \times 100 \quad (2)$$

Siendo:

EG<sub>sv</sub>: Energía germinativa de semillas viables

NMSG: Número máximo de semillas germinadas en un tiempo dado.

NTSG: Número total de semillas germinadas.

El indicador energía germinativa de semillas sembradas se determinó con la siguiente fórmula (ISTA, 2002):

$$EG_{ss} = (NMSG/NTSS) \times 100 \quad (3)$$

Siendo:

EG<sub>ss</sub>: Energía germinativa de semillas sembradas

NMSG: Número máximo de semillas germinadas en un tiempo dado.

NTSG: Número total de semillas sembradas.

### **3.2.2.5. Determinación del vigor de semilla**

Para el porcentaje de germinación (%G): al final de la prueba se dividió el número total de plántulas normales entre el número total de semillas (Niembro, 1986).

$$PG = (NPN/NTS) \times 100 \quad (4)$$

Siendo:

PG: Porcentaje de germinación.

NPN: Número de plántulas normales.

NTS: Número total de semillas.

El tiempo de latencia (TL) se determinó contando los días transcurridos desde la siembra hasta el inicio de la germinación. El TL ayuda a conocer la efectividad del tratamiento o tratamientos para romper la latencia (Del Amo, 2002).

El porcentaje de semillas no germinadas se determinó mediante el conteo y posterior conversión a porcentaje de aquellas semillas, duras, semillas frescas no germinadas y semillas muertas (Peretti, 1994).

El porcentaje de plantas normales se determinó mediante el conteo de aquellas plantas cuyo aspecto supone capacidad para seguir desarrollándose normalmente, presentan en buen estado los órganos esenciales. Es decir, el sistema radicular bien desarrollado sin ninguna anomalía y eje embrionario bien desarrollado. Además, se consideraron plántulas con leves defectos o con infecciones secundarias (Peretti, 1994).

El porcentaje de plantas anormales se determinó por el conteo de aquellas plantas que no pueden desarrollar plantas normales por presentar uno o varios defectos, como: raíz primaria ausente, deforme, fisurada, con geotropismo negativo, etc.; coleóptilo ausente, dañado o roto; primeras hojas ausentes o deformes; plántulas amarillentas o blancas; etc. (Peretti, 1994).

Para la longitud de la parte aérea (LPA), se tomó el 30% de las plántulas de cada repetición al azar, de las cuales se midió en centímetros la longitud de la parte aérea empleando una regla milimetrada, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la última hoja.

Para la longitud de raíz (LR), se midió la longitud de raíz en centímetros del 30% de las plántulas de cada repetición tomadas al azar, considerando desde el cuello de la raíz hasta la punta de la misma.

El peso fresco de plántula (PF). Se utilizaron las mismas plantas que se emplearon para medir la longitud de plántula, que fueron pesadas en gramos en una balanza analítica.

El peso seco de plántula (PS). Se utilizaron las mismas plantas que se emplearon para medir la longitud de plántula, las cuales se colocaron en una estufa a 80°C durante 72 h; al final de este periodo se determinó en una balanza analítica el peso seco en gramos.

Los datos fueron analizados empleando el programa estadístico Minitab, LLC. de fácil acceso a los estudiantes a su software de estadística, la contrastación de hipótesis se hizo mediante el Análisis de la varianza para datos paramétricos y Kruskal Wallis para distribuciones no paramétricos, mientras que la comparación de medias se realizó mediante la prueba Tuckey, ambos realizados a un nivel de confianza del 95%.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Viabilidad de semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam)

La Tabla 3 muestra el análisis de varianza al 95% para el “poder germinativo” y “energía germinativa de semillas sembradas” de *G. ulmifolia*, observándose diferencias estadísticas altamente significativa, para los diferentes estratos de cosecha (A) para ambas variables con un p-valor” obtenido de 0,0008 para el poder germinativo y 0,0040 para la energía germinativa de semillas sembradas.

Tabla 3. Análisis de varianza para poder germinativo y energía germinativa de semillas sembradas.

F.V.	Poder germinativo			Energía germinativa de semillas sembradas (%)		
	G.L.	C.M.	p - valor	G.L.	C.M.	p – valor
Estrato de cosecha (A)	3	2283	0,0008 <sup>as</sup>	3	1355,50	0,0040 <sup>as</sup>
Tamaño de fruto (B)	2	252	0,4724 <sup>ns</sup>	2	305,69	0,3144 <sup>ns</sup>
A*B	6	152	0,8327 <sup>ns</sup>	6	95,60	0,8908 <sup>ns</sup>
Error	36	330		36	255,82	
Total	47			47		

F.V: Fuente de variación; C.M: Cuadrado medio; G.L: Grado de libertad

As: Altamente significativo; ns: No existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$

En la Tabla 4, las comparaciones entre los diferentes estratos de cosecha para el poder germinativo muestran que el estrato suelo (59,25%) y medio (54,67%) fueron superior estadísticamente que el estrato bajo y alto, mientras que en los diferentes tamaños de fruto no se evidenció diferencias estadísticas, sin embargo, numéricamente el tamaño de fruto pequeño resultó mayor con 49,19%, seguido por tamaño grande (44,94%) y mediano (41,25%).

En la energía germinativa de semillas sembradas existió diferencia estadística entre los diferentes estratos de cosecha, registrándose una diferencia estadística significativa para el estrato suelo con 45,58% siendo superior estadísticamente y numéricamente al estrato bajo (26,83%) y alto (24,50%). Por otro al comparar los diferentes tamaños de fruto no se evidenció diferencias estadísticas, pero numéricamente el tamaño de fruto pequeño fue superior con 38,13%, seguido por el tamaño grande (36,31%) y mediano (29,81%).

Juntando los dos indicadores, se observa que tanto el poder como la energía germinativa de las semillas sembradas, solo muestran diferencias estadísticas para los estratos de cosecha, lo cual se deduce que los diferentes tamaños de frutos de *Guazuma ulmifolia*, obtenidas no está influyendo de forma significativa para las variables evaluadas (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de comparación múltiple de medias del poder germinativo y energía germinativa de semillas sembradas.

Poder germinativo			Energía germinativa de semillas sembradas (%)		
Estrato de cosecha	Media	Sig.	Estrato de cosecha	Media	Sig.
Suelo	59,25	a	Suelo	45,58	a
Medio	54,67	a	Medio	42,08	a
Bajo	33,50	b	Bajo	26,83	b
Alto	33,08	b	Alto	24,50	b
Tamaño de fruto	Media	Sig.	Tamaño de fruto	Media	Sig.
Pequeño	49,19	a	Pequeño	38,13	a
Grande	44,94	a	Grande	36,31	a
Mediano	41,25	a	Mediano	29,81	a

Letras diferentes representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

En el análisis de la varianza (ANVA), los niveles del factor estrato de cosecha y los niveles del tamaño de fruto no presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 5), asimismo, las interacciones de ambos niveles de cada factor en estudio tampoco registraron significancia estadística, obteniendo un “p-valor” igual a 0,8624, determinándose que los factores en estudio presentan efectos independientes.

Tabla 5. Análisis de varianza de energía germinativa de semillas viables.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p – valor
Estrato de cosecha (A)	3	742,12	247,3718	0,8607	0,4703 <sup>ns</sup>
Tamaño de fruto (B)	2	0,18	0,0886	0,0003	0,9997 <sup>ns</sup>
A*B	6	720,3	120,0493	0,4177	0,8624 <sup>ns</sup>
Error	36	10347,08	287,4188		
Total	47	11809,67			

F.V: Fuente de variación; G.L: Grado de libertad; S.C: Suma de cuadrados; C.M: Cuadrado medio

ns: No existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$

La Tabla 6 muestra la prueba de rangos múltiples para la energía germinativa de las semillas viables por efecto de los niveles de los factores “estrato de cosecha” y del “tamaño de fruto”, se observa que no existe diferencia estadística en los niveles de estrato de cosecha, siendo numéricamente el nivel “bajo” con un valor del 80,60% el que registró mayor promedio aritmético correspondiente a la energía germinativa; de manera similar, no existe diferencias estadísticas significativas entre los niveles del tamaño de fruto, siendo reportado numéricamente que el nivel de tamaño “grande” obtuvo un valor del 75,29%, el cual fue el registro de mayor promedio respecto a la energía germinativa de semillas viables en *G. ulmifolia*. La ausencia de efectos estadísticos pudo atribuirse a que los tratamientos de escarificación son directamente responsables de la germinación, en adelante las plántulas presentan una dependencia más del sustrato que del cotiledón y como en el estudio se utilizó un sustrato uniforme para todos los tratamientos, los vegetales aprovecharon los nutrientes y uniformizaron su crecimiento; esto es corroborado por Ferguson *et al.* (2007) al resaltar que, las semillas de la especie en estudio son dispersadas así como escarificadas por ganado vacuno y murciélagos específicamente, lo cual garantiza su germinación, pero en adelante depende de los factores edáficos y ambientales como el sombreado que es otorgado en el bosque por otras especies vegetales de mayor dimensión y en caso del vivero es otorgado por el tinglado de la misma.

Tabla 6. Prueba de comparación de medias para la energía germinativa de semillas viables por efecto de los niveles de estratos de cosecha y tamaño de fruto.

Estrato de cosecha	Media	Significancia
Bajo	80,60	a
Medio	75,57	a
Suelo	75,18	a
Alto	69,50	a
Tamaño de fruto	Media	Significancia
Grande	75,29	a
Pequeño	75,22	a
Mediano	75,14	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Asimismo, se puede visualizar de otra manera, cada factor en estudio presenta efectos independientes sobre la energía germinativa. Sin embargo, realizando un análisis numérico se reporta que en el estrato bajo se registró mayor energía germinativa de semillas, por otra parte se observa que los tamaños de fruto no influyen en la variable evaluada, ya que no muestra diferencias estadísticas ni numéricas superiores entre los diferentes niveles

El poder germinativo fue más relevante al momento de recoger los frutos caídos (59,25%) y del estrato medio (54,67%) y con tamaños pequeño (49,19%). Estos resultados difieren a los reportes del CONAFOR (s.d.) al indicar que el porcentaje de germinación fluctúa solamente desde los 4,0% hasta el 13,0%, mientras que al hacer uso de las cámaras germinadoras se logra obtener 80% de dicha variable, además, de añadirle escarificación empleando agua caliente por un periodo de 10 minutos y utilizar 77,0% en luz con 94% en sombra; ante esto, se muestra que para propagar esta especie forestal se tiene que incluir varios factores a probar como es la iluminación, los medios controlados y una escarificación física o química como el ácido sulfúrico al 60% (Román *et al.*, 2005), ya que estas semillas se encuentran en latencia.

De manera general, se reportó una media del poder germinativo de las semillas en 45,13%, lo cual supera a los reportes de Román *et al.* (2005) donde registran un valor del 35,00%, que puede atribuirse a que solamente hayan empleado frutos cosechados directamente del árbol semillero ya que en muchas especies y por parte de muchos silvicultores evitan recoger semillas del suelo atribuyendo que pudieran estar contaminados o en algunos casos es muy limitado la recolección sea por las malezas del suelo o al tamaño de los frutos. Además, en ambos casos, el valor alcanzado por el poder germinativo es muy bajo en comparación a otras especies, el cual, para el autor mencionado se puede compensar a que esta especie siempre posee gran cantidad de frutos y por ende hay abundantes semillas.

Debido a que se utilizó semillas frescas procedentes de la cosecha del árbol a excepción de las semillas recogidas del suelo que no presentaban daños mecánicos y no estaban en proceso de descomposición la parte externa de los frutos, se logró alcanzar un valores mayores en la germinación cuando las semillas medianas que provenían de frutos recogidos del suelo, esto es muy favorable ya que se tienen reportes según el CATIE (2000) y Salazar *et al.* (1997), las semillas frescas tratadas germinan hasta el 80% y cuando son guardadas se les tiene que someter

a un tratamiento para lograr el 60% de germinación, lo cual es ocasionada por la latencia que tienen las semillas y hay disminución de su capacidad de germinar.

El tamaño de las semillas no influyó en el porcentaje de germinación siempre y cuando pertenecían al estrato suelo, esto pudo ocurrir debido a que dichos frutos lograron alcanzar la madurez fisiológica, ya que según la CATIE (2000), esta especie presentan variación de los frutos desde los 1,5 hasta los 4,0 cm de largo, similar comportamiento registró Kainer *et al.* (1999) en la especie *Bertholletia excelsa*, no encontrando valores diferentes en la germinación al utilizar diferentes tamaños de semillas, lo cual lo presumían a la latencia endógena de las semillas (semillas que no culminaron la madurez fisiológica). Resultados diferentes encontraron Khan *et al.* (1999) en *Messua férrea*, quienes observaron relación directa entre la cantidad de semilla en un fruto y el porcentaje de germinación, mientras que, en caso del peso de las semillas y el tiempo de germinación poseen una relación inversa con la cantidad de semillas por fruto, además, en *Croton guatemalensis*, Pozo *et al.* (2019) encontraron que, semillas de mayor tamaño presentaron mayor porcentaje de germinación (98%).

Solo se registró diferencias estadísticas para la energía germinativa de semillas sembradas influenciados por los estratos de cosecha, mientras para los diferentes tamaños no se registró diferencias, por otra parte para las variables de energía germinativa de semillas viables no se encontró diferencias estadísticas significativas en los estratos de cosecha, así como en los tamaños del fruto, posiblemente atribuido a que las semillas se encontraban frescas (CATIE, 2000), y tenían un potencial muy alto de la energía germinativa en cada nivel de factor estudiado, ya que este indicador reporta la fuerza con la que germina una semilla.

#### **4.2. Vigor de semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae)**

La Tabla 7 muestra el análisis de varianza a un 95% de nivel de confianza para los datos de la variable porcentaje de germinación, latencia, porcentaje de semillas no germinadas, porcentaje de plantas normales y porcentaje de plantas anormales; observándose que solamente existe significancia estadística por efecto de los estratos de cosecha para las variables de germinación (%), latencia, semillas no germinadas y planta normal. Mientras para los diferentes tamaños de fruto y la interacción no muestra diferencias estadísticas significativas, lo que indica que cada factor actúa de forma independiente en las variables de vigor.

Tabla 7. Análisis de varianza para las variables de vigor.

FV	Gl	Germinación (%)	Latencia	Semillas no germinadas (%)	Planta normal (%)	Planta anormal(%)
		p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
A	3	0,0428 <sup>s</sup>	0,0070 <sup>s</sup>	0,0008 <sup>as</sup>	0,0428 <sup>s</sup>	0,0600 <sup>ns</sup>
B	2	0,7156 <sup>ns</sup>	0,6919 <sup>ns</sup>	0,4724 <sup>ns</sup>	0,7156 <sup>ns</sup>	0,5462 <sup>ns</sup>
A x B	6	0,7285 <sup>ns</sup>	0,6190 <sup>ns</sup>	0,8327 <sup>ns</sup>	0,7285 <sup>ns</sup>	0,8796 <sup>ns</sup>
Error	36					
Total	47					

F.V: Fuente de variación; G.L: Grado de libertad

A: Estratos de cosecha; B: Tamaño de fruto; s: Existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$ ; ns: no presenta significancia estadística; as: Existe diferencia altamente estadística

La Tabla 8 muestra la prueba de comparación de medias para las variables de vigor, donde para el porcentaje de germinación con respecto a los estratos de cosecha se observa que el nivel suelo (43,06%) y medio (42,44%) fueron superior tanto estadísticamente y numéricamente que los estratos bajo y alto, mientras al comparar en los diferentes tamaños de frutos no hubo diferencias estadísticas, pero numéricamente los frutos pequeños presentaron mayor valor con 36,67%. Para la variable de Latencia se reportó superiores valores estadísticamente y numéricamente en los estratos medio (7,17), bajo (5,67) y alto (5,67), mientras para los tamaños del fruto tampoco se registró diferencias estadísticas.

Con respecto al porcentaje de semillas no germinadas analizado en los diferentes estratos de cosecha, presentó valores superiores estadísticamente en el nivel alto (66,92%) y bajo (66,50%). Al comparar el porcentaje de plantas normales se registró diferencias estadísticas para el estrato del suelo (43,06%) y medio (42,44%), caso parecido ocurre para el porcentaje de plantas anormales presentaron valores superiores en los estratos de suelo y medio. Asimismo, se muestra que los diferentes tamaños de frutos no muestran diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas. Las semillas de frutos grandes y pequeños que fueron recogidos del suelo alcanzaron mayor velocidad de germinación o dicho de manera contraria con menor tiempo de latencia, esto en cierto modo es similar al estudio de Otegui *et al.* (2007) quienes en la especie *Psidium cuneatum*, reportaron mejores porcentajes de germinación (68,33%) y menores índice de velocidad para germinar (2,84 días) en las semillas que se obtuvieron de frutos con mayores dimensiones en comparación a los que procedían de frutos

más pequeños, esta variación de los resultados se le atribuye en cierta medida a que las semillas procedentes de frutos pequeños presentarían el grado de inmadurez embrionaria, es por ello que se recomienda tener en consideración que, en una planta cuando se tengan frutos de diferentes dimensiones, los que son de mayor tamaño estaría siendo un indicativo para obtener semillas maduras. Consideraciones muy similares obtuvieron Visweshara & Raju (1972), concluyendo que, el porcentaje y la velocidad de germinación está relacionada directamente con la madurez del fruto.

Tabla 8. Resumen de comparación múltiple de medias para variables de vigor.

	Germinación (%)		Latencia		Semillas no germinadas (%)		Planta normal (%)		Planta anormal (%)	
	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.
<b>Estrato de cosecha</b>										
Suelo	43,06	a	4,25	b	40,75	b	43,06	a	16,19	a
Medio	42,44	a	7,17	a	45,33	b	42,44	a	12,22	a
Bajo	26,06	b	5,67	a	66,50	a	26,06	b	7,45	ab
Alto	28,61	b	5,67	ab	66,92	a	28,61	b	4,47	b
<b>Tamaño de fruto</b>										
Pequeño	36,67	a	5,63	a	50,81	a	36,67	a	12,52	a
Grande	36,42	a	6,06	a	55,06	a	36,42	a	8,52	a
Mediano	32,04	a	6,25	a	58,75	a	32,04	a	9,21	a

Letras diferentes representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Uno de los indicadores muy preocupantes es la cantidad de plantas anormales que se originan en la especie en estudio (Tabla 8), pero según Pennington y Sarukán (1998), esto se compensa con la gran cantidad de frutos que produce las plantas ya que su floración se observa alrededor de todo el año, siendo más notorio en los meses de abril hasta octubre; como hay abundante floración las semillas son abundantes en casi todo el año y las plantas son muy abundantes.

La Tabla 9 muestra el análisis de varianza (ANVA) para las variables cuyos datos seguían una distribución normal. Donde se muestra que el factor “estrato de cosecha” no tiene efecto sobre las variables de vigor (longitud parte aérea, longitud radicular, peso fresco) a excepción de la variable peso seco, donde si se presenta diferencias estadísticas (p-valor

0,0311). Asimismo, el factor “tamaño de fruto” y la interacción “estrato de cosecha x tamaño de fruto” no tuvieron efecto sobre las variables de vigor (longitud parte aérea, longitud radicular, peso fresco y peso seco), ya que no presentaron significancia estadística.

Tabla 9. Resumen de análisis de varianza para variables de vigor.

FV	Long. parte aérea		Long. radicular		Peso fresco		Peso seco	
	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor
Estrato de cosecha (A)	2,02	0,1286 <sup>ns</sup>	2,45	0,0789 <sup>ns</sup>	1,79	0,1662 <sup>ns</sup>	3,3	0,0311 <sup>s</sup>
Tamaño de fruto (B)	0,77	0,4710 <sup>ns</sup>	0,54	0,5858 <sup>ns</sup>	1,53	0,2298 <sup>ns</sup>	1,32	0,2787 <sup>ns</sup>
A x B	0,54	0,7769 <sup>ns</sup>	0,47	0,8254 <sup>ns</sup>	0,44	0,8467 <sup>ns</sup>	0,67	0,6747 <sup>ns</sup>

F.V: Fuente de variación; F:

s: Existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$ ; ns: No presenta significancia estadística.

La Tabla 10 presenta la prueba de comparación de rangos múltiples de realizado para los indicadores de la variable vigor (longitud parte aérea, longitud radicular, peso fresco, peso seco) por efecto de los niveles de estrato de cosecha. observándose que no existe diferencias estadísticas en los cuatro niveles de cosecha en las variables “longitud parte aérea”, “longitud radicular” y “peso fresco”. Sin embargo, se muestran diferencias estadísticas en la variable peso seco, donde el nivel “suelo” presenta el mayor peso seco (0,1436 g).

Tabla 10. Resumen de comparación de medias para variables de vigor por efecto de los niveles de estrato de cosecha.

Estrato de cosecha (A)	Longitud parte aérea		Longitud radicular		Peso fresco		Peso seco	
	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig
Suelo	9,96	a	5,19	a	0,1814	A	0,1436	a
Bajo	8,99	a	4,54	a	0,1431	A	0,1042	ab
Medio	8,01	a	3,88	a	0,1239	A	0,0822	b
Alto	8,29	a	4,08	a	0,1399	A	0,096	ab

Letras diferentes representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

La Tabla 11 presenta la prueba de comparación de medias para las variables de vigor (longitud parte aérea, longitud radicular, peso fresco, peso seco) por efecto de los niveles de tamaño de fruto. observándose que no existe diferencias estadísticas en los cuatro niveles de cosecha en las variables “longitud parte aérea”, “longitud radicular” y “peso fresco.

Tabla 11. Resumen de comparación de medias para variables de vigor por efecto de los niveles de tamaño de fruto.

Tamaño de fruto (B)	Longitud parte aérea		Longitud radicular		Peso fresco		Peso seco	
	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig
Pequeño	9,11	a	4,65	a	0,1634	a	0,1226	a
Mediano	9,05	a	4,43	a	0,1524	a	0,1022	a
Grande	8,28	a	4,18	a	0,1254	a	0,0946	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Asimismo, se muestra la respuesta de los indicadores del vigor: longitud parte aérea, longitud radicular, peso fresco y peso seco, por efecto de la interacción de los factores “estrato de cosecha” y “tamaño de fruto”. Observándose que no existen diferencias estadísticas entre estos niveles, sin embargo, numéricamente en la variable longitud parte aérea representaba a las plántulas procedentes de semillas que fueron cosechadas del estrato suelo y de frutos con tamaño pequeño que registraron los valores más altos para las cuatro variables (10,13 cm, 5,27 cm, 0,2012 g y 0,1604 g respectivamente).

No se encontró diferencias estadísticas significativas entre las combinaciones generadas por parte de los niveles de cada factor respecto al porcentaje de germinación, lo cual se traduce en que se puede emplear cualquiera de los estratos de cosecha y cualquier tamaño del fruto para obtener similar valor germinativo; esto es muy importante conocer debido a que, Martínez *et al.* (2010) señala que, en caso de las empresas, esta variable resulta de mayor importancia para calificar los lotes de producción de semilla, fortaleciendo la certificación y comercialización que está basado en la calidad de la misma.

En caso del efecto principal, se tiene los plantones provenientes de frutos que se encontraban en el suelo alcanzaron mayor biomasa o peso seco (0,14 g) al compararlas con los

demás estratos de cosecha, estas diferencias no se logró demostrar al considerar las dimensiones de los frutos, a pesar que hay reportes de dicha variabilidad de efectos en especies como *C. guatemalensis*, en donde se observan superioridad de indicadores del vigor de los plántones cuando se empleaba semillas procedentes de frutos con mayor tamaño (Pozo *et al.*, 2019); en este caso particular se ve que los frutos que se encontraban en el suelo como iniciaron mucho más rápido su germinación y llevaban la delantera en relación a las semillas que tardaron un poco más en germinar que generalmente correspondían al estrato bajo, medio y alto, esto generó plántones con mayor biomasa al compararse con los plántones procedentes de otros estratos de cosecha.

Los indicadores del vigor representadas por la longitud de la parte aérea (10,13 cm), la longitud radicular (5,27 cm), el peso fresco (0,20 g) y el peso seco (0,16 g) que sobresalían numéricamente en plántones provenientes de frutos pequeños recogidas del suelo no presentaron diferencias estadísticas significativas con las demás combinaciones de los niveles de ambos factores en estudio; este comportamiento no ratifica los antecedentes de mejor resultados con frutos y semillas grandes en otras especies como *E. ovata* (Harrison *et al.*, 2014), en *P. australis* donde las semillas más pesadas fueron mucho más apropiadas para la producción de plántones (Seltmann *et al.*, 2007), en poblaciones de *P. hartwegii* las semillas más grandes presentaban mejor oportunidad de sobrevivir en los brinzales (Iglesias *et al.*, 2006) y Davidson *et al.* (1996) encontraron correlación positiva entre el peso de la semilla y la germinación en *A. amabilis*.

## V. CONCLUSIONES

1. La viabilidad y el vigor de las semillas no están influenciados estadísticamente al tener en consideración las semillas procedentes de frutos con diferentes tamaños, pero si se muestran diferencias estadísticas en los estratos de la cosecha.
2. La viabilidad expresada mediante el poder germinativo fue estadísticamente superior al cosechar en estrato suelo (59,25%) y medio (54,67%), mientras al utilizar frutos no se registraron diferencias estadísticas significativas, pero numéricamente los frutos pequeños obtuvieron mayor porcentaje de germinación con 49,19%. Con respecto a la latencia fue superior estadísticamente y numéricamente en el estrato medio con 7,17 días.
3. Estadísticamente el vigor expresado en el porcentaje de germinación fue de 43,06%, planta normal (43.06%) y planta anormal (16,19) cosechados en el estrato del suelo y numéricamente estas variables fueron superiores en los frutos pequeños; en caso de los indicadores longitud aérea (9,96 cm), longitud radicular (5,19 cm), peso fresco (0,1814 g) y peso seco (0,1436 g) fueron superiores estadísticamente al utilizar semillas de frutos recogidos del suelo y numéricamente fueron superiores al recoger frutos pequeños.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Emplear estudios donde se les añada como factor en estudio a los diferentes tratamientos pre germinativos con fines de mejorar el porcentaje de germinación de la especie en estudio.
2. Generar información sobre la proporción de las categorías del tamaño de frutos (pequeño, mediano y grande) que presentan los árboles de la especie en estudio (variabilidad intraespecífica) con la finalidad de estimar la cantidad de semillas para su comercialización.
3. Fomentar estudios de los efectos del tamaño de frutos o semillas sobre la viabilidad y vigor en las diversas especies forestales de la provincia de Leoncio Prado para tener una fuente de información básica que otorgará nuevos enfoques a los viveristas y silvicultores particulares.
4. Difundir las investigaciones, propiedades y uso de aquellas especies forestales que no son comercializadas por desconocimiento de sus atributos físicos, mecánicos y químicos.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriaga Martínez, V., Cervantes Gutiérrez, V., & Vargas Mena, A. (1994). *Manual de reforestación con especies nativas*. SEDESOL. UNAM. México DF. (México). 187 p.
- ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ANALISIS DE SEMILLAS. (2002). *Reglas Internacionales para ensayos de semillas*. España, ISTA. 280 p.
- Batis Muñoz, A. I., Alcocer Silva, M. I., Gual Díaz, M., Sánchez Dirzo, C., & Vázquez Yanes, C. (1999). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Instituto de Ecología, UNAM - CONABIO. México, D.F.
- Cáceres Calderón, Z. M. y Lara Lacombe, B. J. (2007). *Aspectos tecnológicos y financieros de la reproducción de plantas de Guazuma ulmifolia Lam. para un sistema silvopastoril*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Huejutla. Huejutla de Reyes, Hidalgo. 34 p.
- Camacho Cruz, A., Gonzales Espinoza, M., Wolf, J., & De Jong, B. (2000). *Germinación y supervivencia de especies de árboles en los bosques disturbados de las altas tierras de Chiapas*. México. Rev. Canad. de bot., 78(1), 1309-1318.
- Campos Arce, J. J. (1989). *El guacimo (Guazuma ulmifolia Lam), especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos*. CASAF Ltda. San José, Costa Rica. 40 p.
- Cardona Andújar, J. (2008). *Propagación vegetativa de cinco especies potencialmente importantes para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: p. 497-516.
- CATIE. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de America Latina*. Vol. 2. Proyecto de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. 220 p.
- Christian Curtis, V. A. (2013). *Germinación de semillas. Fisiología vegetal*. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes (Argentina). Guía de estudio. 22 p. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guia%20de%20estudio-Germinacion.pdf>
- COMISION NACIONAL FORESTAL. (2018). *Una guía útil para los árboles fijadores de nitrógeno del mundo. Guazuma ulmifolia: adaptada para forraje y mucho más*. Serie Paquetes Tecnológicos. CONAFOR, México. 7 p. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/928Guazuma%20ulmifolia.pdf>

- Covas, G. F. (1980). *Efectividad de las selecciones recurrentes por medios mecánicos en centeno (*Secale cereale* (L.) M.Bieb.) y en sorgo negro (*Sorghum etmun* L.)*. *Rev. Genetica*, 2(1), 453-456.
- Cronquist, A. J. (1981). *Un sistema integrado de clasificación de las Angiospermas*. Ed. Columbia University Press. 1062 p.
- D. Steel, R. G., & Torrie, J. H. (1980). *Principios y procedimientos de Estadísticas del enfoque biométrico*. 2 ed. México, McGraw Hill. 185 p.
- Davidson, R. H., Edwards D, G. W., Sziklai, O., & El-Kassaby, Y. A. (1996). *Genetic variation in germination parameters among populations of Pacific Silver fir*. *Sivae Genetics*, 45(1), 23-25.
- Del Amo Rodríguez, S., Vergara Tenorio, M. C., Ramos Prado, J. M., & Sainz Campillo, C. (2002). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. CONAFOR-CONACYT. Doc. Trab. Veracruz, México. 187 p.
- EMB. (Encyclopédie Méthodique, Botanique). (2007). *Guazuma ulmifolia* (Lam.). [www.fs.fed.us/global/ítif/Guazumaulmifolia.pdf](http://www.fs.fed.us/global/ítif/Guazumaulmifolia.pdf)
- Figuroa Arévalo, J. A. (2000). *Aspectos ecológicos de la germinación en especies del bosque templado húmedo del sur de Chile*. *Rev. Chil. De Flora y Veg.* Santiago (Chile). 189 p.
- Galloway, G., & Borgo, G. (1987). *Manual de viveros forestales en la sierra peruana*. Proy. FAO/HOLANDA/INFOR. Perú. 165 p.
- Giraldo Valderrama, L. A. (1996). *Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles*. UNC. Bol. N° 2. Medellín, Colombia. 18 p.
- Gordon Ferguson, B., Miceli, M. C. L., Pascasio, D. G., Díaz, V. J. L. y Cortez, J. P. (2007). *¿Puede el ganado ayudarnos a sembrar árboles?* In: Alemán, S.T., Ferguson, B.G. and Medina Jonapá, F.J. (eds.). *Ganadería, Desarrollo y Ambiente: Una Visión para Chiapas*. México, pp. 57-58.
- GRUPO PARA LA FILOGENIA DE LAS ANGIOSPERMAS. (2009). *Sistema de clasificación APG III*. <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/divveg2/CLADOS%20curso%202010.pdf>

- Hameed, Baloch A., Di Tommaso, A. O., & Watson Featherstone, A. K. (2001). *Intrapopulation variation in *Abutilon theophrasti* seed mass and its relationship to seed germinability*. *Seed Science Research*, 11(4), 335-345. <https://doi.org/10.1079/SSR200190>
- Harrison, P. A., Bailey, T. G., Vaillancourt, R. E., & Potts, B. M. (2014). *Provenance and seed mass determines the seed germination success of *Eucalyptus ovata* (Myrtaceae)*. *Seed Science and Technology*, 42(3), 466-472.
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1982). *Propagación de plantas y principios básicos*. 3 ed. México. Ed. CECSA. 814 p.
- Hermosillo Gonzáles, Y., Aguirre Ortega, J., Alonso Rodríguez, R., Gómez Gurrola, A., Huerta Jacobo, R. y Ramos Quirarte, A. (2008). *Combinación de métodos para germinación y emergencia de germoplasma forrajero en la obtención de planta para sistema silvopastoril en Nayarit*. In: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. "Estrategias ambientalmente amigables". Experiencias productivas y académicas. Universidad de Colima. Colima, México. May 12-16. pp. 133-136.
- Herrera, C. M., Jordano, P., Guitan, J., & Traveset, A. (1998). *Variabilidad innovadora en la producción de semillas por plantas leñosas y la reevaluación del concepto correspondiente de principios y relación con la polinización y la dispersión de semillas*. *Rev. American naturalist*. 152(4):576-594.
- Iglesias Andreu, L. G., Mora, I., & Casas Martínez, J. L. (2006). *Morfometría, viabilidad y variabilidad de las semillas de la población de *Pinus hartwegii* del Cofre de Perote*, Veracruz, México. *Cuadernos de Biodiversidad*. 19:14-18.
- Ilbi, H., Kavak, S., & Eser, B. (2009). *Germinación fresca: prueba de lata es una prueba de vigor alternativa para el maíz*. *Rev. la Ciencia y la semilla (México)*. 37(2):516-519.
- ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). (2002). *Reglas Internacionales para ensayos de semillas*. Madrid, España. 280 p.
- ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). (2005). *International Rules for seed testing. Rules and annexes*. *Seed Science and Technology*. 4:3-177.
- Kainer, K. A., De Matos Malavasi, M., Duryea, M. L., Rodrigues Da Silva, E. (1999). *Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) seed characteristics, preimbibition and germination*. *Seed Science and Technology*. 27:731-745.

- Khan, M. L., Bhuyan, P., Shankar, U., & Todaria, N. P. (1999). *Seed germination and seedlings fitness in Messua ferrea L. in relation to fruit size and seed number per fruit*. *Acta Oecologica*, 20(6), 599-606.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1146609X99001010>
- Little, E. L., & Dixon, R. G. (1969). *Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas. Estudio de pre-inversión para el desarrollo forestal del Noroccidente, Ecuador*, informe final. Roma, FAO. 4:406-407.
- López Ortiz, S., Villarruel Fuentes, M., Ortega Jimenez, E. y Jiménez Ruiz, E. R. (2006). *Crecimiento y producción de Guazuma ulmifolia Lam. en bancos de forraje bajo condiciones de clima cálido subhúmedo*. In: Memoria de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. México, D.F., July 10-12. pp. 133-138.
- Manríquez-Mendoza, L. Y., López-Ortiz, S., Pérez-Hernández, P., Ortega-Jiménez, E., López-Tecpoyotl, Z. G., Villarruel-Fuentes, M. (2011). *Agronomic and forage characteristic of Guazuma ulmifolia Lam. Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 453-463.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a1.pdf>
- Manríquez-Mendoza, L.Y., Cáceres Calderón, Z. M., Lara Lacombe, B. J., López Ortiz, S. y Villarruel Fuentes, M. 2007. *Potencial de Guácimo como forraje en Veracruz. Aspectos técnicos y financieros de la propagación del árbol forrajero guácimo (Guazuma ulmifolia Lam.)*. *Agroentorno*, 87(1), 27-28.
- Martínez, J., & Sánchez Rendón, J. A. (2016). *Incremento de la germinación en semillas de Guazuma ulmifolia (Malvaceae) por ciclos de hidratación-deshidratación y fluctuaciones en la temperatura*. *Acta Botánica Cubana*. 215(3):352-360.  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Actabotanicacubana/2016/vol215/no3/8.pdf>
- Martínez Solís, J., Virgen Vargas, J., Peña Ortega, M. G., & Santiago Romero, A. (2010). *Índice de velocidad de emergencia en líneas de maíz*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(3), 289-304. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v1n3/v1n3a2.pdf>
- Niembro Rocas, A. (1986). *Árboles y arbustos útiles de México*. México, Limusa.
- Obando, Y., Gomez, J. (2004). *Fenología y propagación de Plukenetia volubilis, Oenocarpus bataua, Eschwieleria sp y otras especies de interés como productos forestales no maderables*. Caquetá, Colombia. Cuad. N° 3. 87 p.

- Ortí Benito, A. (2009). *Germinación de la semilla. Unidad de Geología y Biología, Manises Valencia.* (España). Guía práctica 25 p.  
<http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2010/7.pdf>
- Osuna Fernández, H. R., Osuna Fernández, A. M., & Fierro Álvarez, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores UNAM.* México DF. México. 91 p.
- Otegui, M., Sorol, C. B., Fleck, A., & Klekailo, G. N. (2007). *Madurez fisiológica, germinación y conservación de semillas de guayabito (Psidium cuneatum Camb.-Myrtaceae).* *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3), 160-169.  
<https://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n3/a19v29n3.pdf>
- Pablo Pérez, M., Lagunes Espinoza, L. C., López Upton, J., Ramos Juárez, J., & Aranda Ibáñez, E. M. (2013). *Morfometría, germinación y composición mineral de semillas de Lupinus silvestres.* *Bioagro* 25(2):101-108.
- Penington Terence, D., & Sarukhán Kermez, J. (1968). *Árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.* México. p. 300-301.
- Penington Terence, D., & Sarukán Kermez, J. (1998). *Árboles Tropicales de México. 2 ed. UNAM - Fondo de Cultura Económica.* México, D.F.
- Peretti, A. (1994). *Manual para análisis de semillas.* 1 ed. Buenos aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur. 444 p.
- Pérez García, F. & Pita Villamil, J. M. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.* Madrid, España. Hojas Divulgadoras. Núm. 2112-HD. 20 p.
- Poulsen, K. M. (1993). *Calidad de la semilla: concepto, medición y métodos para aumentar la calidad.* Centro de semillas forestales de Danida, Humlebaek (Dinamarca) Nota de conferencia. 14 p.
- Pozo Gómez, D. M., Orantes García, C., Rioja Paradela, T. M., Moreno Moreno, R. A., Farrera Sarmiento, O. (2019). *Diferencias en morfometría y germinación de semillas de Croton guatemalensis (Euphorbiaceae), procedentes de poblaciones silvestres de la Selva Zoque, Chiapas, México.* *Acta Botánica Mexicana.* 126: e1384. DOI: 10.21829/abm126.2019.1384. 12 p.
- Rodríguez Quilon, I., Guilles, A., & Durán Altisent, J. M. (2007). *Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas.* Universidad politécnica de Madrid. Reporte

técnico 7 p.  
[https://www.researchgate.net/publication/275328970\\_Ensayos\\_de\\_germinacion\\_y\\_analisis\\_de\\_viabilidad\\_y\\_vigor\\_en\\_semillas](https://www.researchgate.net/publication/275328970_Ensayos_de_germinacion_y_analisis_de_viabilidad_y_vigor_en_semillas)

- Román Dañobeytia, F. J., Levy Tacher, S., Aguirre Rivera, J. R., & Sánchez Gonzáles, A. (2005). *Árboles de la Selva Lacandona útiles para la restauración ecológica*. Jalisco, México, Comisión Nacional Forestal. 89 p.  
<http://centro.paot.org.mx/documentos/conafor/Arboles-Selva-Lacandona.pdf>
- Roque Mario, C., M., Arango Perearnau, M. R, Del Valle Gallo, C. (2010). *Grupo de Calidad de Simiente: ¿Porque evaluar vigor?* Tecnología de Semillas, EEA Oliveros INTA, (Colombia) Guía técnica. 6 p.
- Ruiz, M. A., Covas, G. F., Babinec, F. J., Giménez, H. D. (1993). *Peso de grano y vigor de plántula en centenos diploide y tetraploide*. (Argentina) Rev. Fac. Agro. UNL Pam. 7:1-17.
- Salazar, R., Méndez, J. M., & Soihet, C. (1997). *Nota técnica sobre manejo de semillas forestales: Guazuma ulmifolia Lam*. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE/ Nota técnica No. 1. Turrialba, Costa Rica. 3 p.
- Sánchez Rendón, J. A., Muñoz García, B. C. & Montejo Valdés, L. (2004). *Invigoration of pioneer tree seeds using prehydration treatments*. *Seed Science and Technology*, 32(1), 355-363.
- Sandoval S, A., Bolados C, Gustavo, S., Rosas C, M., & Gold, K. (2014). *Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales*. La Serena (Chile). Bol. INIA, N° 280. 98 p.
- Santander Flores, C., Campos Arce, J. J. (1989). *El Guacimo (Guazuma ulmifolia Lam) especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos*. San José (Costa Rica). CASAF. Serie tec. N° 7. p. 88-89.
- Seltmann, P., Leyer, I., Renison D., & Hensen, I. (2007). *Variation of seed mass and its effects on germination in Polylepis australis: implications for seed collection*. *New Forests*. 33(1):171-181.
- Simons, A. M., & O'Neill Johnston, M. (2000). *Variation in seed traits of Lobelia inflata (Campanulaceae): sources and fitness consequences*. *American Journal of Botany*. 87(1):124-132.

- Sol Sanchez, A., Megía Vera, H. J., Pérez Flores, J., & López Uptón, J. (2016). *Relación dimensión - germinación de semilla de caoba (Swietenia macrophylla King) en la UMAF 2702ST Sierra de Tenosique*. Rev. Mex. de Cien. Agríc. Pub. Esp. 14:2783-2791.
- Strasburger, E. (2004). *Tratado de botánica*. Barcelona, España. 627 p.
- Varela, S. A., & Aparicio, A. G. (2011). *Sistemas Forestales Integrados*. INTA. Cuad. N° 1. Bariloche. Argentina. 10 p.
- Vázquez-Yanes, C., Batis Muñoz, M. A., Alcocer Silva, M., Gual Díaz, M., & Sánchez Dirzo, C. (1999). *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Inf. Téc. N° J084. CONABIO - UNAM. México DF. 89 p.
- Villarreal-Garza, J. A., Rocha-Estrada, A., Cárdenas-Ávila, M. L., Moreno-Limón, S., González-Álvarez, M., & Vargas-López, V. (2013). *Caracterización morfológica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México*. Revista Internacional de Botánica Experimental. 82(2):169-174.
- Villarruel Fuentes, M. y Ruiz Chorioco, M. E. (2004). *El guázamo: una alternativa agroforestal para el trópico veracruzano*. Agroentorno, 50(1), 29-31.
- Villarruel Fuentes, M., Morales, G. N. C., López Ortiz, S. y Santiz, G. M. (2007). *Paquete tecnológico para el empleo de Guazuma ulmifolia Lam., una estrategia ecológica y productiva*. XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz. IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. pp 1-5.
- Visweshwara, S., & Raju Iyer, K. S. K. (1972). *Seed germination coffee*. Indian Coffee. Bangalore, India. 36:278-290.
- Viveros Colorado, C. (2000). *Variación de frutos y semillas entre arboles de una población ruderal de Guazuma ulmifolia Lambert (Sterculiaceae)*. Tesis Maestro en Ecología Forestal. Xalapa, México. Universidad Veracruzana. 61 p.
- Willan, R. L. (1991). *Guía de Manipulación de Semillas Forestales con especial referencia a los Trópicos*. Roma, Italia, DANIDA. FAO MONTES. 510 p.
- Zobel, B., & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Noriega, Limusa. 545 p.

**ANEXO**

**Anexo A.** Datos registrados y procesados

Tabla 7. Datos de viabilidad de semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae).

Tratamiento	Repetición	Estrato de Cosecha	Tamaño De fruto	PG (%)	EGSG (%)	EGSS (%)
T <sub>1</sub>	1	suelo	pequeño	55,00	69,09	38,00
T <sub>1</sub>	2	suelo	pequeño	29,00	90,91	50,00
T <sub>1</sub>	3	suelo	pequeño	70,00	87,14	61,00
T <sub>1</sub>	4	suelo	pequeño	78,00	74,36	58,00
T <sub>2</sub>	1	suelo	mediano	30,00	90,00	27,00
T <sub>2</sub>	2	suelo	mediano	65,00	64,62	42,00
T <sub>2</sub>	3	suelo	mediano	66,00	74,24	49,00
T <sub>2</sub>	4	suelo	mediano	80,00	50,00	40,00
T <sub>3</sub>	1	suelo	grande	54,00	70,37	38,00
T <sub>3</sub>	2	suelo	grande	54,00	62,96	34,00
T <sub>3</sub>	3	suelo	grande	68,00	92,65	63,00
T <sub>3</sub>	4	suelo	grande	62,00	75,81	47,00
T <sub>4</sub>	1	bajo	pequeño	29,00	68,97	20,00
T <sub>4</sub>	2	bajo	pequeño	17,00	94,12	16,00
T <sub>4</sub>	3	bajo	pequeño	26,00	73,08	19,00
T <sub>4</sub>	4	bajo	pequeño	80,00	86,25	69,00
T <sub>5</sub>	1	bajo	mediano	27,00	100,00	27,00
T <sub>5</sub>	2	bajo	mediano	29,00	55,17	16,00
T <sub>5</sub>	3	bajo	mediano	16,00	93,75	15,00
T <sub>5</sub>	4	bajo	mediano	18,00	72,22	13,00

T <sub>6</sub>	1	bajo	grande	25,00	92,00	23,00
T <sub>6</sub>	2	bajo	grande	48,00	68,75	33,00
T <sub>6</sub>	3	bajo	grande	71,00	81,69	58,00
T <sub>6</sub>	4	bajo	grande	16,00	81,25	13,00
T <sub>7</sub>	1	medio	pequeño	55,00	90,91	50,00
T <sub>7</sub>	2	medio	pequeño	78,00	56,41	44,00
T <sub>7</sub>	3	medio	pequeño	48,00	75,00	36,00
T <sub>7</sub>	4	medio	pequeño	50,00	48,00	24,00
T <sub>8</sub>	1	medio	mediano	55,00	90,91	50,00
T <sub>8</sub>	2	medio	mediano	49,00	63,27	31,00
T <sub>8</sub>	3	medio	mediano	56,00	78,57	44,00
T <sub>8</sub>	4	medio	mediano	50,00	86,00	43,00
T <sub>9</sub>	1	medio	grande	47,00	100,00	47,00
T <sub>9</sub>	2	medio	grande	22,00	45,45	10,00
T <sub>9</sub>	3	medio	grande	66,00	84,85	56,00
T <sub>9</sub>	4	medio	grande	80,00	87,50	70,00
T <sub>10</sub>	1	alto	pequeño	29,00	89,66	26,00
T <sub>10</sub>	2	alto	pequeño	43,00	34,88	15,00
T <sub>10</sub>	3	alto	pequeño	28,00	78,57	22,00
T <sub>10</sub>	4	alto	pequeño	72,00	86,11	62,00
T <sub>11</sub>	1	alto	mediano	39,00	64,10	25,00
T <sub>11</sub>	2	alto	mediano	45,00	62,22	28,00
T <sub>11</sub>	3	alto	mediano	21,00	71,43	15,00
T <sub>11</sub>	4	alto	mediano	14,00	85,71	12,00
T <sub>12</sub>	1	alto	grande	23,00	52,17	12,00
T <sub>12</sub>	2	alto	grande	33,00	57,58	19,00
T <sub>12</sub>	3	alto	grande	33,00	96,00	48,00
T <sub>12</sub>	4	alto	grande	17,00	55,56	10,00

PG: Poder germinativo; EGSG: Energía germinativa de semilla germinada; EGSS: Energía germinativa de semilla sembrada.

Tabla 8. Datos de vigor de semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam, Malvaceae).

Trat	R.	E.C.	T.F.	% G	L	SNG	P.N.	P.A.	LPA	LR	P.F.	P.S.
T <sub>1</sub>	1	suelo	pequeño	36,67	4	45,0	36,67	18,33	7,26	4,95	0,1902	0,1765
T <sub>1</sub>	2	suelo	pequeño	3,33	4	71,0	3,33	25,67	9,98	3,68	0,1572	0,1082
T <sub>1</sub>	3	suelo	pequeño	60,00	3	30,0	60,00	10,00	12,51	6,48	0,2443	0,1893
T <sub>1</sub>	4	suelo	pequeño	46,67	4	22,0	46,67	31,33	10,78	5,98	0,2130	0,1675
T <sub>2</sub>	1	suelo	mediano	26,67	9	70,0	26,67	3,33	9,46	4,38	0,2288	0,2104
T <sub>2</sub>	2	suelo	mediano	63,33	4	35,0	63,33	1,67	10,68	5,94	0,2327	0,1643
T <sub>2</sub>	3	suelo	mediano	56,67	4	34,0	56,67	9,33	8,59	4,51	0,1388	0,1000
T <sub>2</sub>	4	suelo	mediano	26,67	4	20,0	26,67	53,33	10,83	5,88	0,1563	0,1126
T <sub>3</sub>	1	suelo	grande	43,33	3	46,0	43,33	10,67	10,53	5,17	0,0617	0,0897
T <sub>3</sub>	2	suelo	grande	50,00	4	46,0	50,00	4,00	12,90	7,07	0,2530	0,1943
T <sub>3</sub>	3	suelo	grande	60,00	4	32,0	60,00	8,00	8,93	4,28	0,2184	0,1340
T <sub>3</sub>	4	suelo	grande	43,33	4	38,0	43,33	18,67	7,06	3,91	0,0825	0,0759
T <sub>4</sub>	1	bajo	pequeño	23,33	8	71,0	23,33	5,67	6,24	4,04	0,0535	0,0349
T <sub>4</sub>	2	bajo	pequeño	16,67	7	83,0	16,67	0,33	9,24	4,86	0,2333	0,1813
T <sub>4</sub>	3	bajo	pequeño	20,00	7	74,0	20,00	6,00	14,11	7,66	0,2720	0,2324
T <sub>4</sub>	4	bajo	pequeño	63,33	5	20,0	63,33	16,67	9,52	4,10	0,1728	0,1365
T <sub>5</sub>	1	bajo	mediano	20,00	5	73,0	20,00	7,00	8,26	3,25	0,0783	0,0549
T <sub>5</sub>	2	bajo	mediano	20,00	5	71,0	20,00	9,00	12,07	6,78	0,2084	0,1584
T <sub>5</sub>	3	bajo	mediano	16,00	15	84,0	16,00	0,00	8,04	2,80	0,1375	0,0467
T <sub>5</sub>	4	bajo	mediano	13,33	5	82,0	13,33	4,67	10,05	5,08	0,1616	0,1191
T <sub>6</sub>	1	bajo	grande	13,33	6	75,0	13,33	11,67	7,78	4,18	0,0838	0,0588
T <sub>6</sub>	2	bajo	grande	26,67	4	52,0	26,67	21,33	5,26	2,86	0,0310	0,0182
T <sub>6</sub>	3	bajo	grande	66,67	4	29,0	66,67	4,33	11,59	6,36	0,2013	0,1513
T <sub>6</sub>	4	bajo	grande	13,33	11	84,0	13,33	2,67	5,75	2,55	0,0832	0,0582

T <sub>7</sub>	1	medio	pequeño	53,33	7	45,0	53,33	1,67	6,79	4,45	0,0989	0,0689
T <sub>7</sub>	2	medio	pequeño	46,67	7	22,0	46,67	31,33	6,40	3,11	0,1160	0,0867
T <sub>7</sub>	3	medio	pequeño	40,00	7	52,0	40,00	8,00	13,44	5,68	0,2927	0,1886
T <sub>7</sub>	4	medio	pequeño	23,33	9	50,0	23,33	26,67	9,16	4,78	0,0643	0,0429
T <sub>8</sub>	1	medio	mediano	50,00	6	45,0	50,00	5,00	8,49	3,85	0,1199	0,0879
T <sub>8</sub>	2	medio	mediano	23,33	7	51,0	23,33	25,67	9,88	3,37	0,1429	0,0638
T <sub>8</sub>	3	medio	mediano	46,67	7	44,0	46,67	9,33	6,04	2,93	0,1165	0,0450
T <sub>8</sub>	4	medio	mediano	50,00	7	50,0	50,00	0,00	7,09	4,70	0,0944	0,0691
T <sub>9</sub>	1	medio	grande	16,67	7	53,0	16,67	30,33	7,78	3,22	0,1176	0,0876
T <sub>9</sub>	2	medio	grande	20,00	9	78,0	20,00	2,00	5,91	2,22	0,0648	0,0431
T <sub>9</sub>	3	medio	grande	66,00	7	34,0	66,00	0,00	7,37	3,19	0,1320	0,1120
T <sub>9</sub>	4	medio	grande	73,33	6	20,0	73,33	6,67	7,82	5,02	0,1273	0,0905
T <sub>10</sub>	1	alto	pequeño	23,33	5	71,0	23,33	5,67	8,64	3,83	0,1942	0,1499
T <sub>10</sub>	2	alto	pequeño	40,00	5	57,0	40,00	3,00	6,23	2,65	0,1328	0,0543
T <sub>10</sub>	3	alto	pequeño	26,67	5	72,0	26,67	1,33	6,66	3,06	0,0792	0,0757
T <sub>10</sub>	4	alto	pequeño	63,33	3	28,0	63,33	8,67	8,80	5,13	0,0998	0,0677
T <sub>11</sub>	1	alto	mediano	33,33	5	61,0	33,33	5,67	8,13	4,53	0,1732	0,1017
T <sub>11</sub>	2	alto	mediano	33,33	4	55,0	33,33	11,67	10,75	5,45	0,1663	0,1271
T <sub>11</sub>	3	alto	mediano	20,00	8	79,0	20,00	1,00	6,87	2,62	0,0952	0,0299
T <sub>11</sub>	4	alto	mediano	13,33	5	86,0	13,33	0,67	9,58	4,83	0,1871	0,1446
T <sub>12</sub>	1	alto	grande	16,67	8	77,0	16,67	6,33	8,75	4,48	0,1658	0,1200
T <sub>12</sub>	2	alto	grande	26,67	5	67,0	26,67	6,33	7,53	3,35	0,1785	0,1310
T <sub>12</sub>	3	alto	grande	30,00	7	67,0	30,00	3,00	8,02	3,88	0,1045	0,0761
T <sub>12</sub>	4	alto	grande	16,67	8	83,0	16,67	0,33	9,47	5,13	0,1017	0,0737

R: Repetición; E.C.: Estrato de cosecha; T.F.: Tamaño de fruto; % G: Porcentaje de germinación; L: Latencia; SNG: Porcentaje de semillas no germinadas; P.N.: Porcentaje de plantas normales; P.A.: Porcentaje de plantas anormales; LPA: Longitud parte aérea; LR: Longitud radicular; P.F.: Peso fresco; P.S.: Peso seco.

Tabla 14. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks para las variables de viabilidad de semilla.

Variable	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Poder germinativo (%)	45,13	20,70	0,90	0,079 <sup>ns</sup>
Energía germinativa de semilla viables (%)	75,21	15,85	0,94	0,0917 <sup>ns</sup>
Energía germinativa de semilla sembrada (%)	34,75	17,54	0,91	0,0009*

\*: significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$ ; ns: no significativo

Tabla 15. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks para las variables de vigor de semilla.

Variable	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Porcentaje de germinación	35,04	18,34	0,91	0,0338 <sup>ns</sup>
Latencia	5,98	2,28	0,87	<0,0001*
Porcentaje de semillas no germinadas	54,88	20,70	0,90	0,0679 <sup>ns</sup>
Porcentaje de plantas normales	35,04	18,34	0,91	0,0638 <sup>ns</sup>
Porcentaje de plantas anormales	10,08	10,99	0,80	<0,0001*
Longitud parte aérea	8,81	2,11	0,95	0,1783 <sup>ns</sup>
Longitud radicular	4,42	1,29	0,95	0,2762 <sup>ns</sup>
Peso fresco	0,15	0,06	0,96	0,2808 <sup>ns</sup>
Peso seco	0,11	0,05	0,94	0,0852 <sup>ns</sup>

\*: significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$ ; ns: no significativo.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable longitud parte aérea.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p - valor
Estrato de cosecha (A)	3	27,14	9,05	2,02	0,1286 <sup>ns</sup>
Tamaño de fruto (B)	2	6,89	3,45	0,77	0,4710 <sup>ns</sup>
A*B	6	14,42	2,4	0,54	0,7769 <sup>ns</sup>
Error	36	161,34	4,48		
Total	47	209,8			

ns: No existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$

Tabla 17. Prueba de comparación de medias para longitud parte aérea por efecto de los estratos de cosecha.

Estrato de cosecha	Media	Significancia
Suelo	9,96	a
Bajo	8,99	a
Alto	8,29	a
Medio	8,01	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 18. Prueba de comparación de medias para longitud parte aérea por efecto del tamaño de fruto.

Tamaño de fruto	Media	Significancia
Pequeño	9,11	a
Mediano	9,05	a
Grande	8,28	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable longitud radicular.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p - valor
Estrato de cosecha (A)	3	12,16	4,05	2,45	0,0789 <sup>ns</sup>
Tamaño de fruto (B)	2	1,79	0,9	0,54	0,5858 <sup>ns</sup>
A*B	6	4,67	0,78	0,47	0,8254 <sup>ns</sup>
Error	36	59,46	1,65		
Total	47	78,08			

ns: No existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$

Tabla 20. Prueba para la longitud radicular por efecto de los estratos de cosecha.

Estrato de cosecha	Media	Significancia
Suelo	5,19	a
Bajo	4,54	a
Alto	4,08	a
Medio	3,88	a

Tabla 21. Prueba para la longitud radicular por efecto del tamaño de fruto.

Tamaño de fruto	Media	Significancia
Pequeño	4,65	a
Mediano	4,43	a
Grande	4,18	a

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable peso fresco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p - valor
Estrato de cosecha (A)	3	0,0214	0,0071	1,7917	0,1662 <sup>ns</sup>
Tamaño de fruto (B)	2	0,0122	0,0061	0,5322	0,2298 <sup>ns</sup>
A*B	6	0,0105	0,0018	0,4405	0,8467 <sup>ns</sup>
Error	36	0,1432	0,0040		
Total	47	0,1873			

ns: No existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$

Tabla 23. Prueba para peso fresco por efecto de los estratos de cosecha.

Estrato de cosecha	Media	Significancia
Suelo	0,1814	a
Bajo	0,1431	a
Alto	0,1399	a
Medio	0,1239	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 24. Prueba para peso fresco por efecto del tamaño de fruto.

Tamaño de fruto	Media	Significancia
Pequeño	0,1634	a
Mediano	0,1524	a
Grande	0,1254	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 25. Análisis de varianza para la variable peso seco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p - valor
Estrato de cosecha (A)	3	0,0250	0,0083	3,3006	0,0311*
Tamaño de fruto (B)	2	0,0067	0,0033	1,3239	0,2787 <sup>ns</sup>
A*B	6	0,0101	0,0017	0,6696	0,6747 <sup>ns</sup>
Error	36	0,0908	0,0025		
Total	47	0,1326			

\*: Existe significancia estadística a un nivel de  $\alpha = 0,05$ ; ns: No presenta significancia estadística.

Tabla 26. Prueba para el peso seco por efecto de los estratos de cosecha.

Estrato de cosecha	Media	Significancia
Suelo	0,1436	a
Bajo	0,1042	a b
Alto	0,0960	a b
Medio	0,0822	b

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 27. Prueba para peso seco por efecto del tamaño de fruto.

Tamaño de fruto	Media	Significancia
Pequeño	0,1226	a
Mediano	0,1022	a
Grande	0,0946	a

Letras iguales no representan significancia estadística para ( $p \leq 0,05$ ).

**Anexo B.** Panel fotográfico.



Figura 1. Recolección de frutos de *G. ulmifolia* caídos en el suelo.



Figura 2. Frutos colectados de *G. ulmifolia*.



Figura 3. Frutos colectados a diferentes estratos de *G. ulmifolia*.



Figura 4. Frutos pequeños, medianos y grandes de *G. ulmifolia*.



Figura 5. Tratamiento pregerminativo por sumersión en agua caliente a 100 °C.



Figura 6. Germinación de semillas de *G. ulmifolia*.



Figura 7. Parcela experimental con la distribución de los tratamientos.



Figura 8. Plántulas de *G. ulmifolia* extraídas para medir sus variables.