

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL ALMACENAMIENTO Y ESTRATOS

DE COSECHA EN LA VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE BOLAINA

NEGRA (*Guazuma ulmifolia* Lam.) EN TINGO MARÍA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

GIANMARCO SAMIR RIOS SACRAMENTO

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 011-2020-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 03 de julio de 2020, a horas 16:30 p.m. en la Sala virtual en la plataforma Ms Teams, se instalaron remotamente para presenciar y evaluar la sustentación de la tesis titulada:

“EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL ALMACENAMIENTO Y ESTRATOS DE COSECHA EN LA VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE BOLAINA NEGRA (Guazuma ulmifolia Lam.) EN TINGO MARÍA”

Presentado por el Bachiller: **RÍOS SACRAMENTO, Gianmarco Samir**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

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

Tingo María, 15 de Julio de 2020

Dr. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
PRESIDENTE

Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
MIEMBRO

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



Ing. RAUL ARAUJO TORRES
ASESOR

Ing. M. Sc. ANDY VELA ZEVALLOS
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL



PROYECTO DE TESIS

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL ALMACENAMIENTO Y ESTRATOS
DE COSECHA EN LA VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE BOLAINA
NEGRA (*Guazuma ulmifolia* Lam.) EN TINGO MARÍA**

Autor : RÍOS SACRAMENTO, Gianmarco Samir

Asesor : Ing. ARAUJO TORRES, Raúl
Ing. MSc. VELA ZEVALLOS, Andy Willian

Programa de investigación : Gestión de bosques y plantaciones forestales

Línea de investigación : Silvicultura, manejo y ordenación de bosques

Eje temático de investigación : Certificación forestal

Lugar de ejecución : Vivero Forestal FRNR UNAS – Tingo María

Duración del trabajo : Fecha de inicio : Febrero del 2019
Termino : Julio del 2019

Financiamiento : Propio : S/. 2270.00

DEDICATORIA

Al ser divino, que me acompaña
por el sendero de la vida; pues solo
en ÉL se colman todos los deseos
de mi corazón.

A mi hermosa madre Estela
Sacramento Espinoza por el
sacrificio y su amor incondicional. A
mi padre Alberto Ríos Pinedo que
me cuida desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A mi Universidad Nacional Agraria de la Selva, por la formación cabal y profesional durante mi carrera universitaria.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por transmitir sus conocimientos y sus experiencias en el campo laboral.

Al Ing. MSc. Andy W. Vela Zevallos, por el asesoramiento en laboratorio y campo durante la ejecución de mi tesis.

Al Ing. Frits Palomino Vera, por el asesoramiento estadístico durante la redacción de mi tesis.

Al Dr. Casiano Aguirre Escalante, por compartir su sabiduría y su culto consejos durante mi carrera profesional.

A mis compañeros y grandes amigos de la universidad (Paolo, Ivan, Kevin, Renan, yumber y Tabaré), que me dieron su máximo apoyo en cada etapa de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÒN.....	1
II. REVISIÒN DE LITERATURA	3
2.1. Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	3
2.1.1. Clasificaciòn taxonòmica.....	3
2.1.2. Distribuciòn.....	3
2.1.3. Ecología	4
2.1.4. Descripciòn dendrològica	4
2.1.5. Fenología	5
2.1.6. Importancia.....	6
2.2. Almacenamiento de semillas.....	7
2.1.1. Semillas ortodoxas típicas.....	8
2.1.2. Semillas subortodoxas	9
2.1.3. Semillas recalcitrantes templadas	9
2.1.4. Semillas recalcitrantes tropicales	9
2.3. Efecto de la temperatura en el almacenamiento de semillas	9
2.4. Cosecha de semillas	10
2.5. Métodos de recolecciòn de semillas.....	12
2.4.1. Recolecciòn de frutos o semillas caídos al suelo	12
2.4.2. Recolecciòn de árboles en pie a los que accede trepando	

2.4.3.	Recolección de árboles en pie a los que se accede con escaleras	13
2.6.	Viabilidad.....	13
2.5.1.	Ensayo de germinación	15
2.7.	Vigor.....	15
2.6.1.	Ensayos de crecimiento y evaluación de plántulas	16
2.6.2.	Latencia de semillas	16
2.6.3.	Plántulas normales	17
2.6.4.	Plántulas anormales	18
2.8.	Antecedentes de investigaciones realizadas en almacenamiento, viabilidad y vigor de semillas forestales	19
III.	MATERIALES Y METODOS	22
3.1.	Lugar de ejecución	22
3.1.1.	Ubicación política	22
3.1.2.	Zona de vida.....	22
3.1.3.	Condiciones climáticas	23
3.2.	Materiales, equipos y herramientas	23
3.2.1.	Material biológico	23
3.2.2.	Materiales, equipos y herramientas.....	23
3.3.	Metodología	24
3.3.1.	Determinación de la viabilidad de semillas de Bolaina negra	24
3.3.2.	Determinación del Vigor de semillas de bolaina negra.	27
3.4.	Análisis de datos.....	28

3.4.1. Tipo de investigación.....	28
IV. RESULTADOS	32
4.1. Determinar la viabilidad de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.	32
4.1.1. Poder germinativo	32
4.1.2. Energía germinativa	38
4.2. Determinar el vigor de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.	40
4.2.1. Tiempo de latencia	40
4.2.2. Semillas no germinadas	42
4.2.3. Plántulas normales	48
4.2.4. Plántulas anormales	52
4.2.5. Longitud aérea.....	54
4.2.6. Longitud radicular	57
4.2.7. Peso fresco	61
4.2.8. Peso seco.....	62
V. DISCUSIÓN.....	65
5.1. De la viabilidad de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.	65

5.2. Del vigor de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.....	67
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	72
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXO	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Ciclo fenológico de la Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	5
2. Tratamientos considerados por la combinación de los factores en el trabajo de investigación.	29
3. ANVA resumido para el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	32
4. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a dos meses.	33
5. Efecto simple de los factores sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los dos meses.	34
6. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	35
7. Efecto simple de los factores sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	35
8. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses. ...	36
9. Efecto simple de los factores sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.....	37
10. ANVA resumido para la energía germinativa en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	38
11. Efecto principal de la temperatura sobre la energía germinativa en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).	39

12. Efecto principal de los estratos de cosecha sobre la energía germinativa en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).	39
13. ANVA resumido para el tiempo de latencia en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).	40
14. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el tiempo de latencia en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	41
15. Efecto simple de los factores sobre el tiempo de latencia en semillas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses	42
16. ANVA resumido para semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).	43
17. ANVA y prueba T de los efectos simples de semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los dos meses.	43
18. Efecto simple de los factores sobre semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los dos meses	44
19. ANVA y prueba T de los efectos simples de semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	45
20. Efecto simple de los factores sobre semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	46
21. ANVA y prueba T de los efectos simples de semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.	47
22. Efecto simple de los factores sobre semillas no germinadas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.	47
23. ANVA resumido de plántulas normales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).	48

24. ANVA y prueba T de los efectos simples de plántulas normales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	49
25. Efecto simple de los factores sobre plántulas normales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	50
26. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre plántulas normales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.	51
27. Efecto simple de los factores sobre plántulas normales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.	51
28. ANVA resumido de plántulas anormales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	52
29. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre plántulas anormales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	53
30. Efecto simple de los factores sobre plántulas anormales de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	54
31. ANVA resumido para la longitud aérea de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	55
32. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre la longitud aérea de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses..	56
33. Efecto simple de los factores sobre la longitud aérea de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.....	56
34. ANVA resumido para la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	57
35. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	58

36. Efecto simple de los factores sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los cuatro meses.	59
37. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses..	60
38. Efecto simple de los factores sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.....	60
39. ANVA resumido para el peso fresco de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	61
40. Efecto principal de los estratos de cosecha sobre el peso fresco de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	62
41. ANVA resumido del peso seco de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	62
42. ANVA y prueba T de los efectos simples del peso seco de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.....	63
43. Efecto simple de los factores del peso seco de plántulas de bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) a los seis meses.	64
44. Germinación de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) primera evaluación al inicio de la cosecha.....	81
45. Germinación de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) segunda evaluación	82
46. Germinación de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) tercera evaluación.....	83
47. Germinación de semillas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) cuarta evaluación.....	84

48. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	
primera evaluación al inicio de la cosecha.....	86
49. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	
segunda evaluación	87
50. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	
tercera evaluación.....	88
51. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	
cuarta evaluación.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis de distribución de tratamientos	30
2. Efecto de interacción en poder germinativo a los dos meses	34
3. Efecto de interacción en poder germinativo a los cuatro meses	36
4. Efecto de interacción en poder germinativo a los seis meses	37
5. Efecto de interacción en latencia a los cuatro meses	42
6. Efecto de interacción de semillas no germinadas a los dos meses	44
7. Efecto de interacción de semillas no germinadas a los cuatro meses	46
8. Efecto de interacción de semillas no germinadas a los seis meses	48
9. Efecto de interacción de plántulas normales a los cuatro meses	50
10. Efecto de interacción de plántulas normales a los seis meses	52
11. Efecto de interacción de plántulas anormales a los cuatro meses	54
12. Efecto de interacción de longitud aérea a los seis meses	57
13. Efecto de interacción de longitud radicular a los cuatro meses	59
14. Efecto de interacción de longitud radicular a los seis meses	61
15. Efecto de interacción de peso seco a los seis meses	64
16. Recolección de frutos de bolaina negra	90
17. Extracción de semillas de bolaina negra	90
18. Cajas acondicionadas para almacenar semillas de bolaina negra	91
19. Interior de cajas acondicionadas para almacenamiento	91
20. Izquierda plántulas normales y derecha plántulas anormales	92
21. Distribución de bandejas en laboratorio según tratamientos	92

22. Distribución de bandejas en vivero según tratamientos.....	93
23. Lavado de mucilago de bolaina negra	93
24. Factor estrato de cosecha de frutos de bolaina negra y sus niveles..	94

I. INTRODUCCIÒN

La cosecha y el almacenamiento es una estrategia muy práctica y segura para la preservación de las semillas forestales, esta es una labor ardua que comprende conocimiento de varios aspectos: el estado fenológico de la especie y fisiología de las semillas forestales.

La velocidad de deterioro de las semillas forestales depende de las circunstancias climáticas que suceden en torno a ellas. El deterioro eventualmente conducirá a tasas mínimas de germinación y del crecimiento de la plántula, disminuyendo su habilidad para prosperar en ambientes adversos, incrementando la posibilidad de obtener plántulas anormales. Estas señales de deterioro se conocen como vigor pobre. El deterioro se prolongará hasta que la semilla forestal no sea capaz de germinar. Esto normalmente se le conoce como pérdida de la capacidad germinativa.

Tener condiciones apropiadas en el almacenamiento de semillas forestales es muy importante para conservar su capacidad para germinar y mantener la viabilidad durante periodos prolongados de almacenaje. Estudiar los factores de interés en esta investigación es de suma importancia para garantizar una reproducción eficaz de plántulas sanas, resistentes, vigorosas que puedan ser utilizadas en múltiples programas de conservación y reforestación.

En relación con la problemática mencionada se formuló la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto de la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha en la viabilidad y vigor de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en Tingo María?; Ante esto surge como hipótesis que si la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha influyen en la viabilidad y vigor de semillas de Bolaina negra.

En la presente investigación se utilizaron las semillas de Bolaina negra, colectados de dos árboles situados en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los objetivos propuestos en la presente investigación son:

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha en la viabilidad y vigor de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar la viabilidad de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.
- Determinar el vigor de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

2.1.1. Clasificación taxonómica

Según el sistema de clasificación propuesta por Haeckel (1866), Cronquist (1981) y APG IV (2016) se considera de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Eudicotiledoneas
Orden	: Malvales
Familia	: MALVACEAE
Género	: Guazuma
Especie	: <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.

2.1.2. Distribución

Su distribución, en América tropical y subtropical, abarca desde el sur de México, Centroamérica, Santo Domingo, Cuba, Puerto Rico, Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú, norte de Argentina, Paraguay, Bolivia, la parte

meridional de Brasil y en todas las Antillas (Villatoro *et al.* 2006). En el Perú lo localizamos en las regiones del norte (Tumbes, Piura, Lambayeque y Cajamarca); y del oriente peruano (Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto y Madre de Dios) (Mostacero *et al.* 2009).

2.1.3. Ecología

En las zonas bajas cálidas, con una temperatura media anual superior a 24 °C, pero sobre todo en regiones húmedas, con precipitaciones anuales entre 700 y 1500 mm, es donde usualmente se encuentra, aunque se ha hallado en zonas sumamente húmedas con más de 2500 mm de lluvia al año. Se adapta a varias clases de suelos, sean texturas livianas o suelos pesados, y se ubica desde en el nivel del mar hasta 1200 m de altitud, no obstante, se observa con más frecuencia a menos de 500 m y en suelos no muy ácidos (con pH superior a 5,5) (Villatoro *et al.* 2006).

2.1.4. Descripción dendrológica

El árbol es de tamaño variable, de entre 10 y 25 m de altura, caducifolio. La corteza externa es ligeramente fisurada y se desprende en pequeños segmentos, mientras que la interna, de color amarillo que cambia a pardo rojizo o rosa, es fibrosa, dulce y ligeramente astringente; el grosor total de la corteza es de entre 5 y 10 mm (Villatoro *et al.* 2006). Su copa es redondeada y extendida, follaje caído, liviano y abierto, con ramas extendidas oblicuamente, la forma del árbol varía dependiendo de las circunstancias meteorológicas de donde se encuentre. Las hojas son simples, alternas, pecioladas, ovadas, aserradas, color verde mate y cubierta de pelos en el envés; miden de 6 a 12 cm

de largo, y de 2,5 a 6 cm de ancho, la punta es larga y acuminada. Los racimos florales son ramificados en pedúnculos con callosidades, miden de 3 a 5 cm de largo en la base de las hojas y numerosas flores pequeñas, amarillentas, aproximadamente 1 cm de largo y 0,5 de ancho (CATIE 2000).

Los frutos son de tipo capsulares, de forma elipsoide, leñosos, muricados, secos, indehiscentes, pentacarpelares y poliespérmicos, presentando proyecciones piramidais en toda la superficie. En una misma rama, se encuentran frutos maduros (coloración negra), intermedios (coloración verde oscuro) e inmaduros (coloración verde) (Barbosa y Macedo 1993).

Los mismos autores mencionan que, el fruto maduro mide en promedio 22,61 mm de longitud por 24,88 mm de diámetro. Poseen pequeñas aberturas en la porción terminal que, juntamente con la coloración negra, pueden ser tomadas como base para efectuar la cosecha.

2.1.5. Fenología

Cuadro 1. Ciclo fenológico de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

Floración	Fructificación	Madurez	Diseminación
Febrero	Mayo	Julio	Agosto
Marzo	Junio	Agosto	Setiembre
Abril	Julio		Octubre
Mayo			

Fuente: Adaptado de INIAA y JICA (1991).

2.1.6. Importancia

Giraldo (1998) reporta su uso para leña y la elaboración de carbón; su madera se utiliza para postes en cercas, construcciones rurales, producción de muebles y cajas de embalaje; los rebrotes se utilizan como varas tutoras o de sostén de cultivos agrícolas; mientras que las hojas y frutos son palatables y comestibles para el ganado. La madera se usa principalmente para fabricar palos de escoba, por tener la característica de producir ramas de porte recto. Algunos agricultores fabrican sus propias escobas y otros venden los palos a personas que se dedican a esta actividad. Además, la madera se usa para la construcción de viviendas y cercas (Villa *et al.* 2009).

La decocción de las hojas se utiliza para combatir la calvicie, la de la corteza en la disentería, como astringente, sudorífera y da excelentes resultados en el tratamiento de la tos, bronquitis, asma, pulmonía y otras afecciones del sistema respiratorio, así como en las enfermedades hepáticas. Externamente sirve para curar heridas y úlceras; tanto la decocción como la maceración de la corteza contra la caída de los cabellos y las afecciones del cuero cabelludo. Ingerida en dosis elevadas puede provocar náuseas, vómitos y disenterías.

Produce madera blanca, poco compacta, ideal para la elaboración de cajas, toneles, etc.; así como madera aserrada para construcción rural, la fibra de la corteza en ataduras y ligaduras. Los frutos se usan para dar aroma al tabaco y tienen una esencia de miel fuerte. Por último, está considerada como depurativa, diaforética, emoliente, refrigerante, estomáquica, estiptica y para

curar asma, dermatosis, diarrea, disentería, elefantiasis, hepatitis, lepra, malaria, nefritis, pulmonía y sífilis. Se propaga por semillas. Actualmente ha sido introducida en Asia y África Tropical Occidental (Mostacero *et al.* 2009).

La sombra es un servicio que superficialmente carece de importancia, sin embargo, protege al ganado del estrés que producen los intensos rayos del sol que afectan negativamente la productividad. Su uso como forraje para ganado es un alimento muy palatable ya que las vacas consumen las hojas y el fruto. Sin embargo, los agricultores no lo utilizan de manera sistemática, solo cuando no hay suficiente pasto en la parcela, cortan algunas ramas con follaje para que estén al alcance de los animales y puedan consumirlas, además los frutos también son ingeridos por el ganado cuando maduran y caen del árbol (Herrera *et al.* 2009).

2.2. Almacenamiento de semillas

Las semillas al ser procesada representan un valor razonablemente alto. A partir de este momento se deteriora y pierde su poder de germinar hasta que se siembra y germina. La tasa de deterioro de la semilla en almacenaje depende de las circunstancias en que se desenvuelva. Un almacenamiento de semillas correcto tiene como propósito mantener la viabilidad de la semilla al nivel más alto posible. Se discute un número de posibilidades y distintas técnicas de almacenamiento y se hace un intento por cuantificar el efecto de las circunstancias de almacenamiento sobre la pérdida de la fuerza germinativa. Se

estudian las combinaciones de almacenamiento y materiales comúnmente utilizados en su conservación (CATIE 1997).

El almacenamiento tiene por objetivo preservar la viabilidad de las semillas forestales hasta el momento de su sembrado en entornos apropiados: “terrenos secos, aireados, sin mucha entrada de luz solar, protegidos de la humedad utilizando recipientes plásticos, fundas plásticas negras y frascos de color oscuro o recipientes completamente cerrados” (Ordóñez *et al.* 2004). Teniendo en cuenta los requerimientos definidos de ciertos géneros de semillas forestales que no toleran la desecación, con una demanda de altos contenidos de humedad, superiores al 20% “recalcitrantes”, lo que causa una mayor susceptibilidad para el ataque de ciertos patógenos (hongos y bacterias). Sin embargo, otras semillas son tolerantes a la desecación para su almacenamiento, las cuales requieren contenidos de humedad entre el 5 y el 10% “ortodoxas” (Ceballos y López 2007).

Según Bonner *et al.* (1994), clasifican a las semillas en cuatro grandes grupos de acuerdo con su capacidad de almacenamiento en:

2.1.1. Semillas ortodoxas típicas

Son tolerantes a la desecación, puede llevarse a un 5-10 % de contenido de humedad, almacenada a temperaturas cercanas al congelamiento, son bastantes prácticos en el almacenamiento y resisten períodos muy largos de almacenamiento.

2.1.2. Semillas subortodoxas

Las subortodoxas requieren igual de condiciones de almacenamiento de las ortodoxas típicas, la única diferencia es que su tiempo de almacenamiento debe ser corto (alto contenido de lípidos con testa delgada).

2.1.3. Semillas recalcitrantes templadas

Son intolerantes a la desecación, y no pueden ser llevadas a bajo de los 20-30 % de contenido de humedad, toleran niveles de bajo congelamiento. Tienen metabolismos muy rápido que la propagación comúnmente ocurre estando almacenadas. No pueden ser almacenadas en bolsas plásticas ya que requieren intercambio gaseoso.

2.1.4. Semillas recalcitrantes tropicales

Tienen los mismos requerimientos que las recalcitrantes templadas, pero son muy sensitivas a almacenaje a bajas temperaturas, incluso dependiente de la especie esta no debe ser menor de 12-20° C.

2.3. Efecto de la temperatura en el almacenamiento de semillas

Al almacenar semillas forestales, la temperatura tiene influencia directa, pues es evidente que, para aumentar la longevidad de las semillas forestales, tanto la temperatura (del ambiente y de las semillas), y la humedad (de las semillas y del aire) deben ser reducidas y así poder ser conservadas (Meneghello 2014).

Cuando las semillas forestales son almacenadas a niveles altos de temperatura, tienden a incrementar su tasa de metabolismo o bien se destruyen algunas enzimas (Ceballos y López 2007). Con un nivel bajo de contenido de humedad, la semilla puede ser almacenada a baja temperatura (4 a 5 °C) por un largo periodo, aunque cada especie es única y tiene un límite después del cual se pierde la capacidad germinativa. Es posible almacenar semillas en condiciones de medio ambiente, de preferencia con temperaturas de 10 a 15 °C, aunque en estas condiciones pierde la viabilidad más velozmente (CATIE 1995).

2.4. Cosecha de semillas

La cosecha de semillas forestales es una fase clave, que establece los resultados de toda la cadena de producción forestal. Si bien existe múltiples investigaciones sobre las características de los frutos y las semillas de algunas especies, y sobre cómo estas características afectan su cosecha, es necesaria una visión sistemática, integradora y actualizada de los principios elementales para la manipulación de semillas en el árbol y su aplicación a inconvenientes específicos (Varela y Aparicio 2011).

Los mismos autores mencionan que, para manejar semillas forestales de manera correcta, es esencial tener conocimientos sobre las características reproductivas de cada especie a tratar, las cuales son el resultado de la adaptación al ambiente durante su evolución. Un adecuado conocimiento de su floración y de su fruto, fenología y de sus mecanismos de caída y dispersión de semillas, permitirán al cosechador determinar cuáles y cuantos

árboles se debe recolectar, cual es el momento oportuno para hacerlo y cual o cuales son las mejores técnicas.

La cosecha de semillas forestales es una actividad compleja y ardua que la misma actividad aplicada en la agricultura. Las especies forestales tienen múltiples características físicas, lo que resulta dificultoso y peligroso al realizar la recolección de semillas, sin metodologías adecuadas, pues con frecuencia los árboles se localizan dispersos, sus cosechas son variables y normalmente son de mucha altura (IIAP 2014).

La expresión “recolección de semilla” se utiliza de manera frecuente, hay que indicar que casi siempre lo que se recoge de los árboles es el fruto. Solo en una etapa posterior, en algunas especies, se extraen las semillas y se excluyen los frutos; en otras especies no se extraen las semillas, sino que los frutos se siembran en el vivero íntegros, con la semilla o las semillas que contienen (FAO 1991).

La elección de la técnica apropiada para la cosecha de semillas forestales en árboles depende de los siguientes componentes: las “características del fruto”, “tipo de árbol”, del “rodal”, del “sitio”, del “volumen de semillas a ser colectadas”, del “equipo y personal disponible”, de las “condiciones de seguridad y del clima” (IIAP 2014).

La cantidad y la calidad de las semillas disponibles para una cosecha dependen de cada especie, y de factores climáticos y bióticos. Muchas especies de árboles suelen producir semillas en cantidad con un alto porcentaje de

viabilidad, de manera más o menos regular; otras, producen muy pocas semillas viables y con una periodicidad muy trazada (Varela y Aparicio 2011).

2.5. Métodos de recolección de semillas

2.4.1. Recolección de frutos o semillas caídos al suelo

Cuando se realiza la recolección del suelo, debe conocerse con exactitud la época de maduración y caída de los frutos, ya que una vez desprendidos, son anhelados por diversos enemigos naturales como aves y roedores, y son atacados por hongos y bacterias que inducen su descomposición. Para la recolección de frutos del suelo es necesario realizar una limpieza del área antes del inicio de la caída de los frutos (CATIE 1996).

Es usual efectuar la cosecha de frutos del suelo una vez que estos han caído de forma natural. Es un modo barato, y no requiere mano de obra calificada para tal actividad. En estos casos, una limitante de importancia es la competencia que pueden representar algunos animales que se alimentan de los frutos o las semillas. Los frutos deben colectarse lo más rápido posible, para evitar daños debidos a insectos, roedores u hongos y la germinación prematura (Varela y Aparicio 2011).

2.4.2. Recolección de árboles en pie a los que accede trepando

La altura hasta la que puede llegarse desde el suelo con materiales de mano largo para la colecta de semillas o frutos tiene un límite. En las

proximidades de ese límite el trabajo consume mucho tiempo y energía, pero rinde en cambio poca semilla. Para el caso de árboles de gran altura que no pueden cortarse, por consiguiente, trepar suele ser la única pericia práctica de efectuar la colecta. Hay personas que son muy buenos trepadores naturales, pero además una buena preparación y un buen equipo pueden hacer de la recolección por este método una operación eficiente y segura, aunque no deje de requerir mucha energía (FAO 1991).

2.4.3. Recolección de árboles en pie a los que se accede con escaleras

El uso de escaleras constituye un medio seguro y cómodo para subir por el fuste hasta la copa. Pueden utilizarse sin riesgo alguno de dañar el árbol, su manejo puede ser dificultoso en bosques en los que la cubierta de copas o el subsuelo son densos y son mucho más pesadas para trasladar, especialmente cuando la existencia de unos fustes largos y limpios obliga a utilizar escaleras con muchas secciones. Su uso es limitado en zonas de difícil acceso y sin carreteras, pero es un medio ideal en huertos semilleros o plantaciones situadas en terrenos llanos (IIAP 2014).

2.6. Viabilidad

La viabilidad de la semilla es medida por su capacidad de germinar en circunstancias apropiadas. La definición incluye semillas latentes pero viables, en cuyo caso la latencia debe romperse antes de que la viabilidad pueda

medirse por germinación. Una semilla no viable, por lo tanto, es una que no prospera incluso en circunstancias óptimas, incluido la escarificación para la eliminación de la latencia (Bradbeer 1988). Además, la viabilidad puede referirse al porcentaje de semillas que dan lugar a plántulas normales en circunstancias óptimas de incubación (ISTA 2007).

La viabilidad es la medida de cuántas semillas de un lote están vivas y pueden llegar a convertirse en plantas capaces de reproducirse en condiciones de campo adecuadas. Es muy importante que las semillas almacenadas en una cámara de almacenamiento puedan producir plantas cuando se las siembre en campo definitivo. Por tanto, las semillas deben tener una viabilidad inicial alta en almacenamiento y conservarla durante su proceso (Rao *et al.* 2007).

Los mismos autores mencionan que, las semillas con una alta viabilidad inicial subsistirán también más tiempo en almacenamiento. La viabilidad de las semillas se acorta lentamente al principio y luego velozmente a medida que la semilla envejece. Es importante saber cuándo ocurre esta reducción para tomar acciones conducentes a regenerar la accesión. El deterioro excesivo de las semillas forestales llevará a la pérdida del lote.

Una vez alcanzada la madurez, las semillas pierden humedad en el árbol madre hasta valores que fluctúan entre un 14 y 20%, momento en el que es posible la cosecha. De ser necesario, posteriormente, se procede a un secado

natural o artificial de las mismas a contenidos de humedad de alrededor del 8% o inferiores, para posterior almacenaje (Perissé 2002).

Así también el mismo autor menciona que, las semillas que manifiestan esta conducta y que pueden ser almacenadas durante largos periodos, son las nombradas ortodoxas. Como regla general, la viabilidad de la semilla se duplica por cada 1% en que se reduce su porcentaje de humedad o cada 5° C en que se disminuye la temperatura durante el almacenamiento.

2.5.1. Ensayo de germinación

Si la semilla es viable, y no presenta latencia, germinará cuando se las coloque en ambientes adecuados de humedad, luz y temperatura. Por ello se dice que la capacidad germinativa de un lote de semillas es un reflejo directo de su viabilidad (Pérez y Pita 2001). Una prueba de germinación se realiza para determinar qué cantidad de semillas germinará en circunstancias favorables y producirá plántulas normales “plántulas con estructuras esenciales, raíces, brotes y suficiente reserva de alimento capaces de desarroparse en plantas reproductivamente maduras” (Rao *et al.* 2007).

2.7. Vigor

El vigor de un lote de semillas se define como el conjunto de características que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante su germinación y posterior emergencia de las plántulas. Las semillas con buen comportamiento se consideran semillas de alto vigor. Dado que un lote de

semillas de alto vigor producirá más plántulas normales y con tasas elevadas de crecimiento, los ensayos que se utilizan para evaluar el vigor de las semillas consideran el número y las características de las plántulas obtenidas, como son su apariencia, malformaciones y velocidad de crecimiento (Pérez y Pita 2001).

El vigor no es una sola propiedad que se puede medir, sino que abarca diversas características relacionadas con varios aspectos del rendimiento del lote de semillas, como “velocidad y uniformidad de la germinación de las semillas”, junto con el “crecimiento de las plántulas y la emergencia de semillas en condiciones favorables”; además del rendimiento de las semillas después de su almacenamiento. Particularmente se considera la retención de la capacidad de germinar de estas (ISTA 2016).

2.6.1. Ensayos de crecimiento y evaluación de plántulas

En este tipo de ensayo mide la longitud de diversas partes de la plántula al cabo de un determinado tiempo de desarrollo. Por ello son especialmente apropiados en especies cuyas plántulas tienen un vástago recto y estrecho, o que presentan raíces simples. En el caso de que las mediciones sean complicadas de realizar por las características de la plántula, la evaluación se centra en su aspecto (Pérez y Pita 2001).

2.6.2. Latencia de semillas

De acuerdo con extensos trabajos de investigación sobre la definición del término latencia, sinónimo de reposo, letargo y dormición. Al

respecto el autor Camacho (1994) menciona que, es la condición en que se halla una semilla viable sin que llegue a germinar, aun disponiendo de circunstancias favorables como la humedad relativa para la imbibición de agua, el oxígeno y una temperatura óptima.

Al respecto Galiussi (2006) menciona que, el termino latencia “se refiere a una condición de una semilla viable que impide que esta germine en presencia de los factores que normalmente se consideran suficientes para la germinación: temperatura adecuada, humedad y medio ambiente”. Una semilla es viable cuando puede germinar en circunstancias óptimas, siempre en cuando se elimine la latencia que está presente.

2.6.3. Plántulas normales

Según el ISTA (2016) menciona que, las plántulas normales son aquellas que manifiestan el potencial para desarrollarse en plantas de forma continua y satisfactoria, al ser sembradas en suelos de excelente calidad, y bajo circunstancias propicias de humedad, temperatura y luz. La plántula debe cumplir con uno de los siguientes requisitos para ser considerada como plántula normal:

- Plántulas intactas: son aquellas plántulas que cuenten con todas sus estructuras esenciales bien desarrolladas, completas, proporcionadas y sanas.
- Plántulas con ligeros defectos: son aquellas plántulas aquellas que muestren en sus estructuras esenciales ciertos defectos leves, pero

que tengan un desarrollo satisfactorio y balanceado, que pueda ser comparado con el de las plántulas intactas del mismo ensayo.

- Plántulas con infección secundaria: son aquellas plántulas que pudieron ubicarse en una de las categorías anteriores pero que han sido afectadas por hongos o bacterias de cualquier otra fuente que no sea la semilla de la cual procede.

2.6.4. Plántulas anormales

Según lo que establece la ISTA (2016), las plántulas anormales son aquellas que no muestran el potencial para desarrollarse de forma perpetua y placentera en plántulas, al ser cultivadas en suelos de buena calidad y bajo circunstancias favorables de humedad, temperatura, y luz. La plántula debe cumplir con uno de los siguientes requisitos para ser considerada como plántula anormal:

- Plántulas dañadas: son aquellas plántulas aquellas que no cuentan con alguna de las estructuras fundamentales o en su defecto están mal e irremediablemente dañadas, de tal modo que no se espera un desarrollo balanceado de ellas.
- Plántulas deformadas o desequilibradas: son aquellas plántulas que han tenido un desarrollo débil, alteraciones fisiológicas o presentan estructuras fundamentales disformes o desmedidas.
- Plántulas podridas: son aquellas plántulas que tienen estructuras fundamentales enfermas o podridas debido a una infección primaria, lo cual evita un progreso normal

2.8. Antecedentes de investigaciones realizadas en almacenamiento, viabilidad y vigor de semillas forestales

Según CATIE (2000) indica que, las semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) deben almacenarse en recipientes sellados, a una temperatura de 5 °C y con un contenido de humedad menor al 10 %, esto asegura un tiempo de viabilidad estimado bajo condiciones de almacenamiento de 4 años. Cuando alcanzan una germinación de 40 %. En condiciones ambientales puede ser almacenada hasta por un año. En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha definido que la especie forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) puede ser almacenada hasta por 8 años en recipientes herméticos en frío 4 °C y con un porcentaje de humedad de 5,7 (Trujillo 1994).

INIAA y JICA, citado por Zelada (2007) revelan que después de realizar los ensayos de almacenamiento, la especie forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) registró un 60 % de germinación al iniciar la prueba en dos condiciones de temperatura (5°C y temperatura ambiente); alrededor de seis meses de almacenamiento un 62 % de germinación a 5°C y un 9 % de germinación a T° ambiente, aumentando considerablemente la germinación hasta un 97 % a 5° C y un 11 % a T° ambiente a los 10 meses de almacenado.

En una investigación realizada por Cruz (2018), en morfometría, germinación y estimación de constantes de emergencia en semillas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) para la producción de plantones en Tingo

María reportó que, el poder de germinación de las semillas en circunstancias de laboratorio fue de 81,25 %, la cual es superada por semillas que germinaron en germinador donde registra un valor de 73 %; para la energía germinativa presento variaciones no tan significantes, debido a que el valor alcanzado en laboratorio fue 70,25 % y en germinador 69,25 %.

En un estudio realizado en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt con semillas de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) se encontró que, al comienzo de la investigación el porcentaje de germinación inicial es baja de 25 %, conforme pasan algunos días este porcentaje tiende a aumentar. A los seis meses de almacenamiento la temperatura (T° ambiente, 5° C, 15° C y 25° C) que mejores resultados ha dado es la de 25 °C con un porcentaje de germinación de 60 % mientras que a temperatura ambiente (45 %), a 15° C (20 %) y a 5° C (20 %); (INIAA 1992).

Según Alizaga y Vargas (2001), en la investigación sobre el tiempo de almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales de uso múltiple: Tubús (*Montanoa dumicola*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y manzana rosa (*Syzygium jambos*). Las semillas se almacenaron por seis meses a 5 °C, 15 °C y a temperatura ambiente. Al iniciar la investigación con semillas de madero negro reportó un poder germinativo de 95 % y a los seis meses posteriores de la cosecha reportó un 80 % de germinación a temperatura ambiente y un 82 % de germinación a 5 °C, al inicio con semillas de casuarina un 53 % de germinación y a los seis meses 54 % de germinación a 5°C y temperatura ambiente, al inicio con semillas de tubús reportó un 83 % de germinación y a los seis meses posteriores de la cosecha un

88 % de germinación a 5 °C y un 90.5 % de germinación a temperatura ambiente, al inicio con semillas de manzana rosa reportó un 82 % de germinación y a los seis meses posteriores de la cosecha un 42 % de germinación a 5 °C y 0% de germinación a temperatura ambiente

En un estudio realizado por Schmidt (2013) en crecimiento y relación del tallo-raíz en plántones de cinco especies forestales durante la fase de vivero en Tingo María demostró que, en valores promedios a los dos meses posteriores al repique en plántones, para longitud aérea de bolaina blanca reportó (37,2 cm), para capirona (22,2 cm), para shaina (20,5 cm), para caoba (18,9 cm) y para pino chuncho (32,4 cm). Con respecto a la longitud radicular reportó en bolaina blanca (30 cm), para capirona (24 cm), para shaina (21,1 cm), para caoba (16,9 cm) y para pino chuncho (33,1 cm). Con respecto al peso seco reportó en bolaina blanca (3,4 g), para capirona (1,7 g), para shaina (1,23 g), para caoba (1,29 g) y para pinochuncho (2,11 g).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales, cuya coordenada central UTM es 390304 Este – 8970778 Norte y en el Vivero Forestal, cuya coordenada central UTM es 390254 Este – 8970735 Norte, ambas con altitudes de 668 msnm, pertenecientes a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicadas a 1.5 km de la ciudad de Tingo María.

3.1.1. Ubicación política

Región: Huánuco

Provincia: Leoncio prado

Distrito: Rupa Rupa

Localidad: Tingo María

3.1.2. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de Holdrige (1987), la presente investigación se realizó en la zona

ecológica de bosque muy húmedo – Premontano Tropical (bmh – PT) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, se encuentra en la Selva Alta o Rupa Rupa.

3.1.3. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas del área de investigación según la estación meteorológica José Abelardo Quiñones (2018), presenta una precipitación anual promedio de 3,575.3 mm. Las mayores precipitaciones se presentaron en los meses de octubre – abril y alcanza un máximo extremo en el mes de octubre con 485,5 mm. Con una temperatura máxima de 30,3 °C, mínima de 20,5 °C y la media anual de 25,4 °C. Con una humedad relativa de 84%.

3.2. Materiales, equipos y herramientas

3.2.1. Material biológico

Se usó semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam).

3.2.2. Materiales, equipos y herramientas

Se utilizó cabina conservadora, estufa Binder 280 °C, cámara fotográfica Sony, GPS map 62S, pinza de laboratorio, cinta diamétrica, tijera telescópica Kamasa, arnés con cinturón de seguridad, estufa, colador, piceta, vernier, regla graduada, plumón indeleble, papel bond A-4, regadora, papel toalla, taper de plástico, caja de cartón, papel kraft y bandeja de plástico.

3.3. Metodología

3.3.1. Determinación de la viabilidad de semillas de Bolaina negra

– Cosecha de frutos

Para llevar a cabo la cosecha de frutos, se dispuso del material y equipo de campo antes mencionados, para lo cual, previo a la recolección de frutos maduros, se realizó un recorrido por el campus universitario de la UNAS para, identificar los árboles potenciales para la cosecha de frutos. La cosecha de frutos maduros se realizó a fines del mes de septiembre; de cada uno de los árboles se colectó la mayor cantidad de frutos maduros por estratos que consistió en: frutos recogidos del estrato suelo de la copa, frutos cosechados del estrato base de la copa, frutos cosechados del estrato medio de la copa y frutos cosechados del estrato alto de la copa (Figura 10 del Anexo B).

– Extracción de semillas

Para la extracción de las semillas se realizó en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS, se utilizó una pinza de laboratorio, en la cual se abrió el fruto maduro y con mucho cuidado se extrajo las semillas una por una sin que se dañen, luego se seleccionaron las semillas buenas de características fenotípicas deseables como son: la uniformidad, tamaño, sanas, etc. Para el secado se orearon las semillas cinco días en un área limpia dentro del laboratorio de semillas.

– Almacenamiento de semillas

Para el almacenamiento de semillas se utilizó sobres de papel kraft para su empaque y se colocó 600 semillas dentro y se depositó en cajas de cuatro compartimentos separados según tratamientos considerados. Se acondicionó en dos lugares el almacenamiento, uno en la conservadora de semillas a una temperatura de 5° C y una humedad relativa de 4,7% y la otra dentro de un área limpia del laboratorio de semillas a una temperatura ambiente de 26° C y una humedad relativa de 75 %; el tiempo de almacenamiento fueron de dos, cuatro y seis meses respectivamente, utilizándose 4800 semillas en almacenamiento. Para el ensayo de germinación de semillas recién cosechadas se utilizó 800 semillas al iniciar la investigación; haciendo un total de 5600 semillas utilizadas en toda la ejecución de la tesis.

– Preparación de sustrato para ensayo de germinación

Para ejecutar los ensayos de germinación se utilizó tierra negra cernida del vivero forestal, que luego fue distribuida en 16 bandejas de plásticos para el primer ensayo de germinación (antes de almacenar las semillas) y en 32 bandejas de plástico distribuidas según tratamientos considerados en el diseño experimental posteriores al almacenamiento de semillas a los dos, cuatro y seis meses respectivamente.

– Escarificación de semillas

Para la escarificación de semillas se realizó en agua hirviendo a 100° C por un lapso de 10 segundos, luego paso en reposo en agua fresca por dos

días y antes del ensayo de germinación se lavó el mucílago que contenía alrededor de las semillas de manera mecánica utilizando un colador casero.

– Germinación de semillas de Bolaina negra

Para los ensayos de germinación se hizo una distribución equitativa de las semillas dentro de las bandejas de plástico, considerando por cada una de ellas 50 semillas por repetición y un total de 200 semillas por tratamiento, según las Reglas Internacionales para el Análisis de las semillas (ISTA 2016)

– Poder germinativo

Se llevó un registro diario de las semillas que germinaban, las semillas que germinaban se las dejaban desarrollarse a plántulas para su posterior evaluación del vigor. Para calcular el poder germinativo de las semillas se utilizó la siguiente formula:

$$PG = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

– Energía germinativa

Para el cálculo de la velocidad de germinación de las semillas se utilizó la siguiente formula:

Para el total de semillas sembradas:

$$EG_{ss} = \frac{N^{\circ} \text{ maximo de semillas germinadas en un tiempo dado}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

3.3.2. Determinación del Vigor de semillas de bolaina negra

Para el análisis del vigor se realizó cada dos meses según ensayos de semillas recién cosechadas y de semillas almacenadas a los dos, cuatro y seis meses respectivamente.

– Tiempo de latencia

Para el hallar el tiempo de latencia (TL): se contó los días transcurridos desde la siembra hasta el inicio de la germinación. Para activar la germinación se tuvo que escarificar las semillas para ablandar la cubierta o testa. El tratamiento utilizado en el escarificado de las semillas de bolaina negra fue la física (agua hervida) para romper la latencia de las semillas (Hartman *et al.* 1990).

– Semillas no germinadas

Para el porcentaje de semillas no germinadas: se hizo un conteo y conversión a porcentaje de aquellas semillas duras, semillas frescas o semillas latentes y de aquellas semillas muertas de bolaina negra (Peretti 1994).

– Plántulas normales y anormales

Para el análisis de germinación de plántulas normales y anormales: se evaluó según los criterios de las Reglas Internacionales para el Análisis de las semillas (ISTA 2016).

– Longitud de parte aérea (LPA) y longitud de raíz (LR)

Longitud de la parte aérea (LPA): se tomó el 10% de las plántulas de cada repetición al azar; de las cuales se midió en centímetros la longitud de la parte aérea, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la última hoja.

Longitud de la raíz (LR): se tomó el 10% de las plántulas de cada repetición al azar, de las cuales se midió en centímetros la longitud de la parte radicular, desde el cuello de la raíz hasta la punta de esta.

– **Peso fresco (PF) y peso seco de la plántula (PS)**

Peso fresco de la plántula (PF): se utilizó las mismas plántulas que se emplearon para medir la longitud aérea y radicular, para luego, ser pesadas en una balanza analítica el peso fresco de las plántulas en gramos.

Peso seco de la plántula (PF): se utilizó las mismas plántulas que se emplearon para medir la longitud aérea y radicular, las cuales, se colocaron en una estufa a 80° C durante 72 horas, al finalizar, se pesaron en una balanza analítica el peso seco de las plántulas en gramos.

3.4. Análisis de datos

3.4.1. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde al tipo experimental, aplicado y de acuerdo con el número de evaluaciones pertenece a una investigación longitudinal.

3.4.1.1. Diseño experimental

Los experimentos realizados en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) se condujeron mediante un Diseño Completo al Azar (DCA) donde los factores considerados en el trabajo de investigación son:

Factor A: Temperatura

- Temperatura ambiente y temperatura 5°C

Factor B: Estrato de cosecha

- Estrato suelo, estrato bajo de copa, estrato medio de copa y estrato alto de copa.

La unidad experimental está conformada por 50 semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam), (una semilla = una subunidad experimental), teniendo un total de 32 unidades experimentales con 1600 subunidades experimentales o semillas de bolaina negra, dentro de un área experimental de 1.5 x 3 m. De acuerdo con los factores y niveles considerados en la presente investigación se tiene un diseño factorial de 2 x 4, por lo tanto, el diseño experimental del trabajo de investigación está conformado por ocho tratamientos combinados.

Cuadro 2. Tratamientos considerados por la combinación de los factores en el trabajo de investigación.

Tratamiento	Descripción
T1	Almacenado a T° ambiente y estrato de cosecha del suelo
T2	Almacenado a T° 5 °C y estrato de cosecha del suelo
T3	Almacenado a T° ambiente y estrato de cosecha baja
T4	Almacenado a T° 5 °C y estrato de cosecha baja
T5	Almacenado a T° ambiente y estrato de cosecha media
T6	Almacenado a T° 5 °C y estrato de cosecha media
T7	Almacenado a T° ambiente y estrato de cosecha alta
T8	Almacenado a T° 5 °C y estrato de cosecha alta

T7	T4	T3	T6	T5	T2	T1	T5
T1	T2	T6	T4	T8	T3	T7	T8
T2	T3	T1	T8	T2	T6	T7	T4
T6	T5	T8	T4	T5	T1	T7	T3

Figura 1. Croquis de distribución de tratamientos

3.4.1.2. Modelo estadístico

El modelo aditivo lineal del experimento está representado por la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación de la variable respuesta

μ = Efecto medio verdadero

α_j = Efecto de la temperatura

β_k = Efecto de los estratos de cosecha

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Efecto de interacción

ε_{ijk} = Efecto del error experimental

3.4.1.3. Análisis de varianza (ANVA)

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Tukey a un nivel de confianza del 95 %.

Cuadro 3. Modelo del análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	Fc
Temperatura	a-1	SC _A	SC _A / a-1	CM _A /CM _E
Est. De cosecha	b-1	SC _B	SC _B / b-1	CM _B /CM _E
Interacción	(a-1)(b-1)	SC _{AB}	SC _{AB} /(a-1)(b-1)	CM _{AB} /CM _E
Error	ab(p-1) -p+1	SC _E	SC _E / GL _E	
Total	abp - 1	SC _{Total}		

A, B: factores

Donde:

GL = Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

Fc = F calculado

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar la viabilidad de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.

4.1.1. Poder germinativo

En el ANVA se registra significancia estadística por parte de la temperatura a los cuatro meses después de la cosecha, en caso del estrato de cosecha presentó efectos en todas las evaluaciones; además se registró interacción estadística de los niveles de cada factor sobre el poder germinativo a los dos, cuatro y seis meses respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. ANVA resumido para el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,146 ^{ns}	0,007*	0,087 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,001*	3	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Temperatura * Estrato			3	0,035*	0,027*	<0,001*
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En caso de la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas altamente significativas sobre el poder germinativo, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura no se demostró significancia estadística en la variable mencionada (Cuadro 4).

Cuadro 4. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a dos meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,056 ^{ns}
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,085 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,128 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,936 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

A los dos meses posteriores a la cosecha, las semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) que se colectaron del suelo y se guardaron a una temperatura de 5 °C (T₂) presentaron mayores valores promedios respecto al poder germinativo (71,00%), mientras que en caso de conservar dichas semillas al ambiente y colectadas del suelo (T₁) favoreció también en obtener el mayor promedio, siendo estas combinaciones mejores en comparación a los demás utilizados en el estudio (Cuadro 5 y Figura 2).

Cuadro 5. Efecto simple de los factores sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los dos meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	71,00 ^a	51,50 ^b	29,50 ^c	41,50 ^{bc}
Ambiente	84,00^a	63,00 ^b	21,00 ^d	42,00 ^c

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

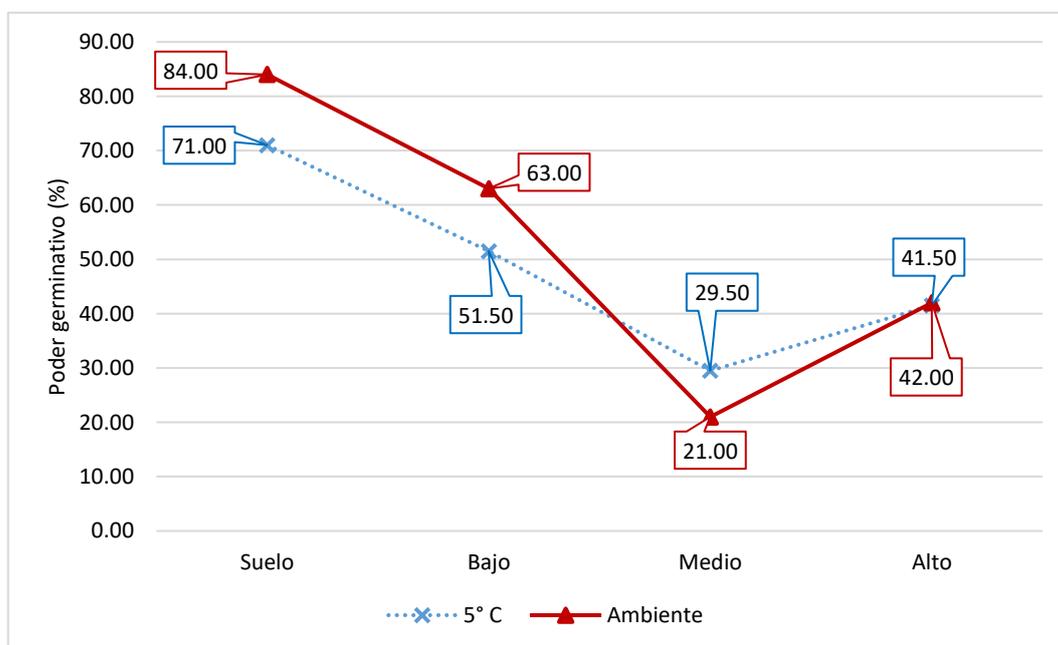


Figura 2. Efecto de interacción en poder germinativo a los dos meses

Al interaccionar los niveles de temperatura sobre el factor estratos de cosecha, se observó significancia altamente estadística para el poder germinativo a los cuatro meses posteriores a la cosecha; similar efecto se observó en el factor temperatura al interaccionar con el nivel suelo de cosecha, en los demás niveles de cosecha no existe diferencias estadísticas significativas (Cuadro 6).

Cuadro 6. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,007*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,710 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,161 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,059 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

La interacción entre la temperatura 5° C y estrato de cosecha del suelo favoreció en el poder germinativo a los cuatro meses posteriores de la cosecha (Cuadro 7 y Figura 3).

Cuadro 7. Efecto simple de los factores sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	84,50^a	51,00 ^b	14,50 ^c	53,00 ^b
Ambiente	65,00 ^a	48,00 ^b	19,00 ^c	35,50 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

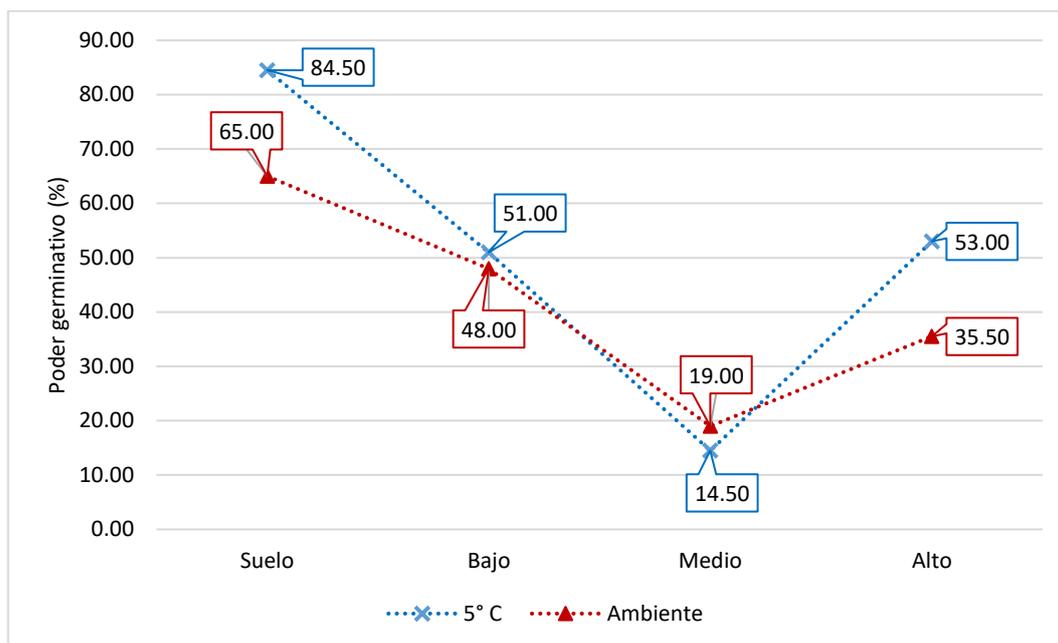


Figura 3. Efecto de interacción en poder germinativo a los cuatro meses

No se reporta efectos significativos en la interacción entre el factor temperatura con los niveles bajo y alto de los estratos de cosecha sobre el poder germinativo a los seis meses posteriores de la cosecha (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,001*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,246 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,001*
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,108 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Las mejores combinaciones que favoreció el poder germinativo en semillas de bolaina negra almacenado por seis meses fue al cosechar en el nivel estrato suelo, al ser almacenadas a temperatura ambiente y a 5 °C, para el caso del nivel estrato medio almacenado a seis meses se registró la peor combinación para poder germinativo al ser almacenadas a temperatura ambiente y a 5 °C (Cuadro 9 y Figura 4).

Cuadro 9. Efecto simple de los factores sobre el poder germinativo en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	87,50^a	53,00 ^b	29,00 ^c	37,00 ^{bc}
Ambiente	64,00 ^a	62,00 ^a	16,50 ^c	46,50 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

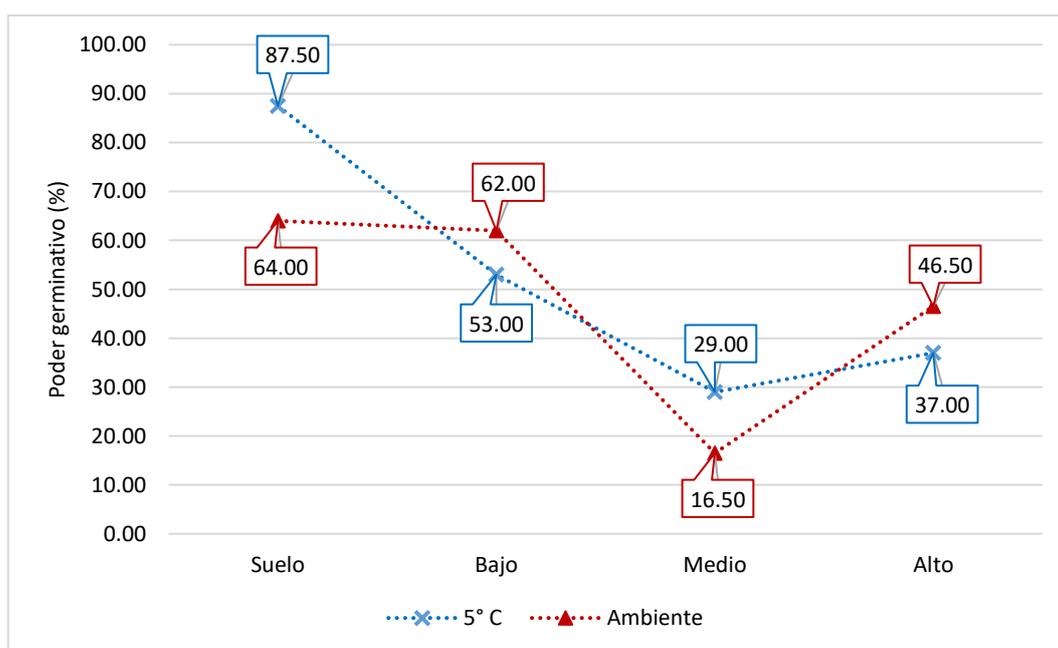


Figura 4. Efecto de interacción en poder germinativo a los seis meses

4.1.2. Energía germinativa

En el Análisis de la varianza (ANVA) se registra diferencias estadísticas significativas por parte de la temperatura a los cuatro meses después de la cosecha ($p=0,011$), para los dos meses y seis meses después de la cosecha no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$), en caso del estrato de cosecha presentó diferencias estadísticas significativas a los dos, cuatro y seis meses de evaluación ($p<0,05$); no se registró interacción estadística de los niveles de cada factor a los dos, cuatro y seis meses respectivamente (Cuadro 10).

Cuadro 10. ANVA resumido para la energía germinativa en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,271 ^{ns}	0,011*	0,975 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,475 ^{ns}	3	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Temperatura * Estrato			3	0,777 ^{ns}	0,053 ^{ns}	0,205 ^{ns}
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Almacenar las semillas a 5 °C presentó efectos significativos a los cuatro meses posteriores de la cosecha (Cuadro 11)

Cuadro 11. Efecto principal de la temperatura sobre la energía germinativa en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Temperatura	N	Media ₂	Subc ₂	Media ₄	Subc ₄	Media ₆	Subc ₆
5° C	16	33,63	A	33,13	a	37,75	a
Ambiente	16	37,63	A	26,50	b	37,88	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Las semillas ni bien cosechadas no registraron significancia estadística para energía germinativa en todos los estratos (Suelo, bajo, medio y alto). En caso de las semillas colectadas del suelo se reporta superioridad en la variable mencionada durante todo el periodo de ejecución de la tesis, siendo estadísticamente superior en comparación a los demás estratos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto principal de los estratos de cosecha sobre la energía germinativa en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Estrato	N	Media ₀	Subc ₀	Media ₂	Subc ₂	Media ₄	Subc ₄	Media ₆	Subc ₆
Bajo	4	30,50	A	41,75	Ab	32,75	b	45,75	a
Medio	4	25,00	A	20,50	C	12,50	c	19,50	b
Alto	4	30,00	A	31,50	Bc	26,75	b	36,75	a
Suelo	4	38,00	A	48,75	A	47,25	a	49,25	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

4.2. Determinar el vigor de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.

4.2.1. Tiempo de latencia

En el análisis de la varianza (ANVA) se registra significancia estadística por parte de la temperatura a los cuatro meses posteriores de la cosecha, en caso del estrato de cosecha presento efectos significativos a los cuatro y seis meses posteriores de la cosecha; además se registró interacción estadística de los niveles de cada factor a los cuatro meses posteriores de la cosecha (Cuadro 13).

Cuadro 13. ANVA resumido para el tiempo de latencia en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1		0,003*	0,519 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,310 ^{ns}	3		0,022*	0,022*
Temperatura * Estrato			3		0,022*	0,734 ^{ns}
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En caso de la interacción entre el nivel 5° C de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas significativas con respecto a tiempo de latencia, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se reportó diferencias estadísticas significativas entre el factor temperatura y el nivel alto de cosecha con respecto a latencia de semillas a los cuatro meses posteriores de la cosecha (Cuadro 14).

Cuadro 14. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre el tiempo de latencia en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	---	---
Temperatura en bajo (A en b2)	---	---
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,134 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,024*
5° C en estrato (a1 en B)	3	0,038*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	---

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

La interacción entre los 5 °C con semillas colectadas en el estrato alto de la copa presento mayor valor promedio con respecto al tiempo de latencia a los cuatro meses posteriores de la cosecha; el nivel ambiente de temperatura no registra diferencias estadísticas, por lo tanto, no hay efecto de interacción (Cuadro 15 y Figura 5).

Cuadro 15. Efecto simple de los factores sobre el tiempo de latencia en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	3,000 ^b	3,000 ^b	3,500 ^b	3,750^a
Ambiente	3,000 ^a	3,000 ^a	3,000 ^a	3,000 ^a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

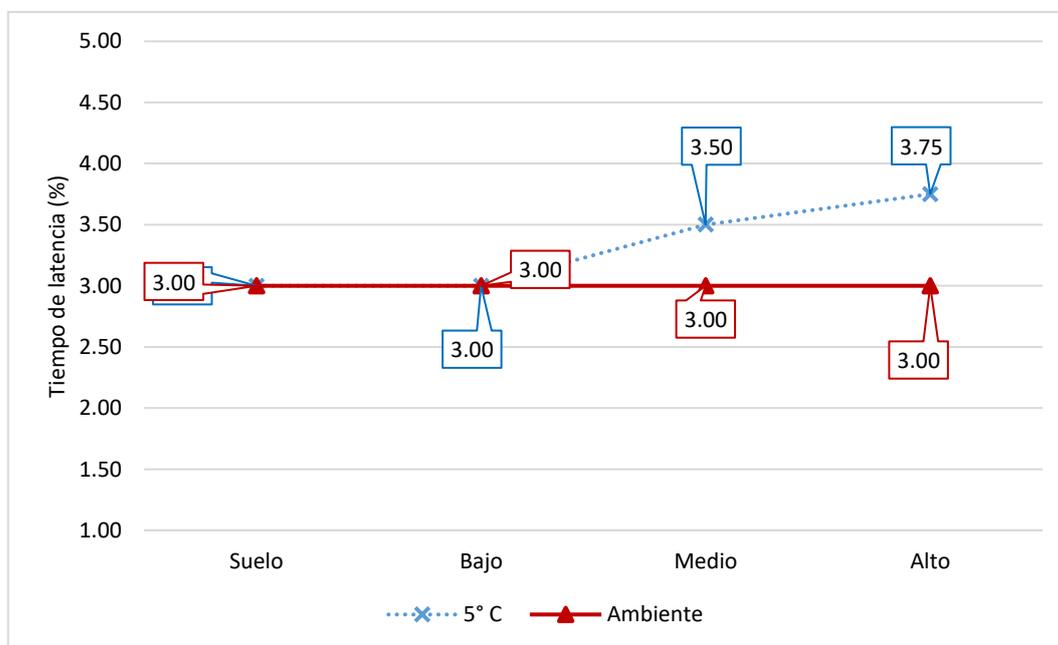


Figura 5. Efecto de interacción en latencia a los cuatro meses

4.2.2. Semillas no germinadas

En el Análisis de la varianza (ANVA) se registró interacción estadística de los niveles de cada factor sobre semillas no germinadas a los dos, cuatro y seis meses posteriores de la cosecha de semillas de bolaina negra (Cuadro 16).

Cuadro 16. ANVA resumido para semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,146 ^{ns}	0,007*	0,087 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,001*	3	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Temperatura * Estrato			3	0,035*	0,027*	<0,001*
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias altamente significativas (Cuadro 17).

Cuadro 17. ANVA y prueba T de los efectos simples de semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los dos meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,056 ^{ns}
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,104 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,164 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,936 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

A los dos meses posteriores a la cosecha, las semillas de bolaina negra que se colectaron del estrato medio de la copa a una temperatura de 5 °C (T_5) presentaron mayores valores promedios respecto al porcentaje de semillas no germinadas (79,00%), mientras que en caso de almacenar dichas semillas a temperatura ambiente y colectar del estrato suelo (T_1) se obtuvo el menor valor promedio (16,00%) de dicha variable (Cuadro 18 y Figura 6).

Cuadro 18. Efecto simple de los factores sobre semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los dos meses

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	16,00 ^d	37,00 ^c	79,00^a	58,00 ^b
Ambiente	29,00 ^c	48,50 ^b	70,50 ^a	58,50 ^{ab}

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

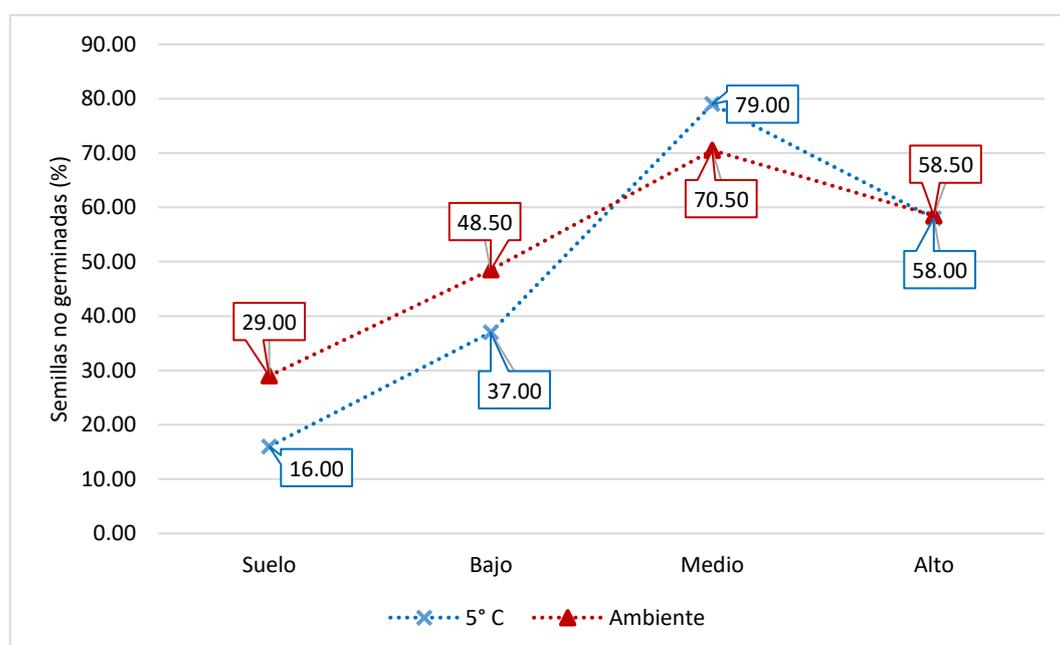


Figura 6. Efecto de interacción de semillas no germinadas a los dos meses

Al interaccionar los niveles de temperatura sobre el factor estratos de cosecha, se reportó diferencias estadísticas significativas para el porcentaje de semillas no germinadas; similar efecto se observó en el factor temperatura al interaccionar con el nivel suelo de cosecha (Cuadro 19).

Cuadro 19. ANVA y prueba T de los efectos simples de semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,007*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,710 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,161 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,059 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

La interacción entre el nivel 5 °C con semillas colectadas en el estrato suelo registró el menor valor promedio para semillas no germinadas, por otro lado, la interacción entre el nivel 5 °C con semillas cosechadas del estrato medio y en la interacción con el nivel de temperatura ambiente con semillas cosechadas del estrato alto, registraron los mayores valores promedios con relación a la variable semillas no germinadas a los cuatro meses posteriores de la cosecha (Cuadro 20 y Figura 7).

Cuadro 20. Efecto simple de los factores sobre semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	15,50 ^c	49,00 ^b	85,50^a	47,00 ^b
Ambiente	35,00 ^c	52,00 ^b	64,50 ^b	81,00 ^a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

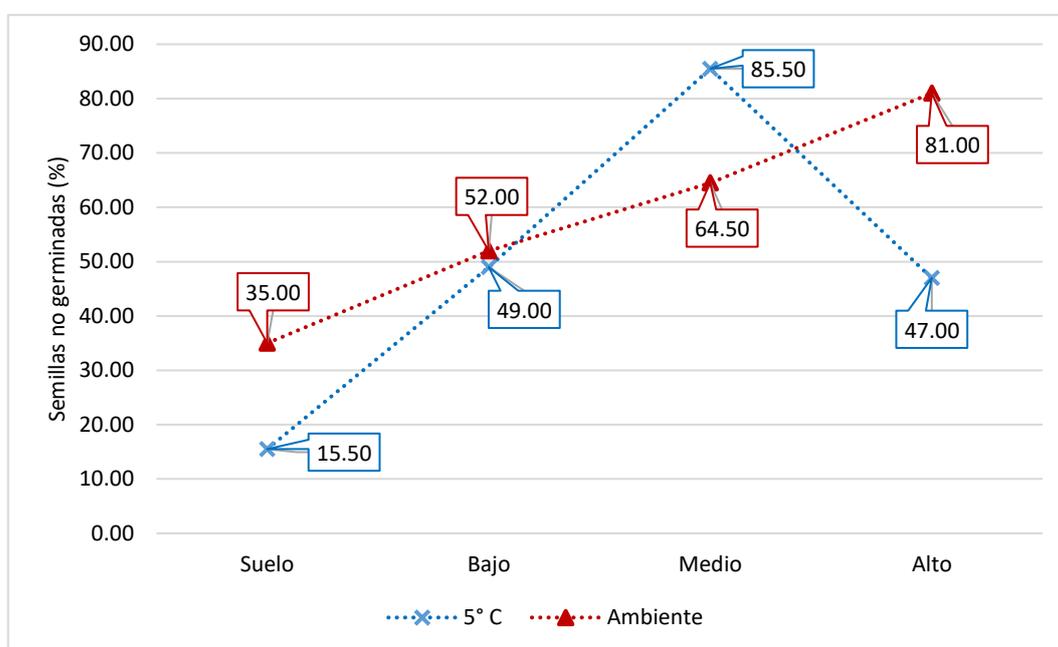


Figura 7. Efecto de interacción de semillas no germinadas a los cuatro meses

En caso de la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas altamente significativas sobre semillas no germinadas, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura existe diferencias estadísticas significativas en el nivel suelo y el nivel medio (Cuadro 21).

Cuadro 21. ANVA y prueba T de los efectos simples de semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,001*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,246 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,001*
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,108 ^{ns}
5°C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

La interacción entre la temperatura ambiente con semillas cosechadas en el estrato medio registró el mayor valor promedio para semillas no germinadas a los seis meses; mientras que a 5° C y con semillas cosechadas en el estrato suelo registró el menor valor promedio (Cuadro 22 y Figura 8).

Cuadro 22. Efecto simple de los factores sobre semillas no germinadas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5	12,50 ^c	47,00 ^b	63,00 ^{ab}	71,00 ^a
26	36,00 ^c	38,00 ^c	83,50^a	53,50 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

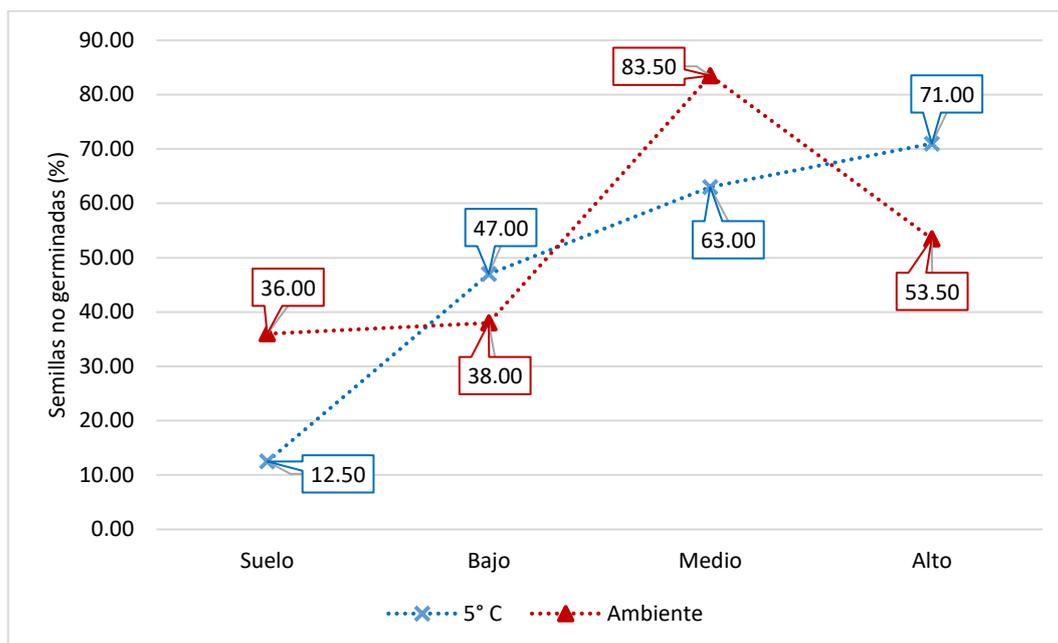


Figura 8. Efecto de interacción de semillas no germinadas a los seis meses

4.2.3. Plántulas normales

En el ANVA se registra interacción de los factores a los dos y cuatro meses posteriores a la cosecha (Cuadro 23).

Cuadro 23. ANVA resumido de plántulas normales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,188 ^{ns}	0,019*	0,056 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,001*	3	<0,001*	0,001*	0,001*
Temperatura * Estrato			3	0,107 ^{ns}	0,039*	0,002*
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas altamente significativas sobre plántulas normales, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se reportó diferencias estadísticas significativas en el nivel suelo de cosecha (Cuadro 24).

Cuadro 24. ANVA y prueba T de los efectos simples de plántulas normales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,006*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,750 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,151 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,130 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los 5 °C con semillas colectadas en el estrato de cosecha suelo se reporta el mayor valor promedio de plántulas normales a los cuatro meses posteriores de la cosecha, siendo estadísticamente el mejor en comparación a los demás, por otro lado, la interacción entre la temperatura ambiente y estrato de cosecha medio registró el menor valor promedio de plántulas normales (Cuadro 25 y Figura 9).

Cuadro 25. Efecto simple de los factores sobre plántulas normales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	75,00^a	43,00 ^b	8,00 ^c	38,00 ^b
Ambiente	54,00 ^a	40,50 ^a	14,00 ^b	20,00 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

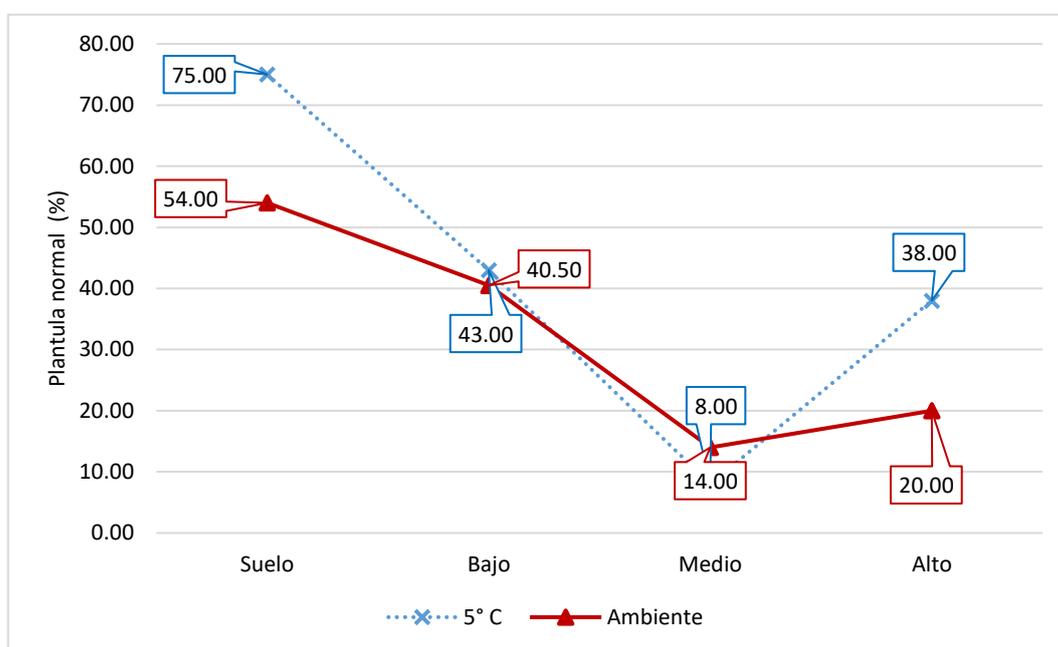


Figura 9. Efecto de interacción de plántulas normales a los cuatro meses

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas altamente significativas en plántulas normales, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se reportó diferencias significativas en el estrato suelo y el estrato medio a los seis meses posteriores a la cosecha (Cuadro 26).

Cuadro 26. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre plántulas normales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,010*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,187 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,009*
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,793 ^{ns}
5° en estrato (a1 en B)	3	<0,001*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción la mejor combinación fue para los 5 °C con semillas cosechadas en el estrato suelo donde se registró el mayor valor promedio, el menor valor promedio lo registra la interacción temperatura ambiente con semillas cosechadas en el estrato medio de la copa a los seis meses posteriores a la cosecha (Cuadro 27 y Figura 10).

Cuadro 27. Efecto simple de los factores sobre plántulas normales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	77,50^a	45,50 ^b	23,50 ^c	27,50 ^{bc}
Ambiente	55,00 ^a	55,50 ^a	12,50 ^c	29,00 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

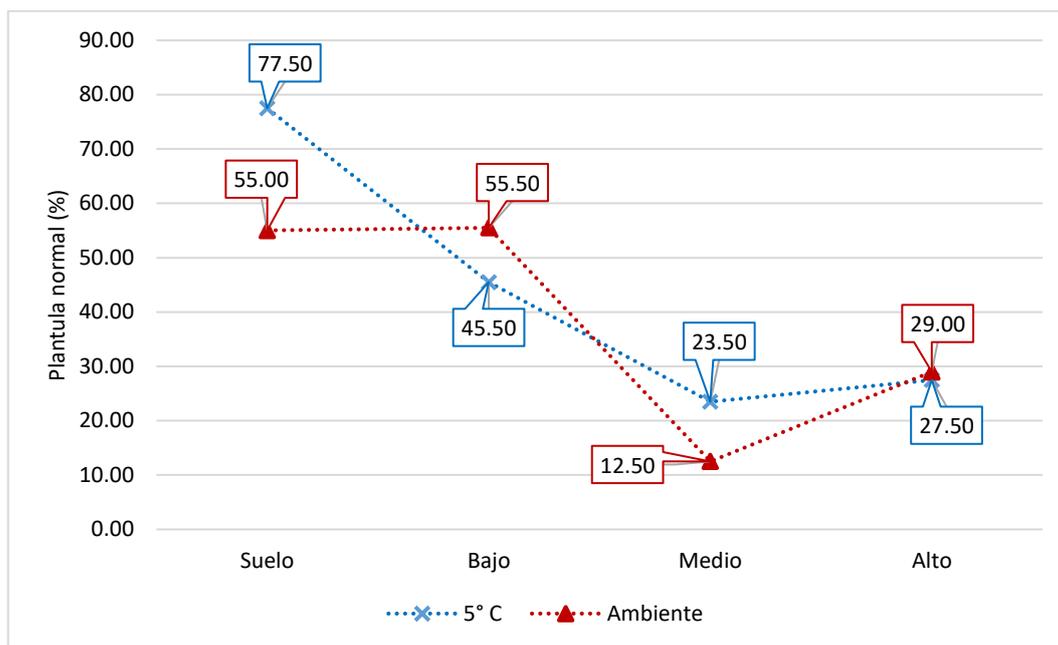


Figura 10. Efecto de interacción de plántulas normales a los seis meses

4.2.4. Plántulas anormales

En el ANVA se registró interacción estadística de los factores a los cuatro meses posteriores a la cosecha (Cuadro 28).

Cuadro 28. ANVA resumido de plántulas anormales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,875 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,426 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,689 ^{ns}	3	0,001*	0,004*	0,001*
Temperatura * Estrato			3	0,207 ^{ns}	0,021*	0,066 ^{ns}
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas significativas en el nivel ambiente, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se reporta diferencias estadísticas en el factor temperatura al interaccionar con el nivel de cosecha alto de la copa (Cuadro 29).

Cuadro 29. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre plántulas anormales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,510 ^{ns}
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,780 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,437 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,029*
5° en estrato (a1 en B)	3	0,590 ^{ns}
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	0,002*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre la temperatura ambiente con semillas colectadas en el estrato alto de la copa se registra el mayor valor promedio para plántulas anormales a los cuatro meses posteriores de la cosecha, mientras que, al interactuar la temperatura ambiente con el estrato de cosecha medio se reporta el menor valor promedio (Cuadro 30 y Figura 11).

Cuadro 30. Efecto simple de los factores sobre plántulas anormales de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	9,50 ^a	8,00 ^a	6,50 ^a	7,50 ^a
Ambiente	11,00 ^{ab}	7,50 ^b	5,00 ^b	15,50^a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

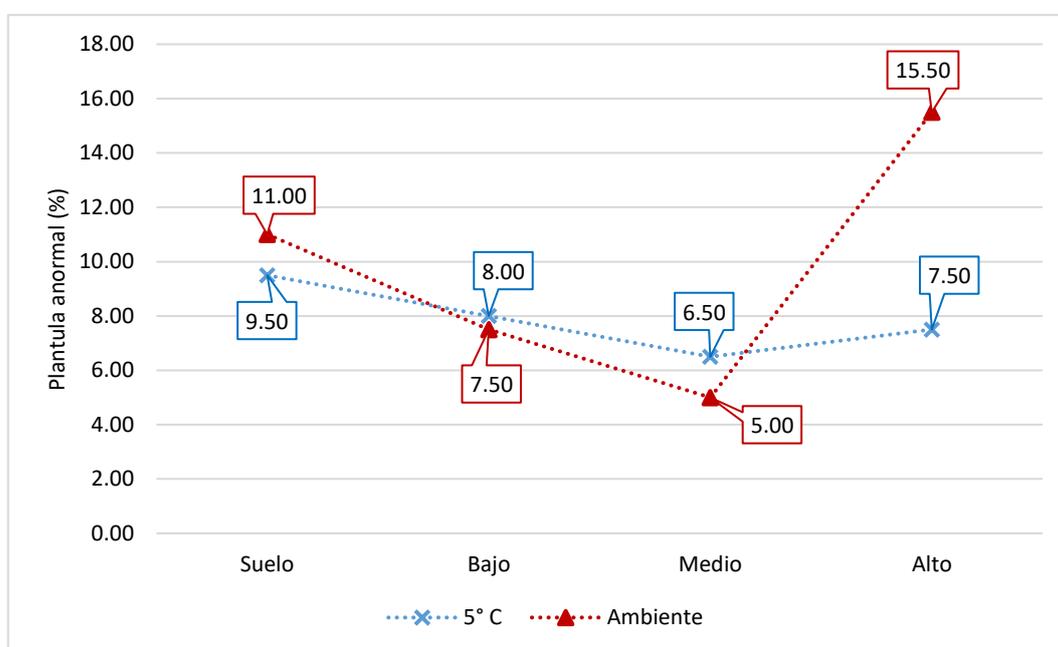


Figura 11. Efecto de interacción de plántulas anormales a los cuatro meses

4.2.5. Longitud aérea

En el Análisis de la varianza (ANVA) se registra diferencias estadísticas altamente significativas por parte del factor temperatura a los seis meses posteriores de la cosecha, en caso del factor estrato de cosecha presentó efectos estadísticos altamente significativos a los cuatro y seis meses

posteriores a la cosecha; además se registró interacción estadística de los niveles de cada factor a los seis meses posteriores de la cosecha de bolaina negra (Cuadro 31).

Cuadro 31. ANVA resumido para la longitud aérea de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,176 ^{ns}	0,569 ^{ns}	<0,001*
Estrato de cosecha	3	0,618 ^{ns}	3	0,060 ^{ns}	<0,001*	<0,001*
Temperatura * Estrato			3	0,088 ^{ns}	0,351 ^{ns}	<0,001*
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas significativas sobre la longitud aérea de plántulas, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se registra diferencias estadísticas altamente significativas en la temperatura al interaccionar con el nivel de cosecha bajo de la copa, por otro lado los demás niveles de cosecha al interactuar con el factor temperatura no registraron diferencias estadísticas significativas a los seis meses posteriores de la cosecha. (Cuadro 32).

Cuadro 32. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre la longitud aérea de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,276 ^{ns}
Temperatura en bajo (A en b2)	6	<0,001*
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,146 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,910 ^{ns}
5° en estrato (a1 en B)	3	0,006*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	<0,001*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre la temperatura ambiente con semillas colectadas en el estrato suelo presento mayor promedio en la longitud aérea de plántulas a los seis meses. Por otro lado, la interacción entre la temperatura ambiente y estrato medio reporta el menor promedio (Cuadro 33 y Figura 12).

Cuadro 33. Efecto simple de los factores sobre la longitud aérea de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5	3,10 ^a	2,23 ^b	2,26 ^b	2,39 ^b
26	4,24^a	3,43 ^a	2,01 ^b	2,43 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

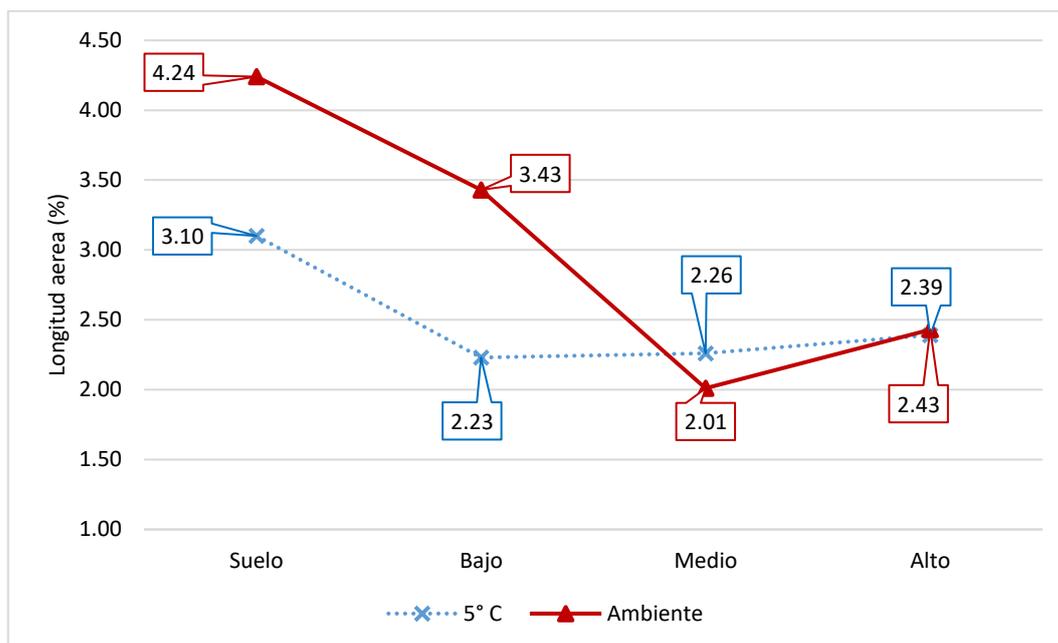


Figura 12. Efecto de interacción de longitud aérea a los seis meses

4.2.6. Longitud radicular

En el ANVA se registra interacción estadística a los cuatro y seis meses posteriores a la cosecha (Cuadro 34).

Cuadro 34. ANVA resumido para la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,005*	0,017*	0,219 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,512 ^{ns}	3	0,633 ^{ns}	0,006*	0,004*
Temperatura * Estrato			3	0,159 ^{ns}	0,019*	0,042*
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas significativas en el nivel ambiente en estrato sobre la longitud aérea, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se registra significancia estadística en la temperatura al interaccionar con el nivel suelo de cosecha (Cuadro 35).

Cuadro 35. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,042*
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,107 ^{ns}
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,241 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,126 ^{ns}
5° en estrato (a1 en B)	3	0,113 ^{ns}
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	0,013*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre 5 °C con semillas colectadas en el estrato alto de la copa reporto mayor valor promedio en la longitud radicular de plántulas a los cuatro meses posteriores de la cosecha. En la interacción temperatura ambiente y estrato suelo no fue favorable en la longitud radicular de plántulas a los cuatro meses posteriores de la cosecha (Cuadro 36).

Cuadro 36. Efecto simple de los factores sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los cuatro meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5	7,86 ^a	7,79 ^a	8,10 ^a	8,63^a
26	6,21 ^b	8,36 ^a	7,63 ^{ab}	7,81 ^{ab}

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

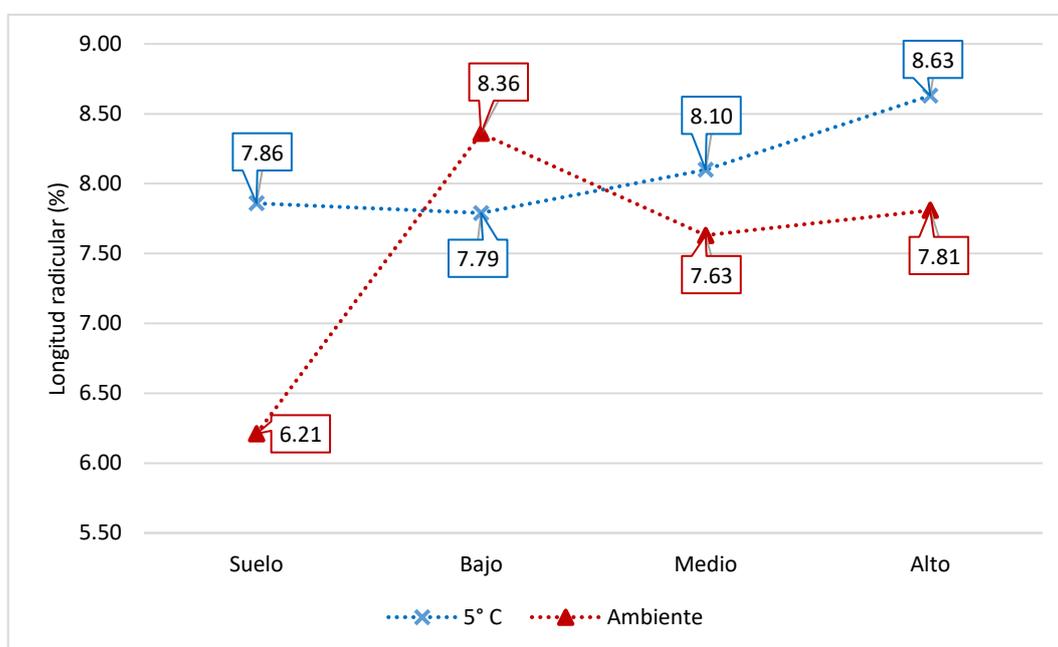


Figura 13. Efecto de interacción de longitud radicular a los cuatro meses

En la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas significativas en el nivel 5 °C con el factor estrato, al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se registra significancia estadística en la temperatura al interaccionar con el nivel bajo de la copa a los seis meses posteriores a la cosecha (Cuadro 37).

Cuadro 37. ANVA y prueba T de los efectos simples sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,283 ^{ns}
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,003*
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,947 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,817 ^{ns}
5° en estrato (a1 en B)	3	0,005*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	0,314 ^{ns}

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre los 5 °C con semillas colectadas en el estrato alto de la copa se registra el mayor valor promedio para longitud radicular a los seis meses posteriores de la cosecha (Cuadro 38).

Cuadro 38. Efecto simple de los factores sobre la longitud radicular de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	7,35 ^a	5,89 ^b	6,65 ^{ab}	7,48^a
Ambiente	7,12 ^a	7,11 ^a	6,69 ^a	7,39 ^a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

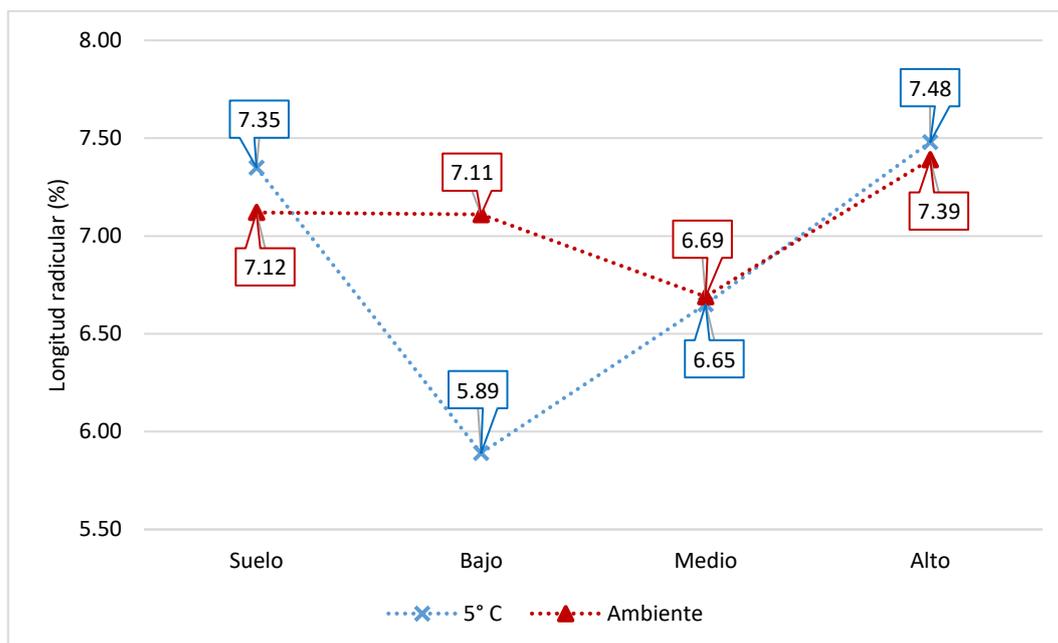


Figura 14. Efecto de interacción de longitud radicular a los seis meses

4.2.7. Peso fresco

En el ANVA se registra diferencias estadísticas significativas en el factor estrato a los cuatro meses posterior a la cosecha (Cuadro 39).

Cuadro 39. ANVA resumido para el peso fresco de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,933 ^{ns}	0,489 ^{ns}	0,716 ^{ns}
Estrato de cosecha	3	0,496 ^{ns}	3	0,180 ^{ns}	0,035*	0,262 ^{ns}
Temperatura * Estrato			3	0,063 ^{ns}	0,678 ^{ns}	0,197 ^{ns}
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

A los dos meses de la cosecha se registra el mayor promedio en el estrato medio de la copa (Cuadro 40).

Cuadro 40. Efecto principal de los estratos de cosecha sobre el peso fresco de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Estrato	N	Media ₀	Subc ₀	Media ₂	Subc ₂	Media ₄	Subc ₄	Media ₆	Subc ₆
Bajo	4	0,112	a	0,104	a	0,093	a	0,099	a
Medio	4	0,115	a	0,145	a	0,127	a	0,118	a
Alto	4	0,101	a	0,112	a	0,092	a	0,083	a
Suelo	4	0,094	a	0,118	a	0,111	a	0,108	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

4.2.8. Peso seco

En el ANVA se registra diferencias significativas altamente estadísticas en la interacción a los seis meses (Cuadro 41).

Cuadro 41. ANVA resumido del peso seco de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Fuente de variación	GL	p-valor ₀	GL	p-valor ₂	p-valor ₄	p-valor ₆
Temperatura			1	0,263 ^{ns}	0,490 ^{ns}	0,036*
Estrato de cosecha	3	0,165 ^{ns}	3	0,493 ^{ns}	0,034*	0,195 ^{ns}
Temperatura * Estrato			3	0,198 ^{ns}	0,426 ^{ns}	<0,001*
Error experimental	12		24			
Total	15		31			

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En caso de la interacción entre los niveles de temperatura con el factor estrato de cosecha, se reporta diferencias estadísticas significativas sobre el peso seco de plántulas de bolaina negra, mientras que al interactuar los niveles del estrato de cosecha con el factor temperatura se demostró diferencias estadísticas significativas en el estrato bajo de la copa a los seis posteriores a la cosecha (Cuadro 42).

Cuadro 42. ANVA y prueba T de los efectos simples del peso seco de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Fuentes de variación	GL	p-valor
Temperatura en suelo (A en b1)	6	0,699 ^{ns}
Temperatura en bajo (A en b2)	6	0,008*
Temperatura en medio (A en b3)	6	0,426 ^{ns}
Temperatura en alto (A en b4)	6	0,103 ^{ns}
5° C en estrato (a1 en B)	3	0,025*
Ambiente en estrato (a2 en B)	3	0,004*

*: Existe diferencias estadísticas significativas: ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En la interacción entre la temperatura ambiente con los niveles de cosecha suelo y bajo de la copa se registra los mayores valores promedios sobre el peso seco de plántulas de bolaina negra, por otro lado, en la interacción con 5° C y los niveles de cosecha suelo y bajo se registra los menores valores promedios (Cuadro 43 y Figura 15).

Cuadro 43. Efecto simple de los factores del peso seco de plántulas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) a los seis meses.

Niveles de los factores	Suelo	Bajo	Medio	Alto
5° C	0,023 ^b	0,023 ^b	0,031 ^{ab}	0,033 ^a
Ambiente	0,045^a	0,045^a	0,028 ^b	0,029 ^b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

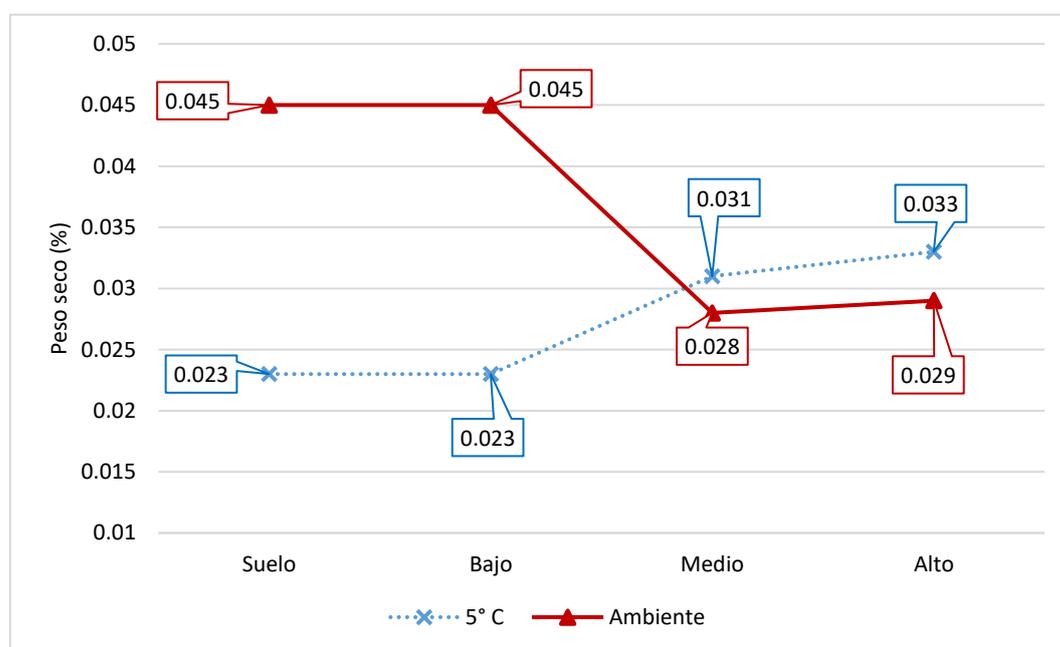


Figura 15. Efecto de interacción de peso seco a los seis meses

V. DISCUSIÓN

5.1. De la viabilidad de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.

Al iniciar los ensayos de germinación, los estratos alto y suelo de cosecha presentaron un alto poder germinativo (61,5 % y 70 %) respectivamente; caso similar y con un alto poder de germinación la obtuvo INIAA y JICA, citado por Zelada (2007), mostrando un 60 % de germinación al iniciar la prueba de germinación con semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.). Resultados mayores lo obtuvo Cruz (2018) al iniciar su investigación en condiciones de laboratorio en donde reporta (81,25 %) de germinación y en un germinador en vivero (73 %) de germinación con semillas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.). Resultados menores y con un mayor contraste presento (INIAA 1992) al iniciar la prueba de germinación obteniendo un 25% con semillas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.). con respecto a esto FAO (1991) menciona que, los resultados que se obtienen en condiciones favorables y controladas en el laboratorio no son directamente aplicables en el terreno, donde solo se puede ejercer un control limitado sobre las condiciones climáticas.

Para los seis meses de germinación INIAA y JICA, citado por Zelada (2007) reportó, un 62 % de germinación a una temperatura de 5 °C y un 9 % de

germinación a una temperatura ambiente. Para los resultados de esta investigación se presentan valores promedios mayores a los seis meses posteriores de la cosecha de semillas por parte del tratamiento T₂ (almacenado a 5 °C y estrato de cosecha suelo) con un 87,50 % de germinación y el tratamiento T₁ (almacenado a temperatura ambiente y estrato de cosecha suelo) con un 64,00 % de germinación en semillas de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.). Esta superioridad se le atribuye a que las semillas pudieran presentar mayor madurez fisiológica, por lo cual el antecedente no lo considero como factor influyente.

Así también, con los resultados obtenidos del trabajo de investigación, al iniciar los ensayos y al finalizarlo a los seis meses posteriores de la cosecha no se presentan disminuciones estadísticas significativas en el poder germinativo, más bien las semillas se mantienen viables, lo mismo ocurre con los datos obtenidos por Alizaga y Vargas (2001) para el caso de madero negro, casuarina y tubús. Por otro lado, las semillas de manzana rosa almacenadas por seis meses registraron pérdida del poder germinativo en un 42 % de germinación a 5 °C y a un 0 % de germinación para temperatura ambiente. Así mismo el mismo autor menciona que las semillas recalcitrantes no experimentan un proceso de secado natural en la planta madre ya que mueren si su contenido de agua se reduce por debajo de un nivel crítico.

Con respecto a la energía germinativa Cruz (2018), reporta variaciones no tan significantes en ensayos realizados en dos condiciones obteniendo así un 70,25 % en laboratorio y un 69,25 % en un germinador, estos resultados difieren mucho con lo obtenido en esta investigación, en la cual ni bien

cosechadas se reporta un 38 % del valor promedio para el estrato de cosecha en frutos recolectados a nivel del suelo. Estos resultados se le pueden atribuir probablemente al sustrato utilizado, ya que para esta investigación se usó solo tierra negra sin desinfectar.

Referente al tiempo de almacenamiento Maury (2017), reporta un descenso del poder germinativo al transcurrir los meses de almacenamiento, al iniciar el ensayo registro un máximo valor promedio de 96,78 % de germinación, a los seis meses de almacenamiento registra un mínimo valor promedio de 3,65 % de germinación. Esta disminución severa de la viabilidad de semillas probablemente se deba a que las semillas de tornillo son muy sensitivas a almacenaje a bajas temperaturas, ya que pertenece al grupo de las semillas recalcitrantes tropicales, caso contrario ocurre con las semillas de bolaina negra utilizadas en esta investigación por pertenecer al grupo de semillas ortodoxas típicas (Bonner *et al.* 1994).

5.2. Del vigor de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en relación con la temperatura en el almacenamiento y estratos de cosecha.

Para resultados obtenidos en esta investigación se puede decir que, el tiempo de latencia fue superada al tercer día de su siembra en condiciones favorables (suelo, oxígeno, iluminación y humedad relativa) en todos los niveles del estrato de cosecha (suelo, bajo, medio y ápice). De ahí se puede deducir que, los tratamientos de escarificación de semillas son eficientes, haciendo que la habilidad germinativa de la especie a tratar se eleve significativamente con su

almacenamiento, sin que se pierda el efecto de los tratamientos y de las condiciones de siembra (Peña y Sordo, 2005).

Con relación a las semillas no germinadas el mayor valor promedio se reportó en las interacciones del estrato medio con niveles de temperatura a 5° C y ambiente (T_5 y T_6), observándose en las evaluaciones semillas con moho, podridas, latentes y comidas por insectos, Cabe mencionar que los estratos de cosecha influenciaron mucho en semillas no germinadas, reportando así, diferentes en los niveles de cosecha.

Con relación a las plántulas normales se reportó mejor valor promedio en las interacciones del estrato suelo con niveles de temperatura a 5° C y ambiente (T_1 y T_2) a los cuatro y seis meses posteriores a la cosecha; en plántulas anormales el menor valor promedio fue para las interacciones 5° C y ambiente con el estrato medio (T_5 y T_6). Igualmente, para estos casos los estratos de cosechas de semillas de bolaina negra influenciaron mucho en la germinación de plántulas normales y anormales; como se reporta en los resultados, cada nivel de cosecha registra un valor promedio que difiere del otro nivel, obteniendo así efectos significativos entre estratos de cosecha.

A los dos meses posteriores de la cosecha en longitud aérea se reportó en esta investigación un valor promedio máximo de (2,8 cm) para el estrato de cosecha del suelo y un valor promedio mínimo de (2,2 cm) para el estrato de cosecha alto; para longitud radicular se reportó un valor promedio máximo de (6,8 cm) para el estrato de cosecha alto y un valor promedio mínimo de (6,2 cm) para el estrato de cosecha bajo. Estos resultados difieren mucho con lo obtenido por Schmidt (2013) quien reporta a los dos meses en longitud aérea

un valor promedio para bolaina blanca de (37,2 cm), para capirona (22,2 cm), para shaina (20,5 cm), para caoba (18,9) y para pino chuncho (32,4). Para longitud radicular reportó un valor promedio en bolaina blanca de (30 cm), para capirona (24 cm), para shaina (21,1 cm), para caoba (16,9 cm) y para pino chuncho (33,1 cm). Al respecto Rada (2014) menciona que, el tipo de envase para la producción de plántulas permiten un mejor crecimiento, donde debido a sus dimensiones contiene mayor cantidad de nutrientes y sustrato, y por ende ofrece mayor espacio para el desarrollo óptimo de la radícula y el vástago de la plántula, permitiendo que las planta los asimile de manera eficiente. Leyva *et al.* (2008) menciona que el sistema radical depende del agua que contenga el sustrato, lo que determina su crecimiento y desarrollo. Si la planta recibe agua en abundancia no estimulara el crecimiento de la radícula, pero si el agua escasea, sea necesario que la planta tenga un sistema radicular vasto para que sobreviva. Para esta investigación la longitud aérea como la longitud radicular no presentaron reducciones con el pasar del tiempo, situación que denota vigor de las semillas, asimismo, los resultados sugieren que las semillas se pueden conservar por mayor tiempo.

Con respecto al peso seco Schmidt (2013) reportó a los dos meses, un valor promedio en bolaina blanca (3,4 g), para capirona (1,7 g), para shaina (1,23 g), para caoba (1,29 g) y para pinochuncho (2,11 g), difiriendo mucho con valore promedios reportados en esta investigación. Al respecto Rodríguez (2008) menciona que, la producción de biomasa o peso seco es muy importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero y los resultados indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta

VI. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T₂ (almacenado a T° 5 °C y estrato de cosecha del suelo) reporto el mayor valor promedio de poder germinativo con un 87,50 % de germinación a los seis meses de almacenado. A temperatura ambiente se obtuvo el mayor efecto en la energía germinativa con un promedio de 37,88 % y el estrato de mayor efecto en la energía germinativa fue el estrato suelo con un 49,25 % ambos a los seis meses de almacenado.
2. El tratamiento T₁ y T₂ (almacenado a temperatura ambiente, 5 °C y estrato de cosecha suelo) reportaron mejores efectos sobre el tiempo de latencia, con una media de 3,00 días para germinar. El tratamiento T₆ (almacenado a 5 °C y estrato de cosecha medio) reporto el mayor valor promedio de semillas no germinadas con 85,50 % a los cuatro meses de almacenado. El tratamiento T₂ (almacenado a 5 °C y estrato de cosecha suelo) reporto el mayor valor promedio de plántulas normales con 77,50 % a los seis meses de almacenado. El tratamiento T₇ (almacenado a temperatura ambiente y estrato de cosecha alto) reporto el mayor valor promedio de plántulas anormales con 15,50 % a los cuatro meses de almacenado. El tratamiento T₁ (almacenado a temperatura ambiente y estrato de cosecha suelo) reporto el mayor valor promedio de longitud aérea con 4,24 cm a los seis meses de almacenado. El tratamiento T₈ (almacenado a 5 °C y estrato

de cosecha alto) reporto el mayor valor promedio de longitud radicular con 8,63 cm a los cuatro meses de almacenado. A temperatura ambiente se obtuvo el mayor efecto en peso fresco con un promedio de 0,120 g a los dos meses de almacenamiento y el estrato de mayor efecto en peso fresco fue el estrato medio con 0,145 g a los dos meses de almacenado. El tratamiento T₁ y T₃ (almacenado a temperatura ambiente y estrato de cosecha suelo y bajo) reportaron el mayor valor promedio de peso seco con 0,045 g a los seis meses de almacenado.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos de germinación de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por cada dos meses por un lapso más prolongado de almacenamiento, para así, conocer en qué periodo de almacenamiento, la viabilidad y el vigor de las semillas tienden a ser mayores, menores y a declinar totalmente.
2. Hacer investigaciones con tipos de envases o empaques de almacenamiento en semillas forestales, para determinar la óptima conservación de estas.
3. Difundir las investigaciones, propiedades y usos de aquellas especies forestales que no son comercializadas por desconocimiento de sus atributos físicos, mecánicos y químicos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alizaga, R., Vargas, O. 2001. Almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales de uso múltiple. *Tecnología en marcha*. 13 (4): 68 – 74.

APG IV. 2016 The Linnean Society of London, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016, 181, 1–20

Barbosa, JM., Macedo, AC. 1993. *Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo*. Instituto de Botânica e Fundação Florestal, San Pablo. Sao paulo, Brasil. 125 p.

Bonner, FT., Vozzo, JA., Elam, WW., Land, SB. 1994. *Tree Seed Technology Training Course. Instructor's Manual*. USDA, For. Serv. Southern Forest Experiment Station. Gen. Tech. Rep. SO106. New Orleans, United State 160 p.

Bradbeer, JW. 1988. Viabilidad de semillas y vigor. En: *latencia de semillas y germinación (en línea, sitio web)*. Consultado 31 ago. 2019. Disponible en DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7747-4_8

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 1997. *Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales*. Turrialba, Costa Rica. 150 p.

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 1996. Guía técnica para la producción de semilla forestal certificada y autorizada. Turrialba, Costa Rica. 21 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen 1. Turrialba, Costa Rica. 21 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 1997. Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. 150 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 1995. Manejo de semillas forestales: Guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba, Costa Rica. 47 p.
- Ceballos-freire, AJ., López-Ríos, JA. 2007. Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. Cenicafé. Vol 58(4): 265-292.
- Cronquist, A. 1981. Un sistema integrado de clasificación de las Angiospermas. Ed. Columbia University Press. 1062 p.
- Cruz Ambicho, MA. 2018. Morfometría, germinación y estimación de constantes de emergencia en semillas de bolaina blanca (guazuma crinita C. Mart.) para la producción de plantones en Tingo María. Tesis Ing. Tingo María, Perú. UNAS. 88 p.

- FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Italia). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, Italia. 448 p.
- García Guevara, LA. 2018. "Efecto del tiempo y la Temperatura en el almacenamiento de semillas de *huertea glandulosa* Ruíz & Pavón para conservar su viabilidad". Tesis Ing. Jaén, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 65 p.
- Giraldo, L.A. 1998. Potencial del arbóreo guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2019. Disponible en www.fao.org/ag/AGa/agap/FRG/AGROFOR1/Girald13.
- Haeckel, E. 1866. Generelle Morphologie der organismen. Druck Und Verlag Von Georg Reimer Berlin, Alemania. 574 p.
- Hartman, HT., Kester, DE., Davies, FT. 1990. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 5ta edición. Prentice Hall, Inc. Englewood. New Jersey, Estados Unidos. 647 p.
- IIAP (Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú). 2014. Recolección de semillas de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa. Amazonas, Perú. 20 p.

- INIAA (Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Perú), 1992. Manejo de Semillas de Diez Especies Forestales en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Lima, Perú. 33 p.
- INIAA (Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Perú); JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Perú). 1991. Proyecto: Estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú (Informe Final). 118 p.
- Ingrid Rada, L. 2014. Efecto del sustrato y tipo de envase en la calidad de plantas de Cedro lila (*Cedrela Lilloi* C. DC.) en vivero. Tesis Ing. Tingo María, Perú. UNAS. 125 p.
- ISTA (International Seed Testing Association, Suiza). 2007. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. 240 p.
- ISTA (International Seed Testing Association, Suiza). 2016. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. p.C5. 1-10
- Jiménez Sanchez, JJ., Patiño Uyaguari, CG. 2019. "Germinación, desarrollo inicial y supervivencia de plántulas bajo diferentes condiciones de almacenamiento de semillas de tres especies nativas de bosques del Parque Nacional Cajas". Tesis Ing. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 102 p.

- Jiménez Sánchez, JJ., Patiño Uyuguari, CG. 2019. "Germinación, desarrollo inicial y supervivencia de plántulas bajo diferentes condiciones de almacenamiento de semillas de tres especies nativas de bosques del Parque Nacional Cajas". Tesis Ing. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca. 102 p.
- Leyva, RF., Rosell, PR., Ramírez, RA., Romero, RI. 2008. Manejo de endurecimiento por riego para elevar localidad de las plantas de *eucaliptus sp.* Cultivadas en vivero de la Unidad Silvícola Campechuela., Granma, Cuba. Universidad de Granma. 14 p.
- Meneghello, GE. 2014. Calidad de las semillas: Humedad y Temperatura. (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2019. Disponible en <https://seednews.com.br/edicoes/artigo/490-calidad-de-las-semillas:humedad-y-temperatura-edicao-novembro-2014>.
- Mostacero, J; Mejía, F; Gamarra, O. 2009. Fanerógamas del Perú: Taxonomía, Utilidad y Ecogeografía. 1 ed. Trujillo, Perú, CONCYTEC. 1278 p.
- Ordoñez, L., Victoria Arbeláez, M., Prado, L. 2004. El mejoramiento Genético Forestal En: Manejo de Semillas Forestales Nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú. Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico para el manejo sustentable de los ecosistemas tropicales (ECOPAR), Programa Andino de Fomento de Semillas Forestales (FOSEFOR), Samiri. Quito, Ecuador. 20 p.

- Peña, A., Sordo, L. 2005. Semillas de *Ochroma pyramidalis* (Cav In Lamb) Urb (Balsa) características, tratamiento pregerminativo y condiciones de germinación. (en línea, sitio web). Consultado 15 ene. 2020. Disponible en ww.dama.gov.co.
- Pérez García, F., Pita Villamil, JM. 2001. Viabilidad, Vigor, Longevidad y Conservación de Semillas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España. Hojas Divulgadoras. Núm. 2112-HD. 16 p.
- Perissé, P. 2002. Semillas: Un punto de vista agronómico. (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2019. Disponible en <http://www.semilla.cyta.com.ar>
- Schmidt Müller, M. Crecimiento y relación del tallo – raíz en plántones de cinco especies forestales durante la fase de vivero en Tingo María. Tesis Ing. Tingo María, Perú. UNAS. 93 p.
- Rodríguez Trejo, DA. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Texcoco, México. Mundi prensa México.156 p.
- Rao, NK. Hanson, J., Dulloo, ME, Ghosh, K, Novell, D., Larinde, M. 2007. Manual para el manejo de semillas en Bancos de Germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma N° 8. Bioersivity International. Roma, Italia. 166 p.
- Trujillo, E. 1996. (Conferencias). Fundamentos del procesamiento de semillas forestales. In: Seminario Nacional. Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. (1996, Montería, Colombia). CONIF. p. 11-17.

- Trujillo, NE. 1994. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de 52 especies forestales. Boletín de semillas y Mejoramiento genético Forestal. N° 7. Turrialba, Costa Rica. 7-8 p.
- Varela, SA., Aparicio, AG. 2011. Aspectos básicos sobre semillas y frutos de especies forestales. Recomendaciones para su cosecha. Bariloche, Argentina. 10 p.
- Valdivia Trujillo, CB. 2015. "Prueba de Tetrazolio en semillas de esparrago (*Asparagus officinalis* L.)" Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM. 75 p.
- Villa-Herrera, A., Nava-Tablada, ME., López-Ortiz, S., Vargas-López, S., Ortega-Jimenez, E., Gallardo-López, F. 2009. Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. Tropical and Subtropical Agroecosystems. (10):253-261
- Villatoro, RA., Luna, L., Rosa, A. 2006. El cuaulote, recurso herbolario de Chiapas. Ciencias. (83):18-26
- Zelada Delgado, GA. 2007. Efecto de la temperatura y humedad en la viabilidad de semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker f. ex Schuman. (Capirona) Tingo María-Perú. Tesis Ing. Tingo María, Perú. UNAS. 70 p.

ANEXO

Anexo A. Datos recolectados en los ensayos de germinación, datos procesados y formatos de evaluación

Cuadro 44. Germinación de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) primera evaluación al inicio de la cosecha

Día	Estrato 1 (E1)				Estrato 2 (E2)				Estrato 3 (E3)				Estrato 4 (E4)			
	r1	r2	r3	r4												
1																
2																
3	3	8	13	5	3	2	0	0	1	4	2	0	4	3	4	4
4	5	6	7	11	2	2	1	0	0	3	6	1	5	9	4	1
5	3	1	10	5	1	0	0	0	0	2	0	0	2	1	1	4
6	0	3	1	2	0	1	0	0	2	0	2	0	2	0	3	3
7	0	0	1	1	2	1	1	0	0	1	1	0	0	3	1	1
8	0	2	0	6	2	2	2	0	0	3	2	3	2	0	3	3
9	7	1	1	0	4	0	2	1	0	1	0	0	4	1	7	0
10	2	2	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	4	2	2
11	0	0	1	2	1	1	2	0	1	0	2	0	1	2	3	3
12	2	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	1	0	0	2
13	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	4	4	1
14	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0
15	1	0	0	0	3	3	3	2	2	1	2	4	4	0	4	5
16	3	3	2	0	4	3	1	3	2	1	0	4	1	0	2	0
17	2	0	0	0	0	0	1	1	2	0	4	1	1	0	1	0
18	2	0	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0
19	2	0	2	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0

Σ	29	36	40	37	40	39	45	44	30	23	20	30	30	29	33	34	13	18	19	9	12	11	9	10	17	25	19	22	22	14	25	23
PG	58	72	80	74	80	78	90	88	60	46	40	60	60	58	66	68	26	36	38	18	24	22	18	20	34	50	38	44	44	28	50	46
EG SS	50	60	44	58	40	40	36	62	60	38	20	46	42	44	40	44	12	32	32	18	12	20	18	20	28	46	24	34	44	18	26	32
%SNG	42	28	20	26	20	22	10	12	40	54	60	40	40	42	34	32	74	64	62	82	76	78	82	80	66	50	62	56	56	72	50	54
%PN	46	62	70	66	64	70	76	72	50	40	32	50	50	48	58	62	20	32	28	12	20	14	12	16	24	42	28	38	38	20	44	38
%PA	12	10	10	8	16	8	12	16	10	6	8	10	10	10	8	6	6	4	10	6	4	8	6	4	10	8	10	6	6	8	6	8

Σ: sumatoria, PG: poder germinativo, EG SS: energía germinativa para el total de semillas sembradas, %SNG: porcentaje de semillas no germinadas, %PN: porcentaje de plántulas normales, %PA: porcentaje de plántulas anormales

Cuadro 46. Germinación de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) tercera evaluación

Día	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7				T8								
	r1	r2	r3	r4																																	
1																																					
2																																					
3	10	14	16	18	14	15	20	25	15	13	12	13	6	12	15	13	2	2	3	1	0	1	1	0	3	4	3	4	0	0	0	0	9				
4	7	7	6	3	15	14	8	8	3	4	4	7	3	5	4	9	3	4	4	0	4	4	2	3	3	9	10	4	9	7	18	8					
5	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	4	0	0	1	2	3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	4	5	3	4	2					
6	3	2	3	1	5	3	0	1	2	2	0	2	2	1	0	2	1	3	1	2	0	0	0	1	0	0	4	2	4	1	2	6					
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	2	1	3	0	2	1	0	2	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	1	1	1	1	0	4	4	3	1					
9	2	1	2	5	3	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	2	1					
10	0	0	2	0	1	0	4	1	0	0	0	0	2	4	1	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	0	0					
11	2	4	3	3	0	0	9	2	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	3	0	0	0	2	1	2	1	0	2	0	0	2	1	5	2	0	1	1	0	3	0	0	0	3	0	4	0	0	0	4	1					

Σ	30	32	37	31	43	37	46	43	26	26	22	22	15	27	28	32	9	10	12	7	10	6	7	6	15	16	24	16	27	18	33	28
PG	60	64	74	62	86	74	92	86	52	52	44	44	30	54	56	64	18	20	24	14	20	12	14	12	30	32	48	32	54	36	66	56
EG SS	34	42	44	36	58	58	56	50	30	26	40	40	18	34	30	44	10	12	14	8	20	20	6	10	12	26	24	26	36	20	36	34
%SNG	40	36	26	38	14	26	8	14	48	48	56	56	70	46	44	36	82	80	76	86	80	88	86	88	70	68	52	68	46	64	34	44
%PN	48	50	66	52	72	68	82	78	46	44	34	38	24	42	50	56	14	18	16	8	16	2	8	6	16	12	38	14	42	16	56	38
%PA	12	14	8	10	14	6	10	8	6	8	10	6	6	12	6	8	4	2	8	6	4	10	6	6	14	20	10	18	12	8	4	6

Σ: sumatoria, PG: poder germinativo, EG SS: energía germinativa para el total de semillas sembradas, %SNG: porcentaje de semillas no germinadas, %PN: porcentaje de plántulas normales, %PA: porcentaje de plántulas anormales

Cuadro 47. Germinación de semillas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) cuarta evaluación

Día	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7				T8						
	r1	r2	r3	r4																															
1																																			
2																																			
3	11	15	16	6	19	24	25	17	12	4	6	5	10	10	6	8	1	0	1	0	2	3	0	1	3	10	2	3	6	3	6	2			
4	3	4	1	8	4	2	3	4	3	7	3	3	5	6	1	4	2	3	0	0	1	1	2	0	6	5	4	4	3	5	1	1			
5	0	2	4	9	6	6	7	9	3	6	10	4	2	2	6	10	1	0	0	0	6	0	3	5	3	4	2	3	2	8	4	2			
6	5	5	1	4	8	4	4	10	8	8	3	5	8	0	2	4	1	0	4	3	0	3	0	3	3	1	7	5	4	3	5	3			
7	8	3	3	1	3	3	2	5	7	2	4	7	3	3	4	4	1	3	2	3	3	3	7	4	2	7	5	5	5	1	2	5			
8	8	0	3	1	0	2	1	4	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
9	0	3	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	1	0	2	1	2	2	2	1	0	0	3	1	0	1	0			
10	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0			
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0			
Σ	35	32	31	30	41	43	42	49	36	30	29	29	29	22	21	34	8	7	7	11	14	14	14	16	21	28	21	23	21	21	19	13			

PG	70	64	62	60	82	86	84	98	72	60	58	58	58	44	42	68	16	14	14	22	28	28	28	32	42	56	42	46	42	42	38	26
EG SS	70	30	32	46	38	48	50	80	66	50	38	48	50	32	38	44	14	12	14	22	18	26	24	26	30	54	40	40	40	32	32	26
%SNG	30	36	38	40	18	14	16	2	28	40	42	42	42	56	58	32	84	86	86	78	72	72	72	68	58	44	58	54	58	58	62	74
%PN	54	56	56	54	66	72	78	94	68	54	50	50	50	38	36	58	10	10	12	18	26	22	18	28	18	38	30	30	26	34	32	18
%PA	16	8	6	6	16	14	6	4	4	6	8	8	8	6	6	10	6	4	2	4	2	6	10	4	24	18	12	16	16	8	6	8

Σ : sumatoria, PG: poder germinativo, EG SS: energía germinativa para el total de semillas sembradas, %SNG: porcentaje de semillas no germinadas, %PN: porcentaje de plántulas normales, %PA: porcentaje de plántulas anormales

Cuadro 48. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) primera evaluación al inicio de la cosecha

Variables	E1				E2				E3				E4			
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4
La	2.75	2.60	2.70	2.40	1.90	2.20	2.60	5.00	2.60	3.70	2.60	1.90	2.80	2.20	2.40	1.80
Lr	5.30	6.70	5.30	6.50	7.20	6.90	7.60	6.90	7.70	5.70	4.90	5.70	5.00	7.10	6.10	6.20
Pf	0.11	0.13	0.06	0.09	0.08	0.12	0.08	0.14	0.16	0.18	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09	0.11
Ps	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
La	3.00	2.80	3.50	2.00	2.20	2.30	1.90	5.60	2.60	3.20	1.70	1.80	2.90	2.30	2.20	2.40
Lr	6.80	9.00	5.50	4.40	5.90	6.70	6.00	7.90	5.90	5.90	4.30	7.10	5.90	7.40	7.90	8.60
Pf	0.12	0.13	0.07	0.08	0.14	0.10	0.07	0.23	0.13	0.15	0.09	0.16	0.10	0.10	0.10	0.13
Ps	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
La	3.25	3.10	2.20	3.10	2.70	2.80	2.30	2.90	3.50	2.80	2.60	2.00	2.30	2.40	1.80	2.30
Lr	8.10	9.70	5.50	5.80	10.00	6.40	5.90	7.80	5.90	6.40	4.90	8.00	5.60	6.90	7.60	6.90
Pf	0.11	0.11	0.07	0.08	0.14	0.09	0.10	0.13	0.13	0.09	0.10	0.13	0.09	0.09	0.09	0.10
Ps	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
La	2.30	2.60	3.10	2.70	2.30	1.80	2.80	3.00	2.40	3.70	2.50	1.70	2.70	3.10	2.50	1.70
Lr	4.30	7.80	6.50	5.80	8.80	6.90	6.60	7.70	7.90	5.90	5.70	5.60	6.30	7.10	8.90	7.20
Pf	0.09	0.12	0.08	0.07	0.09	0.09	0.07	0.13	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.11	0.12	0.10
Ps	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
La	2.20	3.20	2.70	3.10	3.30	2.80	2.60	3.00	3.10	2.80	2.60	2.20	3.30	2.00	2.50	1.90
Lr	8.80	7.50	5.30	5.90	12.60	5.50	4.30	6.90	6.90	4.70	5.80	7.60	5.60	6.90	6.90	6.80
Pf	0.10	0.11	0.06	0.07	0.17	0.08	0.07	0.11	0.13	0.08	0.09	0.07	0.09	0.10	0.09	0.10
Ps	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01

La: Longitud aérea, Lr: Longitud radicular, Pf: Peso fresco, Ps: Peso seco

Cuadro 49. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) segunda evaluación

Variables	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7				T8						
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3
La	3.25	3.70	3.10	2.50	4.00	2.80	2.20	2.70	3.50	2.00	2.40	2.20	2.70	2.70	2.90	1.80	2.90	4.10	3.00	3.20	1.80	1.80	2.00	2.20	2.70	1.80	2.20	2.60	1.90	2.30	2.30	3.10			
Lr	6.30	6.60	7.00	5.00	8.40	6.30	5.50	5.30	3.00	5.70	5.00	6.30	11.00	8.00	8.40	7.40	7.00	5.60	5.60	7.90	9.30	9.10	7.00	5.60	8.70	7.50	8.00	4.90	6.40	4.70	7.40	10.50			
Pf	0.16	0.18	0.14	0.08	0.31	0.10	0.11	0.10	0.10	0.05	0.08	0.07	0.20	0.13	0.11	0.10	0.13	1.12	0.14	0.12	0.12	0.14	0.08	0.10	0.12	0.11	0.11	0.10	0.06	0.11	0.14				
Ps	0.02	0.03	0.03	0.01	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02				
La	3.50	3.50	3.00	2.80	1.70	2.30	2.40	3.30	2.30	1.30	2.20	2.10	2.70	3.00	3.20	1.80	2.40	2.00	3.70	3.00	1.60	2.10	2.70	1.70	1.90	2.40	2.60	2.40	2.70	1.70	3.10	3.60			
Lr	6.30	7.00	7.00	5.60	10.70	6.00	7.60	7.30	5.20	3.40	5.20	5.60	11.20	6.10	7.50	6.00	7.70	5.50	9.40	5.40	7.90	6.60	7.00	5.50	5.60	6.90	10.10	6.70	6.00	5.30	8.50	9.00			
Pf	0.13	0.19	0.08	0.11	0.13	0.10	0.11	0.13	0.10	0.05	0.08	0.10	0.24	0.09	0.11	0.08	0.16	0.08	0.22	0.14	0.15	0.13	0.14	0.08	0.11	0.10	0.14	0.09	0.12	0.09	0.20	0.26			
Ps	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05			
La	2.85	3.20	3.00	2.00	2.70	2.50	2.40	5.00	3.30	1.70	2.10	2.70	2.30	2.40	1.80	2.10	2.40	4.20	2.70	1.70	2.20	1.30	3.00	1.70	2.00	2.20	2.10	1.60	2.20	2.60	2.30	2.70			
Lr	6.10	6.20	4.00	5.50	10.00	6.60	8.00	7.10	5.00	3.60	5.20	7.00	6.60	9.10	5.60	6.50	8.20	5.70	6.10	7.80	7.20	8.50	5.10	4.50	6.30	4.90	5.60	6.70	7.50	7.10	7.70	6.60			
Pf	0.11	0.02	0.06	0.08	0.14	0.10	0.10	0.14	0.14	0.06	0.10	0.07	0.13	0.09	0.10	0.10	0.15	0.14	0.17	0.12	0.15	0.11	0.11	0.07	0.09	0.08	0.10	0.09	0.10	0.11	0.13	0.16			
Ps	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03			
La	2.65	3.70	2.70	2.30	1.70	2.30	2.50	2.80	2.70	2.10	2.30	1.80	2.60	3.10	2.50	1.80	1.80	2.70	3.00	2.70	1.90	1.70	2.40	1.80	3.00	1.80	2.00	2.10	1.80	2.00	2.60	2.80			
Lr	6.60	7.20	4.00	6.00	8.20	7.60	9.70	7.50	5.70	3.00	5.50	4.60	6.00	9.20	7.60	5.20	8.70	3.60	6.10	8.80	9.90	9.00	4.20	6.40	5.20	5.80	7.20	7.40	5.90	7.40	9.10	7.40			
Pf	0.17	0.19	0.05	0.09	0.08	0.17	0.09	0.17	0.17	0.06	0.08	0.09	0.13	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.13	0.10	0.13	0.11	0.12	0.09	0.11	0.08	0.12	0.08	0.13	0.09	0.11	0.20			
Ps	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04			
La	3.15	3.20	2.80	2.60	2.00	2.20	2.50	4.00	2.70	4.00	2.40	2.30	3.90	2.60	1.70	1.70	1.80	2.10	3.50	3.00	1.80	1.90	2.50	1.70	2.40	2.00	1.70	2.00	1.70	1.40	2.60	2.40			
Lr	7.40	6.00	6.40	3.50	6.80	5.50	6.30	7.10	5.00	5.40	7.00	5.10	7.00	6.20	7.30	7.20	6.80	6.40	7.60	4.70	7.20	8.50	3.90	5.10	4.00	5.40	9.50	5.80	6.00	7.30	7.20	6.10			
Pf	0.01	0.14	0.12	0.11	0.14	0.08	0.10	0.13	0.12	0.11	0.12	0.07	0.12	0.08	0.06	0.09	0.08	0.08	0.20	0.12	0.09	0.11	0.10	0.09	0.07	0.07	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09			
Ps	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02			

La: Longitud aérea, Lr: Longitud radicular, Pf: Peso fresco, Ps: Peso seco

Cuadro 50. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) tercera evaluación

Variables	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7				T8						
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3
La	2.40	4.40	4.50	3.80	4.30	4.60	3.30	4.20	3.50	2.60	3.20	4.30	3.20	3.00	2.50	2.80	1.70	3.20	2.60	2.80	2.00	2.20	2.60	3.20	3.40	2.20	2.00	2.10	2.60	2.20	2.50	4.00			
Lr	4.60	6.60	5.40	6.80	10.30	8.60	7.10	8.60	8.60	10.40	8.90	8.40	7.90	8.00	7.90	8.00	5.00	9.80	7.10	7.10	10.20	8.60	7.40	8.40	6.60	7.10	8.70	8.10	8.60	8.20	7.00	9.00			
Pf	0.09	0.14	0.07	0.09	0.09	0.13	0.08	0.16	0.12	0.10	0.08	0.06	0.09	0.09	0.08	0.09	0.11	0.14	0.18	0.11	0.17	0.13	0.14	0.11	0.08	0.10	0.06	0.10	0.16	0.10	0.08	0.09			
Ps	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03			
La	2.80	4.00	4.20	4.30	3.30	3.20	3.00	3.60	3.00	4.00	4.60	4.50	3.20	3.20	2.60	4.00	2.00	3.00	2.00	3.00	1.70	2.50	3.00	2.20	3.50	2.50	2.20	2.30	2.40	2.10	2.60	2.70			
Lr	3.80	5.40	9.20	6.70	5.30	9.90	5.20	7.90	7.20	7.60	8.30	10.40	7.20	7.40	9.00	6.20	9.20	8.20	7.20	7.00	7.20	7.60	8.40	7.60	7.60	9.20	7.40	6.60	8.50	8.20	7.60	9.50			
Pf	0.14	0.16	0.07	0.07	0.16	0.11	0.06	0.30	0.12	0.14	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.12	0.15	0.11	0.13	0.16	0.13	0.17	0.14	0.08	0.06	0.07	0.11	0.10	0.06	0.13			
Ps	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03			
La	2.60	5.00	3.50	4.20	4.80	3.60	3.20	3.60	3.40	3.70	4.90	4.40	2.80	3.50	3.20	4.20	2.00	3.20	2.60	3.20	2.60	2.20	2.60	2.60	3.00	2.10	2.50	2.00	2.50	2.60	2.40	3.10			
Lr	4.70	6.60	7.30	7.10	7.20	8.70	7.60	7.50	7.60	8.80	6.70	7.50	6.50	8.30	8.00	8.90	8.90	8.20	7.00	7.90	8.00	7.40	10.10	8.70	6.60	7.20	8.70	7.60	8.90	10.00	8.60	9.90			
Pf	0.13	0.13	0.08	0.07	0.15	0.10	0.09	0.13	0.11	0.13	0.07	0.07	0.08	0.09	0.06	0.10	0.09	0.09	0.16	0.10	0.14	0.10	0.08	0.15	0.11	0.15	0.15	0.08	0.09	0.11	0.05	0.16			
Ps	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03			
La	3.50	4.30	3.20	4.00	4.10	4.10	3.70	3.70	3.60	4.40	3.40	5.00	3.40	3.70	2.80	4.00	2.90	2.80	2.60	2.60	2.60	2.00	7.80	2.10	3.20	2.30	2.00	3.00	2.60	2.40	2.60	2.80			
Lr	5.20	5.70	6.70	8.60	10.40	7.20	8.90	7.50	8.50	8.00	6.50	8.70	7.70	7.70	7.60	7.40	8.00	7.90	5.90	6.00	8.80	7.60	3.60	9.00	7.20	8.30	7.60	7.90	7.60	8.20	8.10	7.80			
Pf	0.11	0.13	0.04	0.07	0.10	0.10	0.07	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.08	0.13	0.09	0.09	0.18	0.09	0.28	0.11	0.12	0.10	0.12	0.06	0.09	0.09	0.06	0.07	0.07	0.10	0.06	0.09			
Ps	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03			
La	4.60	3.10	3.20	4.20	4.10	3.60	3.40	3.70	4.20	3.70	3.50	4.40	3.50	3.70	3.50	4.00	2.30	2.80	2.50	2.60	2.50	2.60	2.50	2.50	3.00	2.60	2.30	2.00	3.00	2.80	2.60	3.10			
Lr	5.70	5.30	5.80	7.00	8.90	7.40	6.20	6.80	9.70	9.30	7.80	8.40	8.20	8.70	7.90	7.30	7.60	7.70	7.90	9.00	8.40	9.10	7.90	8.10	6.20	8.70	11.30	7.70	8.90	11.50	9.50	7.00			
Pf	0.12	0.12	0.07	0.07	0.24	0.08	0.07	0.12	0.10	0.08	0.10	0.09	0.11	0.08	0.09	0.14	0.13	0.11	0.14	0.10	0.13	0.11	0.15	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07	0.10	0.10	0.05	0.09			
Ps	0.03	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03			

La: Longitud aérea, Lr: Longitud radicular, Pf: Peso fresco, Ps: Peso seco

Cuadro 51. Evaluación de plántulas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.) cuarta evaluación

Variables	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7				T8						
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3
La	3.00	3.20	3.40	2.80	2.60	2.70	3.10	4.10	4.90	3.30	4.00	4.60	2.50	1.90	2.90	1.80	2.00	2.10	1.60	2.90	2.20	2.70	2.20	2.10	3.10	2.60	2.30	2.10	2.60	2.50	2.00	2.50			
Lr	9.00	6.50	7.60	7.40	6.10	6.90	8.00	9.20	7.00	7.20	7.50	6.60	4.50	7.20	4.60	5.60	6.90	7.40	5.10	10.20	5.50	8.00	9.70	5.90	7.20	6.00	9.40	6.30	8.50	8.70	7.30	6.50			
Pf	0.08	0.13	0.11	0.09	0.11	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.09	0.10	0.09	0.06	0.10	0.08	0.08	0.18	0.13	0.10	0.11	0.09	0.10	0.10	0.07	0.07	0.10	0.07	0.05	0.09	0.06			
Ps	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02			
La	2.70	3.30	3.70	2.70	3.00	3.60	3.00	4.50	4.10	3.60	4.70	3.80	3.10	1.70	2.60	1.60	1.70	2.60	1.80	2.00	2.60	2.80	2.50	1.80	3.10	3.50	1.70	2.10	2.60	2.00	2.10	1.80			
Lr	6.60	8.60	7.70	7.90	8.90	10.30	5.40	6.50	7.40	5.10	7.30	5.10	7.20	6.10	4.90	4.60	6.20	10.60	3.10	9.00	5.10	9.70	7.50	1.80	6.90	6.60	7.30	6.90	9.00	6.30	11.10	5.20			
Pf	0.15	0.13	0.07	0.07	0.13	0.14	0.10	0.13	0.09	0.09	0.07	0.06	0.10	0.06	0.11	0.81	0.10	0.13	0.23	0.10	0.09	0.11	0.10	0.08	0.10	0.10	0.06	0.09	0.11	0.08	0.11	0.06			
Ps	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.04	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03			
La	3.30	3.30	4.50	3.20	3.10	2.70	2.70	3.60	4.60	3.00	3.70	4.10	2.40	2.40	2.50	1.70	2.20	1.70	1.80	1.80	2.10	2.00	2.30	2.70	2.80	3.50	2.50	2.10	2.50	2.10	2.40	2.50			
Lr	4.70	6.10	9.10	7.60	4.80	8.10	7.20	7.30	8.70	9.20	6.70	9.10	5.00	5.20	5.40	6.20	5.10	5.60	6.80	4.80	11.50	4.00	7.20	7.00	7.00	8.20	7.10	7.50	9.30	7.10	7.20	7.00			
Pf	0.14	0.11	0.08	0.08	0.17	0.14	0.09	0.08	0.08	0.11	0.04	0.07	0.10	0.04	0.09	0.12	0.14	0.08	0.25	0.09	0.12	0.11	0.14	0.09	0.10	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.11	0.07			
Ps	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04			
La	3.50	4.30	3.60	3.40	3.00	2.60	3.00	3.50	4.70	4.20	4.20	3.90	3.10	2.00	2.30	2.10	1.80	2.50	1.60	1.70	2.50	2.10	1.80	2.20	2.60	2.70	1.60	1.60	3.00	2.40	2.40	2.60			
Lr	6.90	6.40	8.20	6.40	7.30	6.10	6.90	7.60	6.50	8.30	5.70	6.10	8.50	6.90	4.90	5.30	7.00	8.40	7.90	2.20	4.20	7.00	7.10	6.30	5.50	6.50	7.50	6.50	7.00	9.50	5.80	7.10			
Pf	0.09	0.12	0.08	0.12	0.16	0.09	0.09	0.08	0.08	0.06	0.04	0.08	0.11	0.06	0.07	0.10	0.14	0.10	0.13	0.12	0.12	0.10	0.08	0.09	0.09	0.07	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.06			
Ps	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04			
La	3.40	4.80	3.30	3.20	3.40	2.10	3.10	2.70	4.70	4.60	4.50	5.60	2.30	1.60	2.20	1.90	3.20	1.70	1.50	2.10	2.50	2.50	1.50	2.10	2.90	2.50	1.70	1.60	2.00	3.10	2.20	2.60			
Lr	8.20	7.50	4.90	5.20	7.50	6.10	10.10	6.80	7.80	4.90	7.00	9.00	5.40	6.30	8.80	5.30	11.10	5.80	5.70	4.90	7.90	4.90	5.60	7.10	9.20	8.10	8.10	10.10	6.90	7.10	5.10	7.90			
Pf	0.09	0.12	0.07	0.12	0.24	0.07	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.06	0.08	0.08	0.07	0.10	0.16	0.14	0.16	0.11	0.13	0.13	0.07	0.12	0.12	0.09	0.09	0.09	0.06	0.08	0.07	0.07			
Ps	0.03	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03			

La: Longitud aérea, Lr: Longitud radicular, Pf: Peso fresco, Ps: Peso seco

Anexo B. Panel fotográficos



Figura 16. Recolección de frutos de bolaina negra



Figura 17. Extracción de semillas de bolaina negra



Figura 18. Cajas acondicionadas para almacenar semillas de bolaina negra



Figura 19. Interior de cajas acondicionadas para almacenamiento



Figura 20. Izquierda plántulas normales y derecha plántulas anormales



Figura 21. Distribución de bandejas en laboratorio según tratamientos



Figura 22. Distribución de bandejas en vivero según tratamientos



Figura 23. Lavado de mucilago de bolaina negra

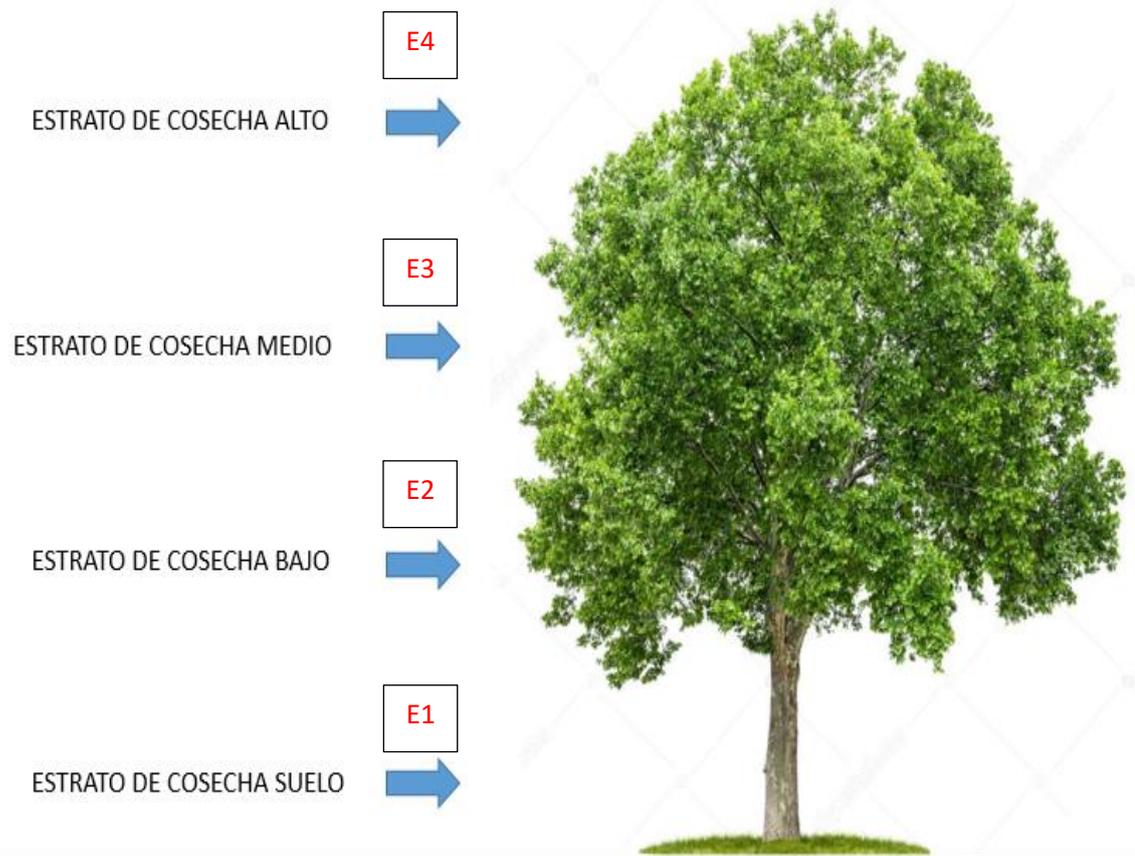


Figura 24. Factor estrato de cosecha de frutos de bolaina negra y sus niveles