

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



TÍTULO

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE SHIHUAHUACO
(*DIPTERYX MICRANTHA*) DE BOSQUES DE TERRAZA ALTA DE DOS
PROCEDENCIAS, A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO**

Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniería Forestal y medio Ambiente

PRESENTADO POR:

Bach. SANDRO ANGELO RENGIFO CARDENAS

Bach. REYSI FÁTIMA MAMANI LOAYZA

Asesor: Ing. MSc: GABRIEL ALARCON AGUIRRE

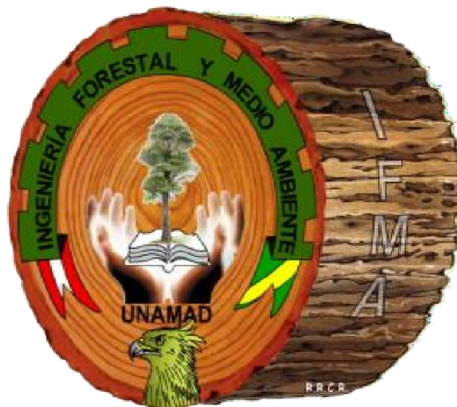
Co Asesor: Blgo: GERMAN HEBER CORREA NÚÑEZ

PUERTO MALDONADO – PERÚ

2017

Madre de Dios Capital de la Biodiversidad

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS



Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente

TITULO

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE SHIHUAHUACO
(*DIPTERYX MICRANTHA*) DE BOSQUES DE TERRAZA ALTA DE DOS
PROCEDENCIAS, A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO**

PRESENTADO POR:

Bach. SANDRO ANGELO RENGIFO CARDENAS

Bach. REYSI FÁTIMA MAMANI LOAYZA

Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente

PUERTO MALDONADO – MADRE DE DIOS – PERU

2017

DEDICATORIA

Dedicado este trabajo a dios por darnos la Maravillosa oportunidad de vivir y acompañarnos siempre, por presentarnos a personas que han contribuido en nuestra formación personal y profesional, por darnos paciencia y entusiasmo para continuar en la vida.

A mi padre Agustín Rengifo Vela quien se encuentra en el cielo y me brindo apoyo y fortaleza para poder continuar y cumplir mis objetivos propuesto en mi vida; y a mi madre Sandra Cárdenas Bardales a quien respeto y admiro por sus esfuerzos para enfrentarse a la vida, y poder brindar el apoyo incondicional para que pueda culminar mis estudios y crecer profesionalmente.

A mis hermanos, Piero Emmanuel Rengifo Cárdenas, Milagros Carmela Rengifo Cárdenas y Anthony Agustín Rengifo Cárdenas, por la fe y confianza en nuestras vidas, diciéndonos que si se puede y apoyarnos en los momentos que más apoyo necesitábamos.

A todos mis compañeros de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD) por permitirme ser parte de los mejores momentos de mi vida.

Sandro Ángelo Rengifo Cárdenas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso, por guiarme en cada pazo, por darme fortaleza y perseverancia, por su bondad de brindarme salud en todo momento y por bendecirme con el regalo más valioso el cual es mi familia a la cual valoro.

A mi madre María Cristina Loayza Valeriano el amor más grande de mi vida, mi mayor inspiración y mi fuerza para seguir el sendero de la superación. Por su constancia, por su comprensión en aquellos momentos difíciles que afronte, por su sacrificio en sacar adelante a la familia y por creer en mí en cada uno de los momentos de mi vida.

A mi padre Juan Crispín Mamani Figueroa por su constancia, por sus enseñanzas, por apoyarme enseñándome desde niña a caminar por el buen camino y porque nunca dejo de creer en mí.

A mis hermanos, Juana Yessenia Mamani Loayza Juan Reyner Mamani Loayza, Juan Carlos Mamani Loayza y Carmen Soledad Mamani Loayza, por su apoyo incondicional, por su gran efecto, por alentarme a seguir siempre adelante.

A mis compañeros de la UNAMAD por permitirme compartir los mejores momentos de mi vida en su compañía y en especial a mis amigos y compañeros que de alguna u otra manera me apoyaron en cada momento de mi formación como profesional y poder alcanzar mis objetivos propuestos.

Reysi Fátima Mamani Loayza

AGRADECIMIENTO

Nuestro eterno agradecimiento a Dios todo poderoso de toda sabiduría y ciencia, por darnos la vida y la fortaleza espiritual y física para cristalizar nuestras metas en nuestros estudios y poder servir mejor a nuestra sociedad.

A nuestros padres, que la culminación de nuestra carrera sea satisfacción de todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho por nosotros.

Este trabajo se realizó gracias al programa de financiamiento de la Beca TREES (Training, Extensión, Enterprises and Sourcing), el cual es un programa que lo viene ejecutando Rainforest Alliance, el cual destina fondos de financiamiento para investigaciones en temas forestales, de quienes recibimos apoyo financiero para la logística del trabajo de campo para la obtención de muestras que se utilizaron en el presente estudio.

Al Ing. MSc. Gabriel Alarcón Aguirre por su paciencia, tolerancia y disponibilidad de tiempo para dirigir y participar en la realización de este trabajo.

Al Blgo. German Heber Correa Núñez, que amablemente revisó el documento e hizo sus observaciones pertinentes para su mejora y por ser parte fundamental en la realización del presente trabajo de investigación. Su participación y dirección; sin duda merece, nuestro más sincero agradecimiento.

A los señores Paulino Quispe Pinedo y Grimaldo Augusto Inca Vilca por habernos permitido el acceso y recolección de las muestras en sus concesiones para Otros Productos del Bosque en la modalidad de castaña, para la realización del presente trabajo de investigación.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios y a los profesores de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente que contribuyeron en nuestra formación como profesionistas.

A la Quim. Liset Rodríguez Achata, Janet Chani Paucar y Jair Rengifo, por darnos las facilidades del uso y manejo de los equipos para realizar los tratamientos, mediciones y secados de las muestras en el laboratorio de Ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD.

Al Técnico Forestal Daniel Ramírez Balarezo, por su apoyo y colaboración en todas las etapas de campo que se realizó en el presente trabajo, sinceramente muchas gracias.

¡Muchas Gracias!

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
HIPOTESIS.....	3
VARIABLES DE LA HIPOTESIS.....	3
I. CAPITULO.....	5
MARCO TERÓRICO	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.1.1 Antecedentes metodológicos	5
1.2 Conceptos fundamentales.....	7
1.3 Revisión bibliográfica.....	9
1.3.1 Generalidades de la especie en estudio	9
1.3.2 Aspectos Ecológicos.....	10
1.3.3 Descripción botánica	12
1.3.4 Determinación de la especie y procedencia	17
1.3.5 Estudios de variación geográfica de la germinación y del crecimiento de algunas especies forestales.....	20
1.3.6 Determinación de los árboles seleccionados	21
1.3.7 Acopio de los recursos necesarios para la recolección	25
1.3.8 Identificación de fuentes semilleras	26
1.3.9 Recolección de frutos o semillas del suelo del bosque	30
1.3.10 Características, partes de una semilla y tipos de semillas.....	31
1.3.11 Manejo de semillas	33
1.3.12 Calidad de la semilla.....	36
1.3.13 Análisis de calidad de las semillas	42
1.3.14 Características del crecimiento de la planta	53
1.3.15 Calidad de planta	53
1.3.16 Índice de calidad de la planta.....	58
II. CAPITULO	60
MATERIALES Y METODOS.....	60
2.1 Descripción de los lugares de colecta de las muestras.....	60
2.1.1 Descripción de la procedencia 1 de colecta.	61
2.1.2 Descripción de la procedencia 2 de colecta.	63

2.2	Descripción del lugar donde se realizaron las pruebas de laboratorio	65
2.3	Duración del Experimento	66
2.4	Materiales y Equipos	66
2.4.1	Materiales:	66
2.4.2	Equipos:	66
2.5	Método	66
2.5.1	Tipo y nivel de la investigación	66
2.5.2	Población y muestra	66
2.5.3	Diseño estadístico	66
2.5.4	Diseño experimental	67
2.6	Procedimiento	68
2.6.1	Descripción botánica de la especie	68
2.6.2	Ubicación de las áreas de recolección de las muestras	69
2.6.3	Selección de los árboles candidatos	69
2.6.4	Obtención de los frutos	69
2.6.5	Selección de los frutos	69
2.6.6	Obtención de las semillas	69
2.6.7	Viabilidad	70
2.6.8	Toma de muestra para efectuar los tratamientos	70
2.6.9	Aplicación de los tratamientos	70
2.6.10	Acondicionamiento de la cama germinadora	71
2.6.11	Siembra de las semillas	71
2.6.12	Evaluación de los tratamientos en el estudio	71
2.6.13	Datos registrados en la cama germinadora y laboratorio	74
2.6.14	Análisis de semillas	76
III.	CAPITULO	78
	RESULTADOS Y DISCUSIONES	78
3.1	Parámetros mínimos de calidad de las semillas	78
3.1.1	Pureza	78
3.1.2	Número de semillas por kilogramo	79
3.1.3	Contenido de humedad (%)	80
3.1.4	Viabilidad	82
3.2	Determinación de la energía germinativa.	83

3.2.1	Velocidad de germinación	83
3.2.2	Tiempo medio de germinación.....	85
3.2.3	Porcentaje de germinación.....	87
3.2.4	Tiempo de germinación.....	90
3.3	Altura de planta (30 días después de la germinación).....	94
3.4	Diámetro de planta (30 días después de la germinación).....	96
3.5	Índice de Robustez (30 días después de la germinación)	97
3.6	Análisis de calidad de planta (60 días después de la germinación)	99
3.6.1	Crecimiento en altura	99
3.6.2	Crecimiento en diámetro.....	101
3.6.3	Índice de Robustez	104
3.6.4	Relación biomasa seca aérea/biomasa radical.....	106
3.6.5	Índice de calidad de Dickson.....	108
3.6.6	Índice de Lignificación	110
CONCLUSIONES		124
RECOMENDACIONES.....		126
BIBLIOGRAFÍA		128
ANEXOS		137

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Operacionalización de variables en el estudio.....	3
Cuadro 2: Características silviculturales de las principales características de la especie forestal Shihuahuaco (<i>Dipteryx micrantha</i>)	11
Cuadro 3: Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Shihuahuaco (<i>Dipteryx micrantha</i>).....	14
Cuadro 4: Modelo de clasificación de árboles	28
Cuadro 5: Categoría de árboles tipo	29
Cuadro 6: Intervalos de calidad de planta	59
Cuadro 7: Ubicación política de las áreas de colecta	60
Cuadro 8: Descripción de los tratamientos	67
Cuadro 9: Esquema del análisis de varianza	67
Cuadro 10: Porcentaje de Pureza	78
Cuadro 11: Número de semillas por kilogramo	79
Cuadro 12: Análisis del porcentaje de humedad	81
Cuadro 13: Porcentaje de viabilidad	82
Cuadro 14: Velocidad de germinación de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.....	83
Cuadro 15: Tiempo medio de germinación de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.....	86
Cuadro 16: Porcentaje de germinación de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.....	88
Cuadro 17: Tiempo de germinación de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.....	90
Cuadro 18: Altura de la planta de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.....	95
Cuadro 19: Diámetro de la planta de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.....	96

Cuadro 20: Índice de Robustez de planta de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación	98
Cuadro 21: Incremento en altura de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación	99
Cuadro 22: Valores de calidad de la altura de las evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación	99
Cuadro 23: Incremento en diámetro de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 día de germinación	101
Cuadro 24: Valores de calidad del diámetro de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación	102
Cuadro 25: índice de Robustez de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación	104
Cuadro 26: Valores del Índice de Robustez de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación	104
Cuadro 27: Relación Biomasa seca aérea/biomasa radical de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación	106
Cuadro 28: Valores de la Relación Biomasa seca aérea/biomasa radical de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación	106
Cuadro 29: Índice de calidad de Dickson de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación ..	108
Cuadro 30: Valores del Índice de calidad de Dickson de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 día de germinación ..	108
Cuadro 31: Índice de Lignificación de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación	110
Cuadro 32: Valores del Índice de Lignificación de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación	110
Cuadro 33: Coordenadas de los árboles seleccionados en las concesiones castañeros pertenecientes a los titulares Paulino Quispe Ramírez y Grimaldo Inca Vilca, según el tipo de bosque	136
Cuadro 34: Características del fruto y semilla de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) .	152

Cuadro 35: Número de semillas por kilogramos provenientes del distrito de Tambopata	152
Cuadro 36: Número de semillas por kilogramo provenientes del distrito de Las Piedras	152
Cuadro 37: Porcentaje de Pureza de las semillas provenientes del distrito de Tambopata	153
Cuadro 38: Porcentaje de Pureza de las semillas provenientes del distrito de las Piedras	153
Cuadro 39: Contenido de humedad de las semillas provenientes del distrito de Tambopata	154
Cuadro 40: Contenido de humedad de las semillas provenientes del distrito de Las Piedras.....	155
Cuadro 41: Croquis de distribución de los tratamientos del ensayo en la cámara germinadora	156
Cuadro 42: Datos para cálculo del Índice de Velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y Tiempo medio de germinación del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata	157
Cuadro 43: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata	158
Cuadro 44: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata	159
Cuadro 45: Frecuencia acumulada de la germinación de las semillas provenientes del distrito de Tambopata	160
Cuadro 46: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras.....	161
Cuadro 47: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras.....	162
Cuadro 48: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras.....	163

Cuadro 49: Frecuencia acumulada de la germinación de las semillas provenientes del distrito de Las Piedras.....	164
Cuadro 50: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	150
Cuadro 51: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	150
Cuadro 52: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	151
Cuadro 53: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	151
Cuadro 54: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	152
Cuadro 55: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	152
Cuadro 56: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	153
Cuadro 57: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	153
Cuadro 58: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	154
Cuadro 59: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	154
Cuadro 60: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	155

Cuadro 61: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	155
Cuadro 62: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	156
Cuadro 63: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	156
Cuadro 64: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 30 días de germinación	157
Cuadro 65: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	157
Cuadro 66: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	158
Cuadro 67: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	158
Cuadro 68: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	159
Cuadro 69: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	159
Cuadro 70: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	160
Cuadro 71: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	160
Cuadro 72: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	161

Cuadro 73: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	161
Cuadro 74: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	162
Cuadro 75: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	162
Cuadro 76: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	163
Cuadro 77: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	163
Cuadro 78: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	164
Cuadro 79: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 30 días de germinación	164
Cuadro 80: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	165
Cuadro 81: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	165
Cuadro 82: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	166
Cuadro 83: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	166
Cuadro 84: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	167

Cuadro 85: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	167
Cuadro 86: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	168
Cuadro 87: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	168
Cuadro 88: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	169
Cuadro 89: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	169
Cuadro 90: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	170
Cuadro 91: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	170
Cuadro 92: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	171
Cuadro 93: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	171
Cuadro 94: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata, después de los 60 días de germinación	172
Cuadro 95: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	172
Cuadro 96: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	173

Cuadro 97: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 01, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	173
Cuadro 98: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	174
Cuadro 99: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	174
Cuadro 100: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 02, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	175
Cuadro 101: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	175
Cuadro 102: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	176
Cuadro 103: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 03, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	176
Cuadro 104: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	177
Cuadro 105: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	177
Cuadro 106: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 04, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	178
Cuadro 107: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	178
Cuadro 108: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación	179

Cuadro 109: Calculo de diámetro, altura e índice de Robustez de la planta, del lote 05, del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras, después de los 60 días de germinación179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa general de ubicación de las procedencias de estudio.	61
Figura 2: Concesión forestal no maderable de Paulino Quispe Ramírez.	63
Figura 3: Concesión forestal no maderable de Grimaldo Augusto Inca Vilca.	65
Figura 4: Diferencia cuantitativa del porcentaje de Pureza	79
Figura 5: Diferencia cuantitativa del número de semillas por kilogramo	80
Figura 6: Diferencia cuantitativa en porcentaje de humedad de semillas	82
Figura 7: Diferencia cuantitativa del porcentaje de viabilidad	83
Figura 8: Diferencia cuantitativa de la velocidad de germinación de semillas de Shihuahuaco.....	85
Figura 9: Diferencia cuantitativa del Tiempo medio de germinación de semillas de Shihuahuaco.....	87
Figura 10: Porcentaje de germinación de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.....	89
Figura 11: Tiempo de germinación de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.....	91
Figura 12: Comparación de la germinación acumulada de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) provenientes del Distrito de Tambopata bajo el efecto de 3 tratamientos	93
Figura 13: Comparación de germinación acumulada de semillas de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) provenientes del Distrito de las Piedras bajo el efecto de 3 tratamientos	94
Figura 14: Altura de planta de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.....	95
Figura 15: Diámetro de planta de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.....	97
Figura 16: Índice de Robustez de planta de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en 30 días después de la germinación	98
Figura 17: Promedio de incremento en altura de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de la germinación	100

Figura 18: Promedio de incremento en diámetro de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamientos, después de los 60 días de germinación103

Figura 19: Promedio de Índice de Robustez de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación105

Figura 20: Promedio de la Relación Biomasa seca aérea/biomasa radical de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación108

Figura 21: Promedio del Índice de calidad de Dickson de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación110

Figura 22: Promedio del Índice de Lignificación de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación111

Figura 23: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata165

Figura 24: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata165

Figura 25: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata166

Figura 26: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras166

Figura 27: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras167

Figura 28: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras167

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: FORMATOS DE CAMPO	137
ANEXO II: MAPA DE UBICACIÓN DE ÁRBOLES SELECCIONADOS	150
ANEXO III: CUADROS.....	152
ANEXO IV: FIGURAS	165
ANEXO V: DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE CALIDAD DE PLANTA.....	183
ANEXO VI: ANALISIS ANOVA DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE PLANTA .	185
ANEXO VII: MULTIPLES COMPARACIONES ENTRE TRATAMIENTOS Y LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE PLANTA.....	187
ANEXO VIII: PRUEBA DE TUKEY ENTRE TRATAMIENTOS Y LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE PLANTA.....	190
ANEXO IX: GALERÍA FOTOGRÁFICA	168

Resumen

Con el objetivo de crear bases conceptuales para determinar la calidad de semillas de *Dipteryx Micrantha* a través de la prueba de envejecimiento acelerado se utilizaron lotes de semillas cosechadas el 15 de mayo del 2015 (procedentes del distrito de Las Piedras) y el 22 de mayo del 2015 (procedentes del distrito de Tambopata). Las semillas se sometieron a una temperatura 40°C y dos periodos de tiempo de envejecimiento acelerado (48 y 96 horas). Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial de tres tratamientos, con cuatro repeticiones, distribuidos en los siguientes tratamientos: T1 (testigo), T2 (exposición de temperatura de 40°C durante 48 horas) y T3 (exposición de temperatura de 40° C durante 96 horas). El vigor de semillas varió entre niveles de temperatura ($P < 0.001$). Para la procedencia 1 (Tambopata) el mayor valor de germinación (72%) se obtuvo con T2, valor que fue comparable ($P > 0.05$) al obtenido al T1 (70%), pero diferente y superior al que se obtuvo con el T3 (67%). Un comportamiento similar al anterior se observó para la procedencia 2 (Las Piedras), donde el valor más alto de germinación (81%), ($P > 0.001$), se obtuvo con T2, respecto al T1 y T3. En cuanto a la calidad de las plántulas se determinó que el diámetro de las plantas para ambas procedencias y para cada uno de los tratamientos se califica como una calidad media; altura, una calidad alta; índice de robustez, una calidad alta, relación biomasa aérea/biomasa radical, una calidad baja; índice de calidad de Dickson una calidad media; y por último el índice de lignificación el cual fue clasificado en una calidad alta. En base a los resultados obtenidos se concluye que la prueba de envejecimiento acelerado detectó diferencias entre procedencias de semillas de *Dipteryx micrantha*, en tanto que el tratamiento de 40°C por 48 horas (T2) fue el más efectivo para evaluar el vigor de las semillas. En base a los resultados obtenidos de los parámetros de calidad de planta producidas en la cama germinador, de acuerdo a los estándares sugeridos, las variables que presentaron mejor calidad fueron: Altura, Índice de robustez y el índice de lignificación, mientras que lo opuesto se verificó con el diámetro y el índice de calidad de Dickson, y por otro lado la variable que presentó peor calidad fue la relación biomasa aérea/biomasa radical.

Palabras claves: *Dipteryx micrantha*, calidad de semillas, vigor, prueba de envejecimiento acelerado, germinación, parámetros de calidad de planta.

INTRODUCCIÓN

La calidad de semillas comprende aspectos genéticos, fitosanitarios, físicos y fisiológicos y, además, puede definirse como los atributos inherentes que determinan su potencial de germinación y sus características de crecimiento posterior (Mbora *et al.*, 2009). En este sentido, el origen de procedencia de la población de la cual se recolectan las semillas es importante ya que, aunque sean de las mismas especies, las semillas que se desarrollan en un gradiente latitudinal pueden mostrar características notablemente diferentes (Daws *et al.*, 2006).

El análisis de la calidad de las semillas minimiza los riesgos inherentes al utilizarlas. En la actualidad es necesario realizar controles de calidad por medio de métodos útiles y confiables para determinar las principales características de una semilla de alta calidad; tales como pureza, germinación y vigor.

Se ha señalado que la calidad fisiológica de la semilla está relacionada directamente con la capacidad que tiene para emerger bajo condiciones de campo. Por tanto, es importante utilizar semillas de alta calidad fisiológica para asegurar una emergencia satisfactoria de plántulas vigorosas (Bhering, Días, Barros, Días, y Tokuhisa, 2003). Al respecto, la prueba de germinación es el procedimiento más ampliamente usado y aceptado para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semillas. Sin embargo, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y sustrato, en la práctica, no es la más adecuada para poder garantizar el establecimiento de la semilla en el campo, donde las condiciones no siempre son favorables (Copeland y McDonald, 2001), por lo que se han sugerido otras pruebas adicionales, tal es el caso del vigor de la semilla (Delouche, 1971).

El vigor se define como la suma de aquellas propiedades de las semillas que determina el nivel de actividad y comportamiento de la semilla durante la germinación y la emergencia de las plántulas en el campo (ISTA, 2005). El objetivo principal de la prueba de vigor es diferenciar lotes de semillas que, a pesar de tener una viabilidad similar, presentan distinta capacidad para germinar y emerger. Por tanto, aquellos lotes que presentan mayor vigor, tendrán mayor tolerancia a condiciones adversas que los de menor vigor (Carámbula, 1981). A diferencia de la prueba de germinación estandar, una prueba de vigor provee información adicional que permite diferenciar lotes de semillas (ISTA, 2005). De ahí que las pruebas de vigor constituyen una herramienta actualmente utilizadas en la determinación de la calidad fisiológica de los lotes de semillas.

Existen varias pruebas para evaluar el vigor de lotes de semillas, tales como la prueba de frío, conductividad eléctrica, primer canteo de prueba de germinación, velocidad de crecimiento y la prueba de envejecimiento acelerado. Sin embargo, la prueba de envejecimiento acelerado es considerada como una de las más eficientes para evaluar el vigor de semillas, dentro de las disponibles en la actualidad (De Bittencourt y Vieira, 2006). En esta prueba las semillas son expuestas a condiciones de temperatura elevada

(40 a 45° C) y por un periodo específico, según la especie, con el objetivo de aumentar la tasa de deterioro de las semillas al ser sometidas a tales condiciones y posteriormente medir el vigor mediante el porcentaje de germinación (Carámbula, 1981), en tal situación, las semillas más vigorosas deterioran más lentamente que las menos vigorosas, presentando diferencias de viabilidad y germinación (Torres, 2004). Al respecto, varios estudios recomiendan periodos de envejecimiento acelerado para evaluar el vigor en semillas de diferentes especies forestales.

Una de las deficiencias de esta prueba radica en que, en función de la especie y para una misma temperatura, el aumento del periodo de exposición proporciona ganancias en los porcentajes de contenido de agua de las simientes. Para contrarrestar este factor, se sugiere el uso de soluciones saturadas de sales (NaCl, KCl o NaBr) durante la realización de la prueba, con el objetivo de reducir la humedad relativa en el interior de los comportamientos individuales, con lo que se retarda la absorción de agua por la semilla. Esta modificación se denomina “test de envejecimiento acelerado con uso de soluciones saturadas de sal” (SSAA por sus siglas en inglés) (Jianhua y McDonald, 1997).

Si bien existe una carencia de información acerca de la estandarización del método para diferentes especies; teniendo en cuenta temperatura y periodos adecuados de exposición de las pruebas de envejecimiento acelerado, en las literaturas predominan investigaciones acerca del uso de periodos de exposición que pueden causar estrés mucho más drástico que los que enfrentan las semillas durante el transporte y el almacenamiento, y aun en las condiciones de siembra en campo (De Lima, Athanázio, y Bellettini, 2006).

Al mismo tiempo, las investigaciones relacionadas con la confección de metodologías apropiadas para la medición del vigor enfatizan en las especies hortícolas, siendo escaso el trabajo en esta dirección en especies leñosas y más aún en leguminosas de hábito de crecimiento arbustivo y arbóreo.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que la temperatura y tiempo de exposición a las condiciones de envejecimiento para evaluar el vigor de semillas de *Dipteryx micrantha* aún no están establecidos. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo realizar estudios que permitan crear las bases conceptuales para medir el vigor de las semillas y variación existente en las plantas de *Dipteryx micrantha*; a través del uso de la prueba de envejecimiento acelerado para determinar la calidad de semillas, entre y dentro de dos procedencias (distrito de Tambopata y Las Piedras) de la Región de Madre de Dios.

OBJETIVO

Objetivo General

- Determinar el vigor en semillas y las variaciones existentes en plántulas de Shihuahuaco (*D. micrantha*), a través de la prueba de envejecimiento acelerado, entre y dentro de dos procedencias de la Región de Madre de Dios.

Objetivos Específicos

- Determinar el vigor de las semillas de Shihuahuaco (*D. micrantha*) entre y dentro de procedencias, sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado.
- Determinar los parámetros mínimos de calidad de planta de las semillas germinadas de Shihuahuaco (*D. micrantha*) entre y dentro de procedencias, sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado.

HIPOTESIS

Formulación de la hipótesis

- **H1:** Existen diferencia significativa en las características evaluadas del vigor de semillas y parámetros mínimos de calidad de planta de Shihuahuaco (*D. micrantha*) entre y dentro de las procedencias de estudio.
- **H0:** No existen diferencia significativa en las características evaluadas del vigor de semillas y parámetros mínimos de calidad de planta de Shihuahuaco (*D. micrantha*) entre y dentro de las procedencias de estudio.

VARIABLES DE LA HIPOTESIS

En el cuadro 1, se señalan las variables de estudio con sus respectivas dimensiones, definiciones conceptuales, definiciones operacionales, indicadores, criterio y valor.

Cuadro 1: Operacionalización de variables en el estudio.

Variable Independiente: Prueba de vigor					
Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Criterio	Valor
Prueba de envejecimiento acelerado	Es una de las pruebas que más se realizan a nivel internacional,	Las semillas serán expuestas a ensayos con un solo tipo de	Temperatura de envejecimiento	<40°C	Inadecuada
				≥40°C	Adecuada

	y es necesario estandarizarla para cada especie (Jianhua y McDonald, 1997).	temperatura (40°C) por dos tiempos de exposición (48 y 96 hr) de permanencia en la cámara de envejecimiento.	Tiempo de envejecimiento	<48 hr.	Inadecuada
				≥48 hr.	Adecuada
Variable Dependiente: Calidad fisiológica					
Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Criterio	Valor
Vigor de las semillas	Sanidad y rusticidad de las semillas; el vigor le permite a la semilla recién sembrada germinar rápidamente dentro de una amplia gama de condiciones (Lozano-Pérez, 2013).	Se realizará el registro exacto de las semillas germinadas durante los periodos de tiempos establecidos en el estudio, el cual es un tiempo de 30 días desde la siembra de las semillas	Velocidad de germinación	<3,0	Inadecuada
				≥3,0	Adecuada
			Tiempo medio de germinación	< N° de semillas germinadas en 30 días	Inadecuada
				> N° de semillas germinadas en 30 días	Adecuada
			Porcentaje de germinación	<60,0	Inadecuada
				≥60,0	Adecuada
			Tiempo de germinación	>57	Inadecuada
				≤20	Adecuada
Parámetros de calidad de planta	Características externas que presentan las plantas de una determinada especie al final del periodo de evaluación del ensayo de germinación (Torres, 1979).	Son parámetros de la calidad de las plantas, y la capacidad de estas para desarrollarse y generar una planta con vitalidad propia, para esto se tomó información de cada uno de estos parámetros, en	Altura (cm)	<12,0	Baja
				12,0 – 14,9	Media
				≥15,0	Alta
			Diámetro (mm)	<2,5	Baja
				2,5 – 4,9	Media
				≥5,0	Alta
			Índice de robustez	≥8,0	Baja
				7,9 – 6,0	Media
				<6,0	Alta
			Relación biomasa seca/biomasa radical	≥2,5	Baja
				2,4 – 2,0	Media
				<2,0	Alta
				<0,2	Baja
				0,2 – 0,4	Media

		función a sus escalas de medición de las mismas y determinar su respectiva calidad.	Indice de calidad de Dickson	$\geq 0,5$	Alta
			Indice de Lignificación	$< 10,0$	Baja
				$10,0 - 11,3$	Media
				$\geq 11,3$	Alta

Fuente: Elaboración propia, 2017.

I. CAPITULO.

MARCO TERÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes metodológicos

La detección del deterioro de las semillas a través de las pruebas de vigor puede ser entendida como un componente importante en la evaluación de elementos de la calidad, y contribuye a la solución de problemas de la industria semillera, como el almacenamiento. Al respecto, **Alizaga, Sterling, y Herrera (1992)**, aseveran que el principal desafío de las investigaciones sobre pruebas de vigor es la identificación de indicadores relacionados con el deterioro, que preceden a la pérdida de la capacidad germinativa.

Si bien el comité de vigor de la Asociación Internacional para el Análisis de Semillas (ISTA) sugiere los protocolos de algunas pruebas de uso ya generalizado **(ISTA, 2003)**, debido a la difícil estandarización de algunas pruebas, es necesario realizar ensayos para conocer la respuesta de las semillas a las condiciones locales de siembra.

No obstante, en los últimos 50 años los especialistas en semillas propusieron, estudiaron y utilizaron diferentes métodos para evaluar el vigor. La excelencia de las investigaciones que se ha diversificado el acercamiento a la estimación de este indicador y, como consecuencia, su integralidad, por lo que se necesita volver a encauzar los objetivos de las pruebas de vigor para alcanzar las metas que se proponen, ya que solo se utilizan internacionalmente algunos métodos. El comité de vigor de la ISTA concentró sus esfuerzos en la estandarización de nueve pruebas, mientras que la AOSA sugirió o recomendó los procedimientos para siete métodos.

Además, el vigor muchas veces se maneja de forma empírica o mediante la utilización de solo una o dos variables. En este trabajo se aplicó tal concepto y se le adjudicó una expresión más integral y dinámica. Los elementos (variables)

seleccionados son expresiones biológicas del crecimiento y el desarrollo, y se les dio un contenido y expresión matemáticos para precisar su comportamiento.

Es de destacar que el almacenamiento se valoró como un elemento de envejecimiento y deterioro, y como expresión dinámica de todas las variables, aspecto de crucial importancia y que ratifica la correspondencia entre el método propuesto y el estado del arte en el tema objeto de estudio.

Ferguson y van de Venter (1995), en su intento por conceptualizar el vigor, expresó que este se basa en el comportamiento físico o fisiológico de un lote de semillas, e incluye: 1) los cambios en los procesos bioquímicos, 2) la tasa y uniformidad de la germinación y el crecimiento de las plántulas, y 3) la germinación o capacidad de emergencia de las semillas al ser expuestas a condiciones de estrés.

Fontana, Pérez y Luna (2016), determinaron la calidad fisiológica de semillas de *Prosopis alba*, el cual es una especie arbórea, a través de la prueba de envejecimiento acelerado, para determinar el vigor realizando ensayos de calor húmedo (EACH), calor seco (EACS) y solución salina (EASS) en semillas de tres procedencias geográficas, donde los resultados permitieron tener un conocimiento objetivos y preciso del vigor del material procedentes de áreas geográficas distintas, donde se enfatiza que a un es necesario realizar más estudios en la temática de estimación del vigor de semillas, tanto de la especie mencionada, al igual que de las muchas especies arbóreas que existen.

Filho, Novembre, y Pescarin (2001), aseguran que la única prueba de estrés que se realiza extensivamente entre las semillas de árboles es precisamente la de EA. No obstante, su uso se limita a especies que poseen simientes relativamente grandes; al tiempo que fue menos estudiado en especies de semillas pequeñas.

Las diferencias entre la germinación antes y después del envejecimiento proporcionan la medida relativa del vigor de la semilla, pero las simples diferencias de porcentaje carecen de la precisión requerida para una prueba cuantitativamente real Filho, Novembre, y Pescarin (2001).

De acuerdo con Wang, Downie, Wetzel, Palamarek, y Hamilton (1992), propusieron el uso del índice de Envejecimiento (IE), que se define como la diferencia entre el porcentaje inicial de germinación y el porcentaje de germinación después del envejecimiento, dividido entre la germinación inicial, la necesidad de control preciso del ambiente y los procedimientos, hacen que la prueba de EA puede parecer ser más difícil de lo que en realidad es.

La mayoría de los estudios de EA con semillas arbóreas se concentran en las temperaturas óptimas y la duración del examen en horas para efectuar el envejecimiento, los que se informa para un número grande de especies.

La única prueba de estrés que se ha realizado extensivamente entre las semillas de árboles es la de envejecimiento acelerado (EA), que fue desarrollada para evaluar el potencial de almacenamiento de los lotes de semillas y en la actualidad se ha convertido en un indicador del vigor para muchos cultivos (Bonner, 1998).

Bonner (1998), en su revisión acerca de las pruebas de vigor concluyó que los resultados de estudios bioquímicos en las simientes arbóreas durante los tratamientos de envejecimiento, confirman claramente que la utilización rápida de las reservas de energía durante el tiempo de la prueba de EA está acompañada por la declinación de la germinación y el vigor de las semillas. Esto apoya el concepto de que las semillas agrícolas y los árboles reaccionan de manera similar cuando se les somete a las condiciones de EA.

1.2 Conceptos fundamentales

➤ Envejecimiento acelerado:

Es una de las pruebas empleadas para determinar el vigor, es una de las más se realizan a nivel internacional, y es necesario estandarizarla para cada especie (Jianhua y McDonald, 1997).

➤ Germinación:

Proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva (Mestanza-Dávila, 2014).

➤ Porcentaje de germinación:

Número exacto de semillas germinadas de un total establecido (Lozano-Pérez, 2013).

➤ Velocidad de germinación:

Número de semillas germinadas diariamente de un total establecido o tiempo diario de germinación de las semillas (Lozano-Pérez, 2013).

➤ Viabilidad de las semillas:

Capacidad para germinar de las semillas o potencial de una semilla para germinar en condiciones favorables, suponiendo que los factores causantes de latencia se han eliminado (Mestanza-Dávila, 2014).

➤ Tratamiento pre germinativo:

Los tratamientos pre germinativos tienen por finalidad ablandar la testa de la semilla para permitir la entrada de agua al interior de esta con la finalidad de acelerar el proceso de germinación, existiendo diferentes tipos de tratamientos como remojo en agua fría o caliente, estratificación, escarificación, entre otros (Mestanza-Dávila, 2014).

➤ **Vigor:**

Sanidad y rusticidad de la semilla; El vigor le permite a la semilla recién sembrada germinar rápidamente dentro de una amplia gama de condiciones (Lozano-Pérez, 2013).

➤ **Sustrato:**

Material inerte producto de materiales orgánicos en descomposición y muy rico en componentes minerales (Lozano-Pérez, 2013).

➤ **Plántula:**

Llamadas también plántulas producidas en vivero o recolectadas en el bosque como regeneración natural (Theodore, John, y Frederick, 1986).

➤ **Incremento de altura:**

En las plántulas, es la diferencia entre la altura final obtenida al término de la evaluación menos la altura inicial de la plántula (Chavez y Huaya, 1997).

➤ **Incremento de diámetro:**

En las plántulas se determina restando el diámetro final menos el diámetro inicial (Chavez y Huaya, 1997).

➤ **Sobrevivencia de plántula:**

Número de individuos que se encuentran vivos al final del periodo de evaluación (Tello, 1984).

➤ **Calidad de plántula:**

Característica externa que presenta la plántula al final del periodo de evaluación del ensayo (Torres, 1979).

➤ **Cama germinadora:**

Área designada para producir plantones de diversas especies (Rincón y Molina, 1990).

➤ **Análisis de variancia:**

Análisis estadístico que sirve para determinar si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Vanderlei, 1991).

➤ **Prueba de Tukey:**

Es el análisis estadístico que se utiliza para las comparaciones entre los promedios de los tratamientos evaluados, con la finalidad de definir que tratamientos existe diferencia significativa (Vanderlei, 1991).

1.3 Revisión bibliográfica

1.3.1 Generalidades de la especie en estudio

a) Clasificación botánica.

Se consideró la clasificación taxonómica realizada por Reynel (2003).

- **Reino** : *Plantae*
- **División** : *Magnoliophyta*
- **Clase** : *Magnoliopsida*
- **Orden** : *Fabales*
- **Familia** : *Fabaceae*
- **Subfamilia** : *Faboideae* (Papilionoideae)
- **Tribu** : *Dipteryx*
- **Género** : *Dipteryx*
- **Especie** : *Dipteryx micrantha*

b) Especies aceptadas.

A continuación, se brinda una lista de las especies del genero *Dipteryx* aceptadas hasta agosto de 2014, ordenadas alfabéticamente. Para cada una se indica el nombre binomial seguido del autor, abreviado según las convenciones y usos (Forzza et al., 2010).

- *Dipteryx lacunifera*
- *Dipteryx magnifica*
- *Dipteryx micrantha*
- *Dipteryx odorata*
- *Dipteryx oleifera*
- *Dipteryx polyphylla*

- *Dipteryx punctata*
- *Dipteryx rosea*

c) Sinonimia de Shihuahuaco (*D. micrantha*).

- *Coumarouna ferrea* Duche
- *Coumarouna micrantha* (Harms) Ducke
- *Dipteryx ferrea* Ducke

d) Especies afines.

El género incluye 13 especies distribuidas principalmente en la Amazonía y América Central. De éstas, 5 especies se encuentran en Perú. Varias especies de este género son muy similares entre sí. Es necesario, por lo tanto, una revisión taxonómica moderna, para delinear las diferencias entre estas especies.

Las otras especies en Perú por Brako y Zarucchi (1993).

- *Dipteryx alata* Vogel
- *Dipteryx charapilla* (J.F. Macbr.) Ducke
- *Dipteryx micrantha* Harms
- *Dipteryx rosea* Spruce ex Benth

Shihuahuaco (*D. micrantha*), está considerada entre unas de las especies forestales con demanda en el mercado interno como externo, tales como los países de Estados Unidos, México, Italia y China, esto basado de la información recabada del programa de desarrollo de políticas de comercio exterior, consultoría de introducción de especies líderes en los mercados de exportación (Caballero, 2006).

1.3.2 Aspectos Ecológicos

Grupo sucesional.

Especie de la fase final de sucesión considerada clímax o clímax exigente en luz. En bosques primarios amazónicos se pueden hallar individuos sobresalientes de más de 50 metros de altura.

Clima.

Altitud: De 20 a 800 m.s.n.m. Precipitación media anual: 1200 a 6000 mm anuales. Régimen pluviométrico: Estacional, con lluvias concentradas durante el periodo de noviembre-marzo. Temperatura media anual: 24°C a 27°C.

Suelo.

Los suelos acrisoles (ultisoles según el *Soil Taxonomy*) ocurren en terrenos con inundaciones frecuentes a temporales, en topografía plana y ondulada, sobre colinas bajas suaves y colinas altas accidentadas. Estos suelos están conformados por acumulación de arcillas roja-rojo parduzco y manchas roja-arcillosas (Plinthic) acumuladas como resultado de la acción oxido-reductora del hierro por el movimiento vertical de la napa freática (agua subterránea). En general tienen buenas condiciones físicas y son bien estructurados. Sus principales problemas son la muy baja fertilidad, problemas de acidez, exceso de aluminio y deficiencias de fósforo. Los suelos cambisoles (Inceptisoles) ocurren en terrenos de colinas bajas accidentadas y colinas altas suaves y hasta accidentadas. Se ha identificado los siguientes tipos: Vertic Cambisols, Eutric Cambisols, Chromic Cambisols y Gleyic Cambisols. En general se considera a estos suelos en proceso de formación, es decir todavía no muestran horizontes bien diferenciados.

Distribución geográfica.

El Shihuahuaco está ampliamente distribuido en toda la Cuenca Amazónica. Tres otras especies de *Dipteryx* tiene amplias distribuciones y dos ocurren en América Central. Ocurre desde el nivel del mar hasta 700 msnm; con precipitaciones anuales de 2500 a 3200 mm y temperaturas de 20 a 35° C. Forma parte del dosel superior del bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical.

Características silviculturales

Cuadro 2: Principales características de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*)

Características silviculturales	
Exigencia lumínica	Heliófita
Habito de crecimiento	Simpodial
Capacidad de rebrote	No determinado
Capacidad de autopoda	Regular, es necesarias las podas artificiales desde los primeros años de la plantación
Método de regeneración	El Shihuahuaco puede ser plantado a campo abierto, en fajas de enriquecimiento y sistemas agroforestales

Fuente: (Ymber, 2014).

Zonas de vida

Bosque húmedo tropical, bosques húmedos subtropical, bosque montano bajo subtropical y bosque subtropical.

Abundancia natural

La abundancia natural de esta especie esta entre 0,68 hasta 1,05 árboles/ha. La sobreexplotación de la especie ha disminuido drásticamente las poblaciones naturales (Ymber, 2014).

1.3.3 Descripción botánica

Descripción morfológica

a) Árbol:

D. micrantha es un árbol que alcanza hasta unos 50-150 cm de diámetro y 20-35 m de altura total, con el fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste recta o con raíces tablares pequeñas de hasta 1 m de alto.

b) Corteza externa:

Lenticelada, color marrón claro a grisáceo o verdusco; presenta escamas de ritidoma que desprenden aisladamente dejando huellas impresas (“martillado”), las lenticelas de 2-4 mm de diámetro.

c) Corteza interna:

Granular, color amarillo pálido, con gránulos de color blanquecino y amarillo oscuro.

d) Ramitas terminales:

Con sección circular, color marrón oscuro cuando secas, de unos 4-9 mm de diámetro, finamente agrietadas y glabras.

e) Hojas:

Compuestas imparipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, de 13-30 cm de longitud, el peciolo de 4-8 cm de longitud, éste y el raquis acanalados y estrechamente alados, las alas de 1-2 mm de ancho, el raquis terminado en un mucrón lanceolado y alargado, de 2-3.5 cm de longitud, los foliolos 4-7 pares, oblongos, de 4-10 cm de longitud y 2-3.5 cm de ancho, enteros,

los nervios secundarios 10-14 pares, promínulos en ambas caras, el ápice de los folíolos obtuso a agudo, cortamente acuminado, la base obtusa a rotunda, las láminas glabras, coriáceas, rígidas.

f) Inflorescencias:

Panículas terminales o axilares de 10-20 cm de longitud, multifloras.

g) Flores:

Hermafroditas, zigomorfas, de 0.8-1.2 cm de longitud, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 1-2 mm de longitud, el cáliz de 3-5 mm de longitud, la corola rosada, de 6-10 mm de longitud, el androceo 5-7 mm de longitud, con varios estambres, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma capitado.

h) Frutos:

Oblongoides de 3-6 cm de longitud y 2-4 cm de diámetro, leñosos, indehiscentes, la superficie de color amarillento, el mesocarpio harinoso y oleoso, la semilla única.

Observaciones para el reconocimiento de la especie

Se le reconoce por la corteza externa con escamas de ritidoma que se desprenden aisladamente dejando huellas impresas ("corteza martillada") y por su madera singularmente dura. Adicionalmente, las hojas son muy características por el raquis acanalado, estrechamente alado y terminado en un mucrón lanceolado y alargado de 2-3.5 cm de longitud.

Distribución y hábitat

Región Amazónica, mayormente debajo de los 700 msnm.

Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en zonas con una estación seca marcada; es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios, en suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a media.

Fenología, polinización y dispersión

Floración durante la estación seca y fructificación a fines de ésta. Estudios efectuados en otra especie del género, *Dipteryx panamensis*, evidencian que cada árbol abre pocas flores cada día por un tiempo de varios meses (Jara, 1998).

La polinización es efectuada principalmente por abejas medianas y grandes, las cuales pueden viajar distancias considerables. En Costa Rica, se indica que pueden polinizar a *Dipteryx panamensis* las siguientes especies: *Bombus pullatus*, *Centris* spp., *Epicharis* spp., *Megachile* sp., *Melipona flavipennis*, *Mesoplia* sp., *Trigona musarum*. El patrón de floración, con pocas flores abriéndose cada día, sugiere que *Dipteryx* es de polinización cruzada obligada (Jara, 1998).

La dispersión es efectuada principalmente por murciélagos (*Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Carollia* spp.) los cuales desprenden los frutos y los llevan a lugares seguros para consumir sin peligro el jugo oleoso del mesocarpio o pulpa. Monos (*Ateles* spp.) y roedores grandes (*Dasyprocta* sp., *Myoprocta* sp.) pueden ser también dispersadores eventuales.

Usos

Usos de la madera

La madera es de muy buena calidad, extraordinariamente dura y pesada, de color blanquecino en la albura y marrón amarillento o rojizo en el duramen cuando seca, con grano entrecruzado y textura media a gruesa, también con veteado de arcos superpuestos. Es apta para el torneado, tiene buena durabilidad y es resistente a la humedad. Con ella se elaboran parquet, elementos de la construcción que requieren mucha resistencia y perduración, tales como puntales y vigas, mangos de herramientas, postes y chapas decorativas (Rojas y Martina, 1996).

En otros países de Sudamérica se le aprovecha por el contenido de Cumarina de la semilla. Esta sustancia tiene uso industrial en perfumería.

Cuadro 3: Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*)

Características organolépticas de la madera	
Color albura	Marrón pálido
Color duramen	Amarillo a marrón amarillento
Olor	Distintivo y agradable
Sabor	Distintivo y astringente
Brillo	Medio
Grano	Entrecruzado
Veteado	Suave
Textura	Media a Fina
Propiedades físicas	
Contenido de humedad en verde	44%
Densidad básica	0,80-0,91 g/cm ³

Densidad al 12% de humedad	0,96-0,97 g/cm ³
Contratación radial	5,4-5,5%
Contratación tangencial	8,2-8,4%
Contratación volumétrica	13,5-13,6%
Relación T/R	1,5-1,6
Resistencia mecánica	
Módulo de elasticidad	183x1000x1000 kg/cm ²
Módulo de rotura	1764 kg/cm ²
E.R. compresión paralela	987-884* kg/cm ²
Corte radial	224 kg/cm ²
Dureza lateral	1601-1628* kg

Fuente: Gutiérrez, Silva, Arias, y Castello (1999).

Particularidades del fruto y la semilla

a) Número de semillas / kg

Para *Dipteryx odorata* se reportan 32 semillas/Kg de acuerdo a los reportado por Pinto, Morellato, y Barbosa (2008) y también 48 semillas/Kg con una pureza de 75%; en *Dipteryx panamensis* hay 35-78 frutos/Kg, en base a lo mencionado por Jara (1998); Ymber (2014); reporta que en *Dipteryx odorata* presentan entre 500-700 semillas/Kg.

b) Propagación por semillas (sexual)

Para la especie, se ha recomendado cosechar los frutos directamente del suelo y trasladarlos en bolsas plásticas para su procesamiento posterior. Las bolsas deben contener algo de agua; es crucial que la semilla no se deshidrate y sea sembrada lo antes posible luego de colectada (Jara, 1998).

c) Tratamiento pre germinativo:

Se debe eliminar el mesocarpio de los frutos recién colectados para acelerar la germinación. Las semillas se pueden enterrar en suelo arenoso por unos 15 días (5 cm) y luego ser extraídos a la superficie o muy cerca de ella (< 1 cm) (Jara, 1998).

d) Inicio y finalización de la germinación:

La germinación en *D. odorata* se produce entre los 20-57 días luego de la siembra, aunque en otras especies del género hay registros diversos,

iniciándose desde los 10 días hasta los 100 días luego de la siembra; se reporta que la germinación es epigea (Jara, 1998).

e) Poder germinativo:

Para *D. odorata* hay registros de poder germinativo de 79-80% (Jara, 1998).

f) Manejo de la especie en vivero:

Las semillas se siembran en camas o bancales de almácigo cubriéndolas levemente con tierra y se trasplantan a bolsas plásticas 15-22 días después de la germinación, alcanzan de 20-30 cm de altura a los 130 días de iniciada la germinación, es conveniente ubicarlas en terreno definitivo cuando las plantas alcanzan un metro de altura o 2 cm de diámetro en el cuello. Esto se efectúa bajo la forma de pseudoestacas previa poda de raíz; con este método la supervivencia es de 80–85% (Jara, 1998).

Para la especie *D. panamensis*, se reporta que loros y pericos se alimentan de los frutos caídos. Numerosos insectos se alimentan de los frutos y las larvas depositan en el mesocarpio. En éste proliferan también hongos (Jara, 1998).

g) Almacenamiento de las semillas:

No se conoce de una técnica que pueda mantener las semillas viables por mucho tiempo. Bajo condiciones ambientales las semillas pierden la viabilidad luego de 8–10 días. Se afirma que las semillas pueden almacenarse hasta por 9 meses. Ensayos efectuados con semillas almacenadas de *D. panamensis* por un mes en aserrín húmedo al 30% y a temperatura de 10-15°C muestran que se conserva una viabilidad de 53-63% (Jara, 1998).

Descripción de la plántula

Estadio de cotiledones (8-10 días):

Germinación epigea en forma de bastón en un periodo de 4-6 días y fanerocotilenar con abertura completa y liberación de la cubierta seminal de 3-4 días. Persistencia de 21-23 días en el eje de la plántula. En este estadio se observa a los protófilos que presentan en el envés, puntos translúcidos por la presencia de glándulas en el medio de los isletes o areolas del sistema de venación dándole una apariencia sarpullida. Cotiledones: carnosos, 2, iguales, glabros, opuestos, verde oscuro, dispuestos horizontalmente, sésil, oblongos, ápice agudo, marguen entero. Hipocótilo: verde oscuro, glabro, 6 cm de longitud,

forma cilíndrica, base o cuello cilíndrico, lenticelas con distribución irregular. Epicótilo: verde, cilíndrico presentado dos líneas laterales dándole la apariencia de ser ligeramente aplanado, bien desarrollado de 12 cm de longitud, y lenticelas con distribución irregular (Ymber, 2014).

Estadio de protófilos (10-12 días):

Hojas compuestas pinnadas, opuestas. Acrópetas. Pecíolo pulvinulado y raquis alado de apariencia acanalada, prolongación mucronada. Peciolulo con pilosidad simples poco conspicuas y presenta estípela. Foliolos de 8 unidades comúnmente, opuestos a sub opuestos. Limbo oblanceolado, glabro, papiráceo, base asimétrica, ápice acuminado-emarginado, borde entero, nervadura asimétrica camptodroma, envés con puntos oscuros por la presencia de glándulas en el medio de los isletes o areolas del sistema de venación dándole una apariencia sarpuillada (Ymber, 2014).

Estadio de metáfilos (A partir de 27 días de haber germinado):

Hojas compuestas, pinnadas, alternos. Basípeta. Pecíolo pulvinulado y raquis alado de apariencia acanalada, prolongación mucronada. Peciolulo con pilosidad simple poco conspicuas con estípela. Foliolos: A medida que va generando nuevas hojas aumenta ascendente en uno, desde 4 a 14 unidades, opuestos, sub-opuestos y alternos. Limbo oblanceolado, glabro, papiráceo, base asimétrica, ápice acuminado-emarginado, borde entero, nervadura asimétrica camptodroma; envés con presencia de glándulas levemente conspicuas en el medio de los isletes o areolas del sistema de venación (Ymber, 2014).

1.3.4 Determinación de la especie y procedencia

1.3.4.1 Especie

La selección de la especie que se va a emplear, en el que se utilizan una especie y una procedencia probadas y bien aceptadas, y en que las semillas se obtienen de una fuente local, la elección es automática (FAO, 1991).

1.3.4.2 Procedencia

El término “procedencia” se utiliza con significados ligeramente distintos según los autores. En su utilización más sencillas, es “el lugar en el que crece un rodal de árboles” (FAO, 1991). Cuando se aplica a semillas, su significado suele ampliarse para incluir “la zona en que crecían los árboles originarios de las semillas”. Cuando las semillas se obtienen de una plantación exótica o “procedencia derivada” (FAO, 1991); el uso no ha sido tan coherente; algunos

autores suelen definir la procedencia como el lugar en el que crecían como exótico los padres inmediatos, mientras que otros suelen limitar su uso al lugar en el que crecían en el bosque natural los progenitores originales, siempre que los datos sobre el origen de la semilla informen sobre la ascendencia completa, comprendidas tanto la ubicación de los progenitores naturales originales como la de los padres inmediatos y la de las posibles generaciones intermedias.

A lo largo del último medio siglo se han venido acumulando de manera constante las pruebas de que, dentro de una especie botánica, la variación genética significativa que se produce en árboles forestales suele estar asociada a diferencias geográficas entre los lugares en los que crecen. Así ocurre especialmente cuando el desplazamiento geográfico va unido a cambios climáticos o de suelos. Por ello, el término “procedencia” se aplica cada vez más a zonas características por la naturaleza genética de las poblaciones que crecen en ellas, y no solo por su ubicación.

Es cada vez más frecuente que los ingenieros forestales reconozcan la decisiva importancia de la procedencia y especifiquen no sólo la especie que tienen que plantar en un territorio determinado, sino también su procedencia exacta. Incluso dentro del mismo país se encuentran distintas procedencias o razas de una especie; unas pueden presentar diferencias morfológicas, mientras que otras, de idéntico aspecto, pueden diferir en su adaptabilidad a lugares determinados (FAO, 1991).

1.3.4.3 Variación entre procedencias

La variación genética de una misma especie forestal en su área de distribución ha sido reconocida desde mucho tiempo. Esas diferencias han surgido del resultado de la adaptación de las especies a las diferentes condiciones climáticas y edáficas dominantes en determinados hábitats, así mismo, es de esperarse que poblaciones de una misma especie en condiciones ecológicas diferentes, pueden desarrollarse diferentes hábitos de adaptación a los mismos. A un cuando la procedencia se clasifica como perteneciente a una especie, ella presenta variaciones inherentes a su constitución genética relacionadas con su adaptación a factores climáticos diferentes (Ramírez-García, Alba-Landa, y Mendizábal-Hernández, 2001).

1.3.4.4 Variaciones entre sitios

Una procedencia dada, algunas veces contiene diferencias constantes relacionadas con distintos sitios; con frecuencia, estas diferencias no están determinadas genéticamente y solo representan efectos de diferentes ambientes sobre el crecimiento y desarrollo del bosque (Pastorino y Gallo, 2000).

1.3.4.5 Diferencias entre los árboles dentro del sitio

A veces los rodales dentro de un sitio determinado difieren; en este caso las diferencias genéticas son relativamente pequeñas, pero algunas veces se encuentran grados de variación inexplicables (Eguiluz-Piedra y Zobel, 2007).

1.3.4.6 Diferencias entre árboles dentro de un rodal

Es el principal tipo de variación que se utiliza en los programas de selección y cruzamiento genético forestal. Es sorprendente observar como dos árboles de la misma edad y que crecen juntos con sus raíces entrelazadas sean tan distintos en forma, calidad de madera e incluso en sus patrones de crecimiento (Eguiluz-Piedra y Zobel, 2007).

1.3.4.7 Ensayos de procedencia

Se entiende como procedencia a la fuente geográfica de la semilla o del material vegetal a utilizar en programas de reforestación, plantaciones forestales comerciales o ensayos experimentales; es decir es el área geográfica original de la cual se obtuvo el germoplasma forestal (semillas, plantas o propágulos vegetativos) (Callaham, 1963; Jones y Burley, 1973). Las especies forestales con distribución geográfica extensa pueden presentar variaciones significativas en su anatomía, morfología, crecimiento y fisiología; estas variaciones pueden ser genéticas o ambientales (Rehfeldt, 1993). La variabilidad puede guardar relación con la distribución de factores ambientales continuos o discontinuos, como el tipo de suelo, la altitud, la exposición, la latitud o la longitud, y con los factores asociados con los anteriores como la precipitación, la temperatura y el fotoperiodo (Zobel y Talbert, 1992).

Campbell (1979), manifiesta que los estudios genecológicos de plantas aportan información sobre la variación genética en relación a los ambientes en donde se desarrollan. Un caso particular de estudios genecológicos lo representan los ensayos de procedencias. Mediante estos ensayos la aportación relativa de la genética y el medio ambiente a la variación (lo mismo en caracteres

taxonómicos clásicos que en características fisiológicas estudiadas más recientemente, como la fotorreacción o la reacción termo periódica) puede evaluarse utilizando germoplasma de distintas fuentes de semillas en condiciones relativamente uniformes, como puede ser en cámaras de crecimiento, invernaderos, viveros o en ensayos de campo (Zobel y Talbert, 1992).

Utilizar especies provenientes de una procedencia no apropiada en el sitio de plantación, esto podría resultar en un rechazo de la especie para uso de silvicultura o social.

1.3.5 Estudios de variación geográfica de la germinación y del crecimiento de algunas especies forestales

Griffin y Ching (1977), estudiaron la variación geográfica en la germinación y crecimiento de nueve procedencias de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb), comúnmente llamado abeto. Franco de California, USA. Encontrando diferencias significativas entre procedencias para la tasa de germinación, e indicaron que las procedencias que están más cercanas a la costa germinan más lento que las procedencias lejanas a la costa.

Bertsch (1985), encontró diferencias significativas entre procedencias en el porcentaje de germinación de las seis semanas de edad de *E. cyclocarpum* comúnmente llamado árbol de oreja, procedentes de cuatro localidades de Costa Rica.

Davidson, Edwards, Szklai, y El-Kassaby (1996), realizaron un estudio en el que se evaluaron la variación geográfica de la germinación en *Abies amabilis* comúnmente llamado abeto del pacífico, encontraron diferencias significativas tanto entre poblaciones como entre árboles dentro de poblaciones para la capacidad germinativa y la velocidad de germinación.

Ortega-Mata, Mendizábal-Hernández, Alba-Landa, y Aparicio-Rentería (2003), analizaron la variación geográfica en la germinación y el crecimiento inicial de siete poblaciones de *Pinus hartwegii*, comúnmente llamado pino de las alturas. En el estado de México. Encontraron variación significativa entre poblaciones para el porcentaje de germinación y el vigor germinativo. No así para las variables del crecimiento.

Larreta, Upton, Hernández, y Hernández (2008), evaluaron la variación en la viabilidad de las semillas de seis poblaciones de *P. menziesii*, comúnmente llamado abeto de Douglas, de los estados de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León y Veracruz; también evaluaron el efecto de tratamientos pregerminativos y de las procedencias en la germinación de las semillas. Encontraron diferencias entre procedencias en la viabilidad de la semilla y en el vigor germinativo. La capacidad

y la tasa máxima de germinación no mostraron diferencias significativas entre procedencias. Existieron diferencias también entre tratamientos pregerminativos.

1.3.6 Determinación de los árboles seleccionados

Cabe partir que el recolector de semilla ha recibido unas instrucciones claras del usuario en cuanto a las especies y procedencias que se debe recolectar, y en algunos casos sobre los rodales en que debe hacerse, sigue siendo sin embargo su responsabilidad seleccionar los árboles concretos en que se va a llevar a cabo la recolección. Los criterios serán considerablemente distintos según se trate de recolecciones en gran escala para proyectos de forestación o de recolecciones en pequeña escala con fines de investigación (FAO, 1991).

1.3.6.1 Recolección en gran escala

1. En las recolecciones en gran escala se hace más hincapié en recoger la mayor cantidad de semillas posibles, y de la manera más rápida y barata posible, que en la selección muy cuidadosa de los árboles padres. No obstante, es esencial que no se recojan semillas de fenotipos muy pobres ni semillas vacías o no viables (FAO, 1991), han enumerado unas directrices básicas, en las que se basan las recolecciones siguientes:
2. Recolección sólo en árboles sanos y vigorosos, de forma razonablemente buena y que estén creciendo conforme al promedio o mejor.
3. En lo posible, recolectar en árboles maduros o casi maduros. Deben evitarse los árboles extra maduros, pues sus semillas pueden ser poco viables.
4. Evitar los árboles aislados de especies naturalmente alógama, pues es probable que se trate de árboles auto polinizados. Suelen tener pocas semillas, y además de escasa viabilidad, y las plántulas obtenidas son con frecuencia débiles o presentan mal formaciones.
5. Evitar recolectar en rodales que contengan numerosos árboles de porte deficiente, excesivamente ramosos, pálidos, anormales o enfermos.

1.3.6.2 Recolección en pequeña escala con fines de investigación

En las recolecciones que se efectúan en pequeñas escalas con fines de investigación, la selección de los árboles dependerá de los

objetivos concretos de la investigación proyectada. En muchos países se está prestando actualmente mucha atención a la investigación de procedencias. El asesoramiento de la IUFRO sobre recolecciones de semillas de procedencias comprende las recomendaciones siguientes en cuanto a la selección de los árboles (FAO, 1991).

1. Recolectar en árboles no peores que dominantes y codominantes de calidad media, pertenecientes mejor a rodales “normales” que rodales “excelentes”. Las semillas de fenotipo superiores, si se recolectan, deben mantenerse separados del resto.
2. Recolectar en un mínimo de 5 árboles de cada rodal, y preferiblemente entre 25 y 50. Si el rodal es muy variable, incrementar el número de árboles. Registrar el número de árboles y el porcentaje aproximado que representan respecto del total del rodal.
3. Los árboles semilleros deben estar separados entre sí. Al menos por la distancia de caída de las semillas.
4. Se debe marcar los árboles en los que se recolecta.
5. Se debe recolectar igual número de conos, frutos o semillas por árbol.
6. En las recolecciones normales de procedencias de primera fase, pueden mezclarse las semillas de los distintos árboles. Si se van a efectuar estudios especiales sobre genotipo individuales entonces deben mantenerse separados las semillas de cada árbol.

1.3.6.3 Recolección de un único árbol

A los ingenieros forestales no les interesan únicamente las variaciones entre poblaciones y procedencias, sino también las variaciones que se dan dentro de ellas. En el caso de las plantas exóticas, un enfoque que pueden utilizar los países introductores consiste en estudiar en primer lugar las diferencias entre procedencias bajo las condiciones locales para investigar después en una fase posterior, cuando se han identificado las procedencias mejor adaptadas localmente, la variación entre individuos en las mejores procedencias por medio de ensayos de progenie. Cuando la semilla se recolecta para realizar ensayos de progenie, es

esencial mantener separadas las semillas de los distintos árboles en todas las fases de recolección, transporte, procesamiento, vivero y plantación en el campo (FAO, 1991).

La conservación de árboles individuales en las fases de recolección y extracción suele exigir un esfuerzo considerablemente mayor que cuando se junta toda la semilla recolectada. Si ese esfuerzo se realiza, entonces se obtiene algunos beneficios, que para la FAO (1991), son los siguientes:

- Permite el estudio biosistemática de la variación genética dentro de las poblaciones entre ellas. La FAO (1991), afirma que las semillas recolectadas deben mantenerse separadas por árboles a lo largo de todo el proceso que va desde la recolección hasta la plantación, pues la combinación de semillas dentro de un rodal es negativa para los ensayos de procedencias, ya que impide distinguir entre fuente de semillas y variación individual. No obstante, en los ensayos de procedencia muy amplios, en los que intervienen muchos árboles distintos, es posible que el investigador no disponga de recursos suficientes para conservar la identidad de los padres.
- Cuando la semilla se va a juntar antes de sembrarla, se puede manipular la combinación de procedencias para que haya igual cantidad de semilla viable de cada árbol.
- No siempre es posible detectar en el campo los árboles que producen semillas híbridas. Así ocurre especialmente en el caso de los eucaliptos. Por eso, si los lotes de semillas se agrupan por separado, después de la multiplicación de pequeñas muestras de cada árbol, puede eliminarse todo índice de hibridación antes de establecer el ensayo principal.

1.3.6.4 Recolecciones monoclonicas

Cuando se recolecta en huerto semillero clonales, la unidad de identidad que hay que mantener separada suele ser no el ramet individual, sino el clon. En Zimbabwe se ha seguido durante muchos años la práctica de mantener separados los distintos lotes de semillas clonales, y se considera que ello justifica sobradamente los costos y esfuerzos extraordinarios a que ello obliga en comparación con las recolecciones de huertos a granel (FAO, 1991). Esas ventajas pueden resumirse de la manera siguiente:

- a) El mantenimiento de identidad clonales individuales en todas las fases, desde la recolección hasta el almacenamiento, permite actuar en el mínimo plazo sobre la mayor parte de la información a medida que se dispone de ésta. La necesidad de adoptar medidas con rapidez se plantea sobre todo cuando es preciso expurgar y cuando se manifiesta una vulnerabilidad a plagas o enfermedades, de manera que puedan aislarse o descartarse los lotes de semillas no deseables.
- b) Pueden prepararse y suministrarse lotes de semillas que resulten idóneos para lugares específicos, haciendo uso para ello de la información más reciente que sobre la interacción genotipo entre medio ambiente facilitan los análisis de determinación de la progenie.
- c) Utilizando los resultados de los ensayos de cada clon, pueden prepararse lotes de semillas compuestas de manera que en el material de plantación final exista una representación igual de los distintos clones, con lo que se evitan los efectos dominantes que algunos clones suelen tener en los lotes de semillas a granel.
- d) En general, aumenta el número de opciones de que dispone el usuario.

1.3.6.5 Recolecciones con fines de conservación

Se efectúan también recolecciones para intentar conservar el acervo genético ex situ como semillas almacenadas a largo plazo o en rodales de conservación plantados. Como nos falta mucho para tener un conocimiento exacto de las frecuencias genéticas en las poblaciones indígenas, la recolección con fines de conservación genética ha de basarse principalmente en el sentido común (FAO, 1991).

Es probable que sean apropiados métodos parecidos a los que se emplean en las recolecciones de procedencias con las excepciones siguientes:

1. Debe tomarse como muestra un número algo mayor de árboles por conjunto genético. Las estimaciones oscilan entre 50 y 100 (FAO, 1991).

2. La muestra debe ser estrictamente aleatoria y debe de incluir tanto árboles inferiores al promedio como superiores al promedio, a fin de captar en la mayor medida posible toda la variación genética. La única restricción a este principio es la imposibilidad de incluir en la muestra los árboles que no están produciendo semillas.
3. Otra medida para asegurar la mayor diversidad genética posible dentro de las semillas recolectadas consiste en recolectar en un año superior al promedio. Cuanto mejor sea el año de semilla, tanto mejor será la representación de progenitores masculinos que aportan polen, así como de progenitores femeninos que suministran semilla.
4. La cantidad de semilla que se va a recolectar de cada procedencia será por lo general mayor, pues la superficie que se recomienda para los rodales de conservación, 10 ha, es mucho mayor que la superficie total dedicada a una sola procedencia en un único ensayo de procedencia.

1.3.7 Acopio de los recursos necesarios para la recolección

Una parte de la planificación consiste en hacer acopio, en el momento adecuado de información clara sobre la naturaleza y magnitud de las tareas de recolección; número de especies y procedencias, cantidades de semillas, ubicación de los rodales, fechas idóneas para recolectar, etc. Tal como se han descrito. La otra parte consiste en seleccionar y acopiar los recursos necesarios para llevar a cabo ese trabajo (FAO, 1991).

1. Organización de los equipos de recolección.

El producto de los equipos de recolección, conocido o estimado, ha de ponerse en relación con la cantidad de semilla, el número de rodales y la duración de la estación, a fin de determinar el número y tamaño de los equipos que se requiere (FAO, 1991).

2. Organización del transporte.

Los equipos de recolección han de reducir al mínimo el tiempo que emplean en trasladarse de un punto al siguiente. Se debe disponer de medios de transporte en el lugar y momento necesarios. Si fuera preciso, se pueden alquilar temporalmente otros vehículos. En las zonas que carecen de carreteras es posible que haya que organizar con antelación el empleo de un mayor número de trabajadores no calificados para que ayuden e transportar el equipo, etc. (FAO, 1991).

3. Organización del equipo.

La selección del equipo varía considerablemente en función de las condiciones locales. Cuando más escarpado y menos accesible sea el terreno, tanto más sencillo y ligero ha de ser el equipo. En grandes huertos semilleros situados en tierras llanas puede ser adecuado un equipo sumamente mecanizado, como sacudidores de árboles o plataformas mecánicas, pero cuando hay que recolectar en rodales naturales situados a 4-6 horas de camino de la carretera más próxima el único equipo práctico es en cambio de equipo ligero y portátil, aparte de las herramientas de recolección, el equipo debe comprender ropa de seguridad, equipo de primeros auxilios y gran cantidad de bolsas y sacos (FAO, 1991).

4. Organización de los registros.

El registro y etiquetado meticolosos son esenciales en toda buena recolección. Con antelación suficiente, deben diseñarse e imprimirse en cantidad suficiente, las etiquetas y los formularios necesarios (FAO, 1991).

5. Organización de las autorizaciones.

Normalmente no se requieren autorizaciones cuando se trata de servicios forestales que recolectan en reservas forestales públicas, pero puede ser necesario solicitar permiso cuando se recolecta en propiedades privadas, parques nacionales y reservas especiales o en un país extranjero. Aun cuando no se precise una autorización oficial, suele ser aconsejable informar por adelantado a las comunidades locales sobre las operaciones que se van llevar a cabo (FAO, 1991).

6. Organización de la extracción de semillas.

Es posible que sea necesario prever el rápido traslado de los frutos desde el lugar de recolección hasta el centro de extracción, lo que obliga a organizar por anticipado el transporte. El personal del centro de extracción debe ser informado sobre el momento en que van a llegar los frutos. Si está previsto someter a los frutos a un secado preliminar al sol en el bosque, se necesitarán piezas grandes de polietileno o lonas alquitranadas (FAO, 1991).

1.3.8 Identificación de fuentes semilleras

1.3.8.1 Identificación

La identificación de las mejores fuentes semilleras y su evaluación y selección, forman uno de los principales componentes de cualquier

programa de semillas forestales. Todo programa de reforestación debe considerar esta etapa fundamental, con el propósito de obtener el material genético a corto plazo, mientras los programas de mejoramiento aportan los resultados para establecer sistemas más avanzados y sofisticados, que suministren semillas de mayor calidad y productividad (Jara, 1998).

El rodal semillero es un rodal superior o plus, generalmente mejorado por la eliminación de árboles inferiores y luego manejado para una precoz y abundante producción de semillas; Esta estrategia puede ser utilizada tanto en rodales puros del bosque natural, como en plantaciones forestales. Constituyen una opción rápida y económica para la obtención de semilla e origen reconocido y mejor calidad genética que las recolecciones comerciales. Una fuente o área semillera es un área de bosque natural o plantación homogénea o casi pura para una especie y con una base genética amplia, representativa de una Región, población o procedencia de una especie forestal (Gamboa, 1990).

La identificación de las mejores fuentes de semillas y su evaluación y selección, forman uno de los principales componentes de cualquier programa de semillas forestales. Todo programa de reforestación debe considerar esta etapa fundamental, con el propósito de obtener el material genético a corto plazo mientras los programas de mejoramiento aportan los resultados para establecer sistemas más avanzados y sofisticados, que suministren semillas de mayor calidad y productividad (Jara, 1995).

La garantía que obtiene el usuario de la semilla, al utilizar material de una fuente reconocida, es de gran importancia, puesto que esta ha sido seleccionada previamente mediante comparación con otras fuentes y manejada de tal forma que asegura una mejora sobre el promedio existente a sitios de plantación con condiciones similares (Jara, 1995).

1.3.8.2 Visitas y evaluaciones

En las visitas y las evaluaciones a las áreas de campo se deberán de tener en cuenta los siguientes aspectos (Jara, 1995).

a) Accesibilidad.

La ubicación de las fuentes semilleras cuyo acceso es por carretera en muy mal estado o sin él, juegan un papel importante en tiempo y dinero, supervisión y administración.

Sin embargo, la exploración no se debe limitar a sitios cercanos al banco de semillas o estaciones de investigaciones, sino que debe cubrir las áreas que permitan suplir los requerimientos de semillas, tal vez dejando a un lado aquellas fuentes sin acceso (Jara, 1995).

b) Estado general de la fuente semillera.

De acuerdo a Jara (1995), estos procesos se deberán de tener en cuenta los aspectos como:

- Presentar características adecuadas o en su defecto no deben haber sido sometidos a intenso aprovechamiento selectivo.
- Libres de plagas y enfermedades.
- Ubicados a sitios de moderada a alta fertilidad.
- Demostrar la capacidad para producir semillas.
- No muy viejos o degradados.

La alta variabilidad de los individuos entre y dentro de áreas seleccionadas, en aspectos relacionados con la alta calidad de árboles, sugiere un buen potencial de mejoramiento genético de estas especies a través de la selección (Marín, 1994).

1.3.8.3 Clasificación de los árboles

Se presenta un modelo de clasificación de los árboles en el cual se indica parámetros en cuanto a forma, altura y dominancia.

Cuadro 4: Modelo de clasificación de árboles

PARAMETRO	CLASIFICACION	PUNTAJE
Forma	➤ Recto	6
	➤ Ligeramente torcido	4
	➤ Torcido	2
	➤ Muy torcido	1

Altura de bifurcación	➤ No bifurcado	6
	➤ Bifurcado en el 1/3 superior	4
	➤ Bifurcado en el 1/3 medio	2
	➤ Bifurcado en el 1/3 inferior	1
Dominancia del eje principal	➤ Dominancia completa	2
	➤ Dominancia parcial	1
	➤ Dominancia completa de las ramas laterales	0

Fuente: Modificado de **Salazar y Boshier (1992)**.

Es posible combinar los rasgos anteriores para describir tres categorías de árboles, adaptado de **Salazar y Boshier (1992)**, lo que se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro 5: Categoría de árboles tipo

PUNTAJE	CARACTERISTICAS	CLASE
Excelente 14	Se conservan como árboles semilleros	1
Buena 10-12	Se puede conservar como árboles semilleros, cuando no hay suficientes en la categoría anterior	2
Regular 9	Se eliminan del rodal	3
Mala 8	Se eliminan del rodal	3
Muy mala <7	Se eliminan del rodal	3

Fuente: Modificado de **Salazar y Boshier (1992)**.

La selección de rodales es una de las etapas más críticas y problemáticas del proceso de establecimiento de fuentes semilleras.

La selección se hace tomando en cuenta la calidad fenotípica de los individuos (Salazar y Boshier, 1992).

Esta labor de evaluación se realiza en las fuentes identificadas con mayor posibilidad de ser seleccionadas, es decir, aquellas que aparentemente muestran mayor cantidad de árboles ideales o de buena calidad, en función de sus usos potenciales. Para obtener una evaluación objetiva (Salazar y Boshier, 1992).

1.3.9 Recolección de frutos o semillas del suelo del bosque

Caída natural

En el caso de varios géneros que poseen frutos de gran tamaño es habitual recolectar del suelo del bosque los frutos una vez que éstos han caído de manera natural y se han abierto. Es un procedimiento barato y no exige una mano de obra tan calificada como por ejemplo cuando hay que trepar al árbol; en esta tarea puede utilizarse a escolares o mano de obra esporádica. El tamaño del fruto es muy importante, pues cuanto mayor sea tanto más fácil será verlo y recogerlo a mano.

Los principales inconvenientes que presenta la recolección del fruto después de su caída natural son los riesgos de recoger semillas inmaduras, vacías o inviables, de deterioro de la semilla o de germinación prematura cuando la recolección se retrasa, y de falta de certeza a la hora de identificar los árboles padres de los que se recoge la semilla. Los primeros frutos que caen de una manera natural en la estación suelen tener semillas de escasa calidad (FAO, 1991).

Si se programa cuidadosamente, mediante esta operación se eliminará también gran parte del riesgo de recolectar semillas vacías o inviables. Los frutos viables deben recogerse lo antes posible una vez caídos, para evitar los daños o pérdidas debidas a insectos, roedores u hongos y la germinación prematura. Esto es especialmente importante en el bosque tropical húmedo.

Cuando los frutos se recolectan del suelo es frecuente que surjan dudas sobre la identidad del árbol padre. Los árboles aislados no presentan problema alguno a este respecto (aunque es posible que sean padres no convenientes debido al riesgo de autofecundación), pero en los monocultivos densos, en los que las copas se entrelazan, los frutos pueden mezclarse mucho. Esto no tiene importancia cuando se recolectan cantidades comerciales de semilla, siempre que la calidad genética del rodal corresponda al promedio o más. Cuando la recolección se efectúa con fines de investigación o mejora genética, sin embargo, suele ser necesario mantener la identidad del árbol padre de cada lote de semilla. En esos casos es aconsejable retirar del suelo los frutos ya caídos y acelerar la

caída de nuevos frutos sacudiendo, golpeando o cortando las ramas, o trepando al árbol y recogiendo los frutos en la copa (FAO, 1991).

Una solución de transacción, adecuada para recolecciones comerciales en rodales no mejorados que contienen una mezcla de árboles fenotípicos buenos y malos, consiste en recoger solamente los frutos que están debajo de los mejores porta granos y dentro de un radio que equivale a la mitad del radio de proyección de sus copas (FAO, 1991).

1.3.10 Características, partes de una semilla y tipos de semillas

1.3.10.1 Semillas

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. En la naturaleza la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos.

Las semillas son óvulos maduros de los cuales, de darse las condiciones oportunas, nacerán nuevas plantas (Jara, 1996).

1.3.10.2 Partes de una semilla

a) El embrión

Es una plántula en estado embrionario. Cuando las condiciones son favorables (adecuada humedad, calor y oxígeno) se desarrolla dando lugar a una nueva planta. Contiene las siguientes partes:

1. La radícula.

Es la parte del embrión que emerge primero. Una vez fuera se convierte en una auténtica raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias.

2. La plúmula.

Es una yema que se encuentra al lado opuesto de la radícula.

3. El hipocolito.

Es el espacio entre la radícula y la plúmula y se divide a su vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula y el eje epicotíleo, situado por encima de los cotiledones. Se convierte en un tallo.

4. Cotiledones.

Estos adquieren la función de primeras hojas o de reserva alimenticia, (hojas cotiledonales) a veces ambas cosas a la vez.

De acuerdo al número de cotiledones, se clasifican en monocotiledóneas (con un solo cotiledón) o dicotiledóneas (con dos cotiledones). En el primer grupo encontramos plantas tan importantes como los cereales, palmeras, lirios, tulipanes y orquídeas. Los miembros del segundo grupo son más numerosos y comprenden la mayoría de las angiospermas.

b) Endospermo o albumen.

Es la reserva alimentaria en la semilla en las monocotiledóneas está constituida por almidón, conformado casi la totalidad de la semilla. A veces esta reserva se encuentra incluida en los cotiledones, como ocurre siempre en el caso de las dicotiledóneas.

c) Epispermo.

Es la cubierta exterior, formada por la testa y, en el caso de las angiospermas, con una cubierta suplementaria por debajo de esta, llamada tegmen. La testa a veces es delgada, como ocurre en las semillas protegidas por el endocarpio leñoso, pero a veces, cuando falta esta protección, la testa actúa de defensa contra el mundo exterior además de evitar la pérdida de agua de la semilla. Sobre esta superficie, podemos ver el micrópilo que es como un pequeño poro, a través del cual se había producido la entrada del tubo polínico en el ovulo y por donde se dirige la radícula en la germinación.

1.3.10.3 Tipos de semillas

a) Semillas ortodoxas de cubierta dura

Muchas de las especies, si no todas, que se han comprobado que mantienen la viabilidad de sus semillas durante decenios tienen la cubierta seminal dura. Figuran entre ellas diversas especies de leguminosas tropicales. Como ejemplo de especies en las que al menos algunas semillas mantuvieron la viabilidad tras largos periodos de almacenamiento en herbarios (King y Roberts, 1979).

b) Semillas ortodoxas sin cubierta dura.

Pertenecen a este grupo muchas especies de importantes géneros de árboles forestales, como por ejemplo Pinus, Picea o Eucalyptus. Entre las especies ortodoxas que pierden rápidamente su viabilidad a menos que reciban el tratamiento más adecuado figuran especies de los géneros Populus, Salix y Ulmus, que se presentan principalmente en las zonas templadas, muchas de ellas pierden su viabilidad en unas pocas semanas tal es el caso del genero Cedrelinga (King y Roberts, 1979).

c) Semillas recalcitrantes.

Entre las semillas recalcitrantes figuran algunas de gran tamaño que no pueden soportar sin ser dañadas un grado apreciable de secado; es interesante que las especies recalcitrantes que enumeran King y Roberts (1979), sean, en una aplastante mayoría, especies leñosas. Las especies de zona templada como Quercus y Castanea suelen almacenarse húmedos sólo por periodos cortos durante el invierno.

A diferencia de las especies ortodoxas, en las que la mejor manera de conservar la viabilidad consiste en mantener una tasa de respiración mínima, parece que las semillas de la mayoría de las recalcitrantes necesitan para sobrevivir una respiración activa. Así, se han notificado casos en las que las semillas recalcitrantes han resultado dañadas no sólo por un CH insuficiente y una temperatura demasiado baja, sino también por falta de oxígeno (King y Roberts, 1979).

1.3.11 Manejo de semillas

Conocer el tipo de fruto y semillas, desde un punto de vista botánico, no es suficiente en el desarrollo de una actividad forestal, se precisa, además una visión práctica en la planificación de la producción, tipo de tratamiento a aplicar, entre otros aspectos. Añade que en relación a las semillas se indican tres fuentes donde se las puede obtener: por importación, de bancos locales y auto abastecimiento. Cualquiera que sea la fuente de obtención, se requiere procedimientos técnicos para la recolección y manejo en general (Añazco, 2000).

Se han diseñado normas para la realización de ensayos con semillas que proporcionan información valiosa, a utilizarse en los procesos analíticos que se efectúa como paso previo a la implementación de un programa de plantaciones. Genéticamente hablando existen algunos logros aislados tales como la identificación de árboles fenotípicamente superiores, los establecimientos de ensayos de progenitores, la construcción de parcelas de conservación de germoplasma, la recolección de semillas seleccionadas. No obstante, la falta de un seguimiento continuo provoca solo resultados preliminares

De acuerdo a Añazco (2000), se registran las siguientes etapas y procedimientos establecidos para el manejo adecuado de la recolección de muestras de semillas en campo:

1.3.11.1 Época de recolección

Conocer con precisión la época de cosecha para así evitar recoger frutos y semillas aun no maduros fisiológicamente, atacados por agentes biológicos.

1.3.11.2 Métodos de recolección

Hay varios métodos de recolección. Se puede recolectar del suelo, directamente del árbol y recolección cuando se aprovecha el bosque.

1.3.11.3 Equipos a utilizar

Para cosechar y dependiendo de la altura y el tipo de árbol, se requieren escaleras, espolones, guantes, equipos y cinturones, para recolección se emplean ganchos, podadoras aéreas, redes, canastas, costales, etc.

1.3.11.4 Embalaje de frutos

Añazco (2000), señala que los frutos recolectados deben ser colocados en fundas adecuadas: una por cada árbol. Se acompaña con identificación correspondiente, que contenga básicamente: especie, número o código de árbol, fecha de recolección, datos

climáticos, dendrológicos, y del sitio de recolección y procedencia. Añade que después de recolección, los frutos deben ser trasladados a otro lugar para el secado, extracción de la semilla y posterior almacenamiento.

Los frutos se deben embalar en bolsas o fundas de yute u otro material que permita la aeración, no es aconsejable utilizar fundas de polietileno y durante el embalaje y transporte, conviene controlar la humedad y la temperatura de los frutos, previniendo el sobre calentamiento y la fermentación. El exceso de humedad favorece el desarrollo de hongos, lo que es más crítico en frutos carnosos.

1.3.11.5 Extracción y limpieza de la semilla

Este proceso consiste en separar las semillas de los frutos. Algunas especies requieren que lo hagan inmediatamente después de la recolección, otras necesitan algunas horas de sol o ser simplemente expuestas al aire, y otras no requieren ser extraídas de los frutos hasta cuando estén secos. De preferencia, se debe evitar la exposición de las semillas al sol directo. En todo caso hay que favorecer una activa circulación de aire (Añazco, 2000).

1.3.11.6 Secado

Añazco (2000), menciona que de cada especie tiene su particularidad. Algunas no resisten la exposición total al sol, se secan a media sombra, de otro modo, sino el embrión muere. Otras deben ser secadas bajo sombra, en lugares calurosos o con baja humedad ambiental. Siempre hay que evitar una deshidratación demasiado rápida. Además, menciona que es importante saber conocer cuando las semillas ya están secas, de acuerdo a cada especie y según los requerimientos para su propagación, ya que algunos no deben perder la humedad para germinar.

1.3.11.7 Clasificación y selección

Las semillas se separan de según su tamaño y peso. Se descartan las vainas incompletas o atacadas por insectos. Y se ha observado que existen una relación estrecha entre el tamaño y peso o la densidad de las semillas, con su capacidad germinativa y con el vigor de las plantas obtenidas. Las semillas más grandes y pesadas producen plántulas más vigorosas (Añazco, 2000).

1.3.11.8 Almacenaje

El almacenamiento de este tipo de semillas tiene la finalidad de conservarlas en condiciones apropiadas, para que mantengan su vitalidad y capacidad de germinación durante el periodo comprendido entre su recolección y la siembra, ya para protegerlas contra agentes biológicos o físicos (Añazco, 2000).

Para obtener buenos resultados en el almacenaje de semillas ortodoxas es necesario llevar a un mínimo los procesos de respiración, lo cual se logra disminuyendo la temperatura, la humedad, y de ser posible, limitado el oxígeno en empaques hermético, se debe considerar dos tipos de almacenaje (Añazco, 2000).

a) Almacenaje húmedo.

Las semillas se mantienen. Humedad y a temperatura ambiente. Se utiliza este método especialmente con semillas que no soportan el almacenaje seco recalcitrante. Se puede usar mezclas con tierra floja húmeda, arena musgo húmedo, o incluso con agua corriente.

Generalmente son semillas de viabilidad corta, que no toleran la baja temperatura, y no se pueden reducir en ellas el contenido de humedad, son semillas que es muy difícil mantener por mucho tiempo su capacidad germinativa.

b) Almacenaje seco.

Este es utilizado con semillas ortodoxas. Se las mantiene en condiciones ambientales secas. Los métodos más utilizados prescriben condiciones de baja temperatura 0 a 4°C y contenido de humedad bajo de la semilla, de 4 a 8%, y almacenamiento en recipientes o cajones herméticamente cerrados y aislados de la luz.

Las semillas embaladas se encuentran en condiciones de seguir los canales de comercialización, o de ser almacenadas hasta el momento propicio para la comercialización. El área de almacenamiento debe ser amplia para posibilitar una buena separación entre los lotes de semillas y prestar condiciones físicas y ambientales para su buena conservación (Moreira y Nakagawa, 1988).

1.3.12 Calidad de la semilla

La calidad de un producto puede definirse como la totalidad de propiedades y características de un producto o servicio que afectan su capacidad de satisfacer una necesidad dada (García, 2007).

Desde este punto de vista, las semillas forestales y ornamentales corresponden a un producto que permite la producción de árboles y arbustos, forestación y/o reforestación y la diversificación de especies, entre otros aspectos de la actividad forestal.

En este caso, atributos como la especie, la procedencia y el año de colecta pueden conocerse antes de comprar semillas. Después están los atributos de experiencias, o sea, características que son conocidas una vez consumido el producto; como el porcentaje de germinación, el porcentaje de pureza o el número de semillas por kilogramo. Y, finalmente, los atributos de confianza, características desconocidas hasta entonces, que generalmente presentan costos más altos; por ejemplo, semillas certificadas de la mejor categoría que existe en el mercado (Osechas-Berríos, 2007).

Se entiende por calidad de semillas a la valoración de los distintos atributos (fisiológicos, anatómicos, sanitarios) medidos a través de ensayos de laboratorio; los dos factores más importantes en cuanto a la calidad de la semilla son su facultad germinativa y su pureza, exigiéndose ambos corrientemente como elementos de ensayos de la semilla en los certificados de calidad (Rodríguez, 2008).

Rodríguez (2008), define la calidad de las semillas en función de tres grupos de características, genéticas, fisiológicas y sanitarias.

1.3.12.1 Importancia de la calidad de la semilla

La calidad de las semillas se refiere al grado de pureza de una muestra y a la viabilidad de las mismas. La pureza indica la cantidad de semilla pura que hay en una muestra (una semilla pura es una espiguilla con cariósido). La viabilidad muestra si la semilla está viva. La calidad de las semillas en plantas o arboles tropicales está sujeta a numerosas variables que pueden afectar desde el porcentaje de germinación hasta la presencia de enfermedades producidas por hongos y bacterias (Osechas-Berríos, 2007).

La calidad de la semilla representa un factor indiscutible en el establecimiento de las plantaciones (Benítez, 1975). para evaluar la calidad de la semilla, se determina la pureza física, germinación y latencia. Existen diversos factores que determinan la calidad de la semilla. Estos son: la contaminación en el campo con el polen de variedades afines, las condiciones bióticas durante la pre cosecha,

la forma de cosecha, el secado de las semillas, la forma de efectuar el acondicionamiento, las condiciones del almacenamiento, la edad de la semilla, la uniformidad del lote de las semillas y selección del suelo para siembra (Delouche, 1971).

a) Calidad física.

La pureza física es una característica que refleja la composición física de un lote de semillas. Este análisis permite determinar la cantidad de semillas pura, semillas de otras especies y materiales inertes, generalmente presentes en una muestra (Guiot, 2001).

Para alcanzar un buen establecimiento en campo, es determinante que la semilla presente el más alto nivel de pureza y de germinación. El análisis de pureza se realiza para determinar distintos componentes que contribuyen una determinada muestra y por consiguiente distintos componentes que contribuyen una determinada muestra y, por consiguiente, el análisis de pureza refleja la composición física de un lote de semilla. La pureza física refleja no solo el grado de limpieza del cultivo, sino también el grado de eficiencia del procesamiento (Carámbula, 1981; Iglesias, Hernanz, Soblechero, Altisent, y Jiménez, 2005).

b) Calidad fisiológica.

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que la germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa.

La calidad fisiológica depende de múltiples factores, tales como el retraso en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables, deficiencias en el desarrollo de las plantaciones, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento y el almacenamiento bajo condiciones desfavorables (Quirós y Carrillo, 2009).

c) Calidad genética.

En todo sistema de producción, se debe considerar el material genético que ofrezca la mejor respuesta productiva. Se ha indicado que una semilla de buena calidad por sí misma no garantiza un comportamiento satisfactorio en el campo, si no tiene a su vez el componente genético adecuado para responder ante determinada condición. La situación inversa también se cumple cuando una variedad con determinado potencial genético, no logrará expresarse a plenitud si la semilla que contiene la información genética de esa variedad, no reúne ciertas condiciones mínimas de calidad (Quirós y Carrillo, 2009).

El valor genético de una semilla estará determinado por su productividad, adaptabilidad, resistencia y calidad. Por tanto, el valor genético es el cumulo de información determinada por el genotipo de una variedad que define la resistencia o tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, habito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial, entre otras.

d) Calidad sanitaria.

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de patógenos de origen viral, bacterial o fungoso e inclusive de nematodos, que afectan la germinación, y consecuentemente, la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausente (Quirós y Carrillo, 2009).

1.3.12.2 Parámetros que definen la calidad

Poder germinativa

Expresa la capacidad de la semilla de producir plántulas normales en condiciones favorables (las mejores condiciones de temperatura y humedad).

Vigor

Es la capacidad de la semilla de producir plántulas que emergen en forma rápida y uniforme en una amplia gama de condiciones. Las condiciones utilizadas habitualmente son saturación y temperaturas bajas y alta humedad con temperaturas altas (envejecimiento acelerado).

Pureza física – botánica

Está determinada por la presencia de materia inerte, semillas extrañas, semillas dañadas.

Sanidad

Determina el porcentaje de semillas infectadas por microorganismos, principalmente fúngicos.

Deterioro de las semillas

La semilla puede comenzar a deteriorarse antes y/o después de la cosecha. El daño antes de la cosecha dependerá básicamente del genotipo, de lesiones causadas por insectos y de los parámetros climáticos (lluvias y temperaturas) desde estados reproductivos tempranos hasta la cosecha.

1.3.12.3 Factores que afectan la calidad de la semilla

Edad de la semilla

Se ha señalado que la calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que estas permanecen almacenadas. El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas normales, y finalmente la muerte de las semillas (Ferguson y van de Venter, 1995).

Tamaño de la semilla

La expresión de la calidad fisiológica de las semillas de diversas especies depende fundamentalmente de su tamaño. Se ha observado que el desarrollo inicial está gobernado por la cantidad de reservas, tamaño del embrión, cantidad de proteínas y eficiencia de los sistemas enzimáticos que le confieren mayor velocidad de crecimiento (González-Hernández, 1994).

Se observa que en semillas de mayor tamaño producen raíces más grandes, en comparación con las semillas pequeñas, o bien, que las plantas provenientes de semillas grandes, son más vigorosas que las plántulas provenientes de semillas pequeñas dentro de la misma variedad, y también que al incrementarse el tamaño de una semilla se mejora la germinación y por tanto la emergencia (Perry, 1978).

Condiciones de almacenamiento

Existe escasa información sobre el comportamiento de las semillas durante su almacenamiento. Por lo general, es común almacenar las semillas al medio ambiente. Al respecto, ciertas especies tropicales pueden mantener la viabilidad durante largo tiempo en condiciones de almacenamiento al medio ambiente, mientras que otras especies sufren un deterioro rápido, necesitando de condiciones controladas de temperatura y humedad relativa.

Las condiciones de almacenamiento que permiten la viabilidad de las semillas, son aquellas que reducen la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión. Contrariamente, la viabilidad de las semillas se ve afectada principalmente por el contenido de humedad de la semilla, la temperatura y las condiciones ambientales de almacenamiento. Se ha señalado que la temperatura de almacenamiento y la humedad relativa del ambiente son los factores más importantes que afectan el mantenimiento de la calidad de la semilla. En general, la viabilidad y el vigor de la semilla se reducen cuando la temperatura y el contenido de humedad de la semilla se incrementan (Cordero y Oliveros, 1983). Al disminuir la temperatura de almacenamiento, la longevidad se incrementa de manera proporcional, prolongando la vida de la semilla.

La humedad relativa del ambiente y el contenido de humedad de la semilla alcanzan diferentes equilibrios durante el periodo de almacenamiento y, por consiguiente, a mayor contenido de humedad, los procesos de deterioro se pueden incrementar (Cordero y Oliveros, 1983). Por tanto, los ambientes que favorecen un mayor tiempo de almacenamiento son aquellos que mantienen baja la humedad relativa, pues permiten que las semillas alcancen un

equilibrio higroscópico con un contenido menor de humedad, ya que contenidos bajos de humedad determinan una actividad metabólica menor y por tanto un mayor potencial de almacenamiento (Rivero, Herrera, y Moreno, 2000).

1.3.13 Análisis de calidad de las semillas

La producción moderna de semillas ha alcanzado un estatus del que se conocen detalladamente una serie de aspectos relacionados con la calidad de producto final a obtener. Estos conocimientos están orientados hacia la comprensión de los procesos biológicos determinantes de la calidad de los lotes de semillas desde el mismo momento de su generación en condiciones de campo (Espinoza, 2011).

Aspectos relativos a la formación de las semillas, nutrición, estado sanitario, y condiciones ambientales favorables para una alta condición fisiológica son elementos que no deben escapar a la consideración de la etapa de control de calidad. En este sentido el proceso de control de calidad no debe construir un eslabón aislado dentro del proceso de producción de semillas, sino que necesariamente deberá complementarlo y tendrá un valor incalculable cuando se pretenda poner en funcionamiento un sistema de calidad (Espinoza, 2011).

El análisis de semillas, en términos generales, permite obtener información básica para conocer la calidad de un lote de semillas. Este análisis es útil, además, para evaluar futuros métodos de recolección, control de enfermedades y plagas, manejo adecuado para el almacenamiento, tratamientos pre germinativos y siembra. De este modo es considerado una muy buena herramienta, que permite optimizar los procesos de la manipulación de semillas y disminuir las pérdidas en la producción de plantas (Espinoza, 2011).

1.3.13.1 Diagnóstico de calidad

Cada una de las pruebas mencionadas no alcanzan por si sola para hacer una estimación completa de la calidad del lote de semillas. El diagnóstico completo de calidad puede alcanzarse no obstante a partir de la combinación de aquellas pruebas que se consideren más aptas para definir calidad sobre la base de aquellos atributos de interés que posee el lote.

Los análisis de sanidad de semillas, bajo las técnicas de observación en seco de las semillas, observación del residuo de lavado de semillas, incubaciones con el método de papel filtro (Blotter Test) y de agar (Agar Test) ayudan a completar la información sobre la calidad y conforman un verdadero diagnóstico completo de la calidad del lote (Espinoza, 2011).

1.3.13.2 Análisis de vigor de las semillas

El objetivo de los ensayos de vigor de semillas es proveer información acerca del valor de implantación en un amplio rango de condiciones de ambiente y/o de potencial de almacenamiento.

Las pruebas de vigor proporcionan una información adicional a la brindada por la Prueba de germinación estándar.

El concepto de vigor de semillas es importante comprender a que nos referimos cuando hablamos de vigor de las semillas. Algunos lotes de semillas con elevados valores de germinación han mostrado diferencias sustanciales en la emergencia de campo cuando se sembraron en igual fecha, condiciones y tipo de suelo.

Se debe desde hace tiempo, que las pruebas de germinación con base en el comportamiento de la semilla bajo condiciones óptimas de laboratorio, no es necesariamente un buen indicador de su comportamiento en el campo bajo condiciones menos ideales o adversas. Esto ha creado la demanda por pruebas de vigor que reflejan más exactamente el valor de un lote de semilla para su siembra en el campo (Espinoza, 2011).

1.3.13.3 Pruebas de vigor

El vigor de un lote de semillas se define como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior germinación de las plántulas. Las semillas con buen comportamiento se consideran semillas de alto vigor (Espinoza, 2011).

El vigor de un lote de semillas es el resultado de la interacción de toda una serie de características de las semillas:

- Constitución genética.
- Condiciones ambientales y nutricionales a que ha estado sometida la planta madre durante el periodo de formación.
- Grado de madurez.
- Tamaño, peso y densidad.
- Grado de deterioro y envejecimiento.

➤ Contaminación por organismos patógenos.

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.

Entre los ensayos de vigor utilizados más frecuentemente se pueden describir los siguientes:

a) Ensayo de crecimiento y evaluación de plántulas.

En este tipo de ensayo se mide la longitud de diversas partes de la plántula al cabo de un determinado periodo de desarrollo. Por ello son especialmente apropiadas en especies cuyas plántulas tienen un vástago recto y estrecho, trigo (*Triticum* spp.), cebada (*Hordeum* spp.), maíz (*Zea mays*).

En el caso que las mediciones sean complejas de realizar por las características de la plántula, la evaluación se centra en su aspecto. Como al por ejemplo de presentar un vástago bien desarrollado, de color verde oscuro.

b) Ensayo de frío.

En este ensayo, se utilizan principalmente en maíz (*Zea mays*), y en él se evalúa el vigor, indirectamente, a través del efecto que tiene el tratamiento de los granos con bajas temperaturas, sobre el posterior crecimiento y desarrollo de las plántulas. Para ello se mantienen los granos de maíz durante 7 días en oscuridad, a 10°C y un 95% de humedad relativa, incubándose, a continuación, con iluminación y a 25°C. Las plántulas que se obtienen se evalúan cuando hayan desarrollado dos o tres hojas y la raíz mide unos 20 cm.

c) Ensayo de conductividad eléctrica.

Este ensayo se basa en que el deterioro de las semillas y su pérdida de vigor está asociado a alteraciones de las membranas celulares, que implican un incremento de la salida de compuestos solubles (lixiviados) desde las semillas.

Aunque para la realización de este ensayo existen protocolos, se recomienda sumergir las semillas durante 24 horas en agua desionizada a 20 a 25°C y a continuación, decantar el agua y medir su conductividad eléctrica. Una mayor conductividad indica una mayor presencia de iones (lixiviados), lo que se puede correlacionar con una menor emergencia de plántulas.

d) Ensayo de envejecimiento acelerado.

El envejecimiento acelerado de las semillas se logra sometiéndolas a condiciones en las que se produce un deterioro muy rápido: temperaturas elevadas (40 a 45°C) durante periodos variables según la especie (48 a 72 horas) y alta humedad ambiental.

Tras el tratamiento, se evalúa la capacidad germinativa de las semillas, considerando más vigorosos aquellos lotes que son capaces de producir un mayor número de plántulas normales.

e) Prueba Topográfica por Tetrazolio.

Esta prueba se fundamenta en una reacción bioquímica de coloración mediante la cual los tejidos vivos se tiñen de color rojo y los tejidos muertos permanecen sin tinción. Se puede realizar un diagnóstico acerca de la naturaleza de los daños que existen en la semilla y a la vez se puede establecer su nivel de viabilidad y vigor. Es una metodología rápida que se practica en numerosos laboratorios en el mundo.

Los resultados de las pruebas de vigor se pueden utilizar para:

- Manejo racional de las reservas de semillas.
- Predicción de la capacidad potencial de almacenamiento.
- Detección de problemas en la producción de semillas.
- Rechazo de lotes de semillas por bajo vigor.

f) Flotación en un líquido.

La limpieza por flotación se basa en el principio de que la semilla de una determinada especie tiene una densidad

específica, tanto si es semilla llena como si es vacía (Ffolliot y Thames, 1983).

- i. **El método de la densidad**, en el que se emplean líquidos con una densidad o peso específico que está situada entre la de la semilla llena y la de la semilla vacía. El peso específico de los líquidos que se emplean suele ser inferior a 1,0 de manera que se hundan las semillas llenas y floten las semillas vacías y los residuos ligeros.
- ii. **El método de absorción**, en el que se utiliza agua y, aunque al principio flotan tanto las semillas llenas como las vacías, transcurrido un determinado periodo de tiempo las semillas llenas absorben agua, se hacen más pesadas y se hunden. El tiempo de remojo varía desde unos minutos hasta varias horas. Este método es útil cuando entre los pesos específicos de las semillas llenas y las vacías existe una diferencia muy pequeña. Una vez separadas, es preciso volver a secar las semillas.

$$\text{Viabilidad (\%)} = \frac{\text{Número de semillas viables}}{\text{Cantidad total de semillas}} \times 100$$

Mediante los métodos de flotación se pueden separar de las semillas llenas maduras aquellas otras que están atacadas por insectos, dañadas mecánicamente o inmaduras.

1.3.13.4 Análisis de Pureza

La pureza es una indicación de que tan limpio está el lote de semillas. La información sobre la composición real del lote de semillas es importante; el análisis de pureza sirve para determinar si es necesario hacer una limpieza adicional. Durante el análisis de pureza, cada fracción de semilla pura de la muestra de trabajo se separa de la materia inerte y de otras semillas (Rao, Hanson, Dulloo, y Ghosh, 2007).

- Con una balanza electrónica se pesa una muestra de trabajo de un determinado peso (por ejemplo 250 g) del total del lote de semillas, escogida al azar.
- Se dispersan las muestras sobre la mesa y se separan manualmente, con pinzas, todas las semillas puras, o se retiran las impurezas con una corriente de aire, seleccionando

o dejando que las semillas rueden por una superficie inclinada.

- Se pesa la fracción de semilla pura y exprese la pureza como el porcentaje de peso de semilla pura sobre el peso total de muestra de trabajo, como se indica a continuación.

El análisis de pureza determina las características físicas de una muestra representativa de semillas de acuerdo con conceptos y definiciones aceptados internacionalmente, fijados por la Asociación Internacional para análisis de semillas (ISTA, 2003).

Tiene como objetivo determinar la composición de las semillas y cuantificar las clases de semillas contenidas en un lote de semillas. Se consideran semillas puras, semillas de otras especies y materia inerte (ISTA, 2003).

Se pesa la muestra de trabajo, que contiene todas las impurezas y después se aparta y pesa por separado la semilla pura (ISTA, 2003).

Las reglas de (ISTA, 2003), prescriben que el pesado se efectúe en gramos con el mínimo de decimales que sea necesario para calcular el porcentaje de sus componentes con un decimal.

El porcentaje de semillas puras se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{Peso de semilla pura}}{\text{peso total de la muestra original}} \times 100$$

1.3.13.5 Análisis de Humedad

El contenido de humedad de las semillas (CHS) es la cantidad de agua que hay en una semilla. El agua está presente tanto en forma libre como combinada con los compuestos químicos de las células, como carbohidratos y las proteínas (Rao, Hanson, Dulloo, y Ghosh, 2007).

El CHS se expresa en términos del peso del agua contenida en una semilla como porcentaje del peso total de la semilla antes del secado, conocido como peso húmedo o como base de peso fresco (pf) (ISTA, 2005).

$$\text{CH (\% pf)} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso fresco}} \times 100$$

El contenido de humedad también se puede expresar con la base en el peso seco (ps), es decir, la pérdida de peso como porcentaje del peso seco de las semillas.

$$\text{CHS (\% ps)} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

Importancia de determinar el contenido de humedad de las semillas

El contenido de humedad es el factor más importante para determinar la velocidad a la cual las semillas se deterioran, y tiene un impacto considerable en la longevidad de las semillas en almacenamiento, incluso pequeños cambios en el contenido de humedad tienen un gran efecto en la vida en almacenamiento (Rao, Hanson, Dulloo, y Ghosh, 2007).

El objetivo es determinar la cantidad de agua contenida en la semilla. El contenido de humedad es uno de los factores más importantes en la conservación de su viabilidad durante el almacenamiento (Poulsen y Stubsgaard, 2000).

El tamaño de la muestra remitida para determinar dicho contenido es variable dependiendo de la especie, pero debería recibirse en un recipiente herméticamente cerrado, del cual se ha eliminado la mayor parte posible de aire (Poulsen y Stubsgaard, 2000).

Determinación del contenido de humedad

En base a (ISTA (2005)), el contenido de humedad se puede determinar mediante dos métodos:

- El método de secado en horno
- Los medidores de humedad.

Método de secado en horno

El método más preciso para determinar el contenido de humedad es el de secado en horno, por medio del cual se elimina el agua de las semillas por la acción del calor, en condiciones controladas. Este método destruye las semillas y sólo se debe realizar cuando sea

imprescindible. Se recomienda hacer una determinación precisa con este método después del secado para determinar el contenido de humedad inicial de las semillas almacenadas.

La **ISTA (2005)**, ha reglamentado dos métodos diferentes de secado en horno para determinar el contenido de humedad, con base en la composición química de las semillas:

- El método en horno a temperatura baja constante para semillas oleaginosas; y
- El método en horno a temperatura alta constante para semillas no oleaginosas.

Tamaño de muestra y muestreo

El método de secado en horno es destructivo; considerando que la cantidad de semilla en la mayoría de los bancos de semillas es limitada, se deben emplear pesos de muestra pequeños.

- 1) Dependiendo de la disponibilidad, use dos repeticiones independientes de 0,5-1,0 g de semilla o un mínimo de diez semillas para determinar la humedad.
 - 2) La muestra debe ser representativa de toda la accesión. Asegúrese de que el lote de semillas esté bien mezclado y que la muestra se extraiga de porciones pequeñas en diferentes áreas del lote de semillas.
 - 3) Una vez tomada la muestra, conserve las semillas en recipientes a prueba de humedad hasta que se sometan a la prueba, para evitar cambios en el contenido de humedad.
- a) **Método de temperatura alta constante para semillas no oleaginosas**

El contenido de humedad se determina de la siguiente manera:

- 1) Se seca los recipientes a 130°C durante una hora y déjelos enfriar en el desecador durante otra hora.
- 2) Se rotula y pesa cada recipiente, incluyendo la tapa, y se registra el peso en una hoja de datos que aparece. Para efectos de precisión en el cálculo de la humedad,

el tamaño y el peso de los recipientes deben ser proporcionales al peso de la muestra utilizada.

- 3) Se debe de colocar dos submuestras de 0,5-1,0 g, seleccionadas al azar de cada muestra (secadas previamente y maceradas si es necesario), en dos recipientes aparte, que harán las veces de repeticiones. Se vuelve a poner la tapa, se pesa de nuevo y se registra el peso.
- 4) Se coloca los recipientes sin la tapa en un horno que ha mantenido a 130-133°C.
- 5) Se seca las semillas durante una a cuatro horas, dependiendo de la especie.
- 6) Se vuelva a colocar la tapa en cada recipiente al final del período de secado.
- 7) Se lleva los recipientes a un desecador y déjelos enfriar durante 45 minutos.
- 8) Se registra el peso de los recipientes con las muestras.
- 9) Se calcula el contenido de humedad con base en el peso fresco y expréselo en un porcentaje hasta con un decimal, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{P2 - P3}{P2 - P1} \times 100$$

Donde:

- P1 = peso del recipiente con la tapa.
- P2 = peso del recipiente con la tapa y la muestra antes del secado.
- P3 = peso del recipiente con la tapa y la muestra después del secado.

- 10) Se debe de repetir la prueba si el contenido de humedad entre las dos repeticiones difiere en más de 0,2%.

b) Método de temperatura baja constante para semillas oleaginosas

Para las semillas oleaginosas, se emplea una temperatura más baja durante un período más prolongado de modo que sólo se elimine agua de las semillas. Siga el procedimiento descrito anteriormente, excepto los pasos 4 y 5, que se deben modificar así:

- 1) Se debe de colocar el recipiente sin la tapa en un horno mantenido a $103 \pm 2^\circ\text{C}$.
- 2) Se procede a secar las semillas durante 17 ± 1 horas. El uso de una temperatura más alta y de un período de secado más prolongado del que normalmente se recomienda ocasionará la pérdida de los componentes volátiles y del agua, particularmente en las semillas ricas en aceite, y dará como resultado una sobreestimación del contenido de humedad.

1.3.13.6 Número de semillas por kilogramo

Obtener el número de semillas por kilogramo, nos permite conocer en forma adecuada las cantidades que se requieren, en un peso de semillas, para la siembra de un almacigo o para un programa de plantación.

El peso de la semilla se mide en el componente de semilla pura que se ha separado mediante el ensayo de pureza.

$$\text{N}^\circ \text{ semillas} = \frac{1000 \text{ g} \times 100 \text{ semillas}}{\text{Peso de 100 semillas}}$$

Dentro de una especie determinada, las semillas llenas tienen un peso específico superior y una tasa de germinación más alta que las semillas del mismo tamaño, pero vacías o parcialmente llenas. Las semillas grandes tienen un mayor peso por semilla que las pequeñas del mismo peso específico y, como contienen más reservas nutricias, probablemente germinarán mejor y producirán inicialmente unas plantas más vigorosas.

Por consiguiente, el número de semillas por unidad de peso no es por sí solo un buen indicador del potencial de producción de plantas, y debe complementarse con ensayos de germinación o ensayos de viabilidad indirectos (FAO, 1991).

1.3.13.7 Análisis de germinación

El análisis de germinación tiene como objetivo fundamental conocer la capacidad germinativa de la semilla, sirviendo además para comparar este valor, en porcentaje, de diferentes lotes en una misma especie.

En este análisis se controlan algunas o todas las condiciones externas, tratando de obtener una germinación regular y completa. La muestra proviene de aquella obtenida en el análisis de pureza.

Dado que la semilla es un objeto de transacción comercial, los procedimientos en cada uno de los análisis deben tener normas comunes. Así, los resultados de una muestra deberían ser repetidos, en otros ensayos similares, con tolerancias aceptables. Por tales motivos, los análisis de las semillas forestales en la mayoría de los países del mundo se efectúan de acuerdo a normas internacionales para semillas, otorgadas por ISTA (2005), cuyos lineamientos están formando parte de nuestros procedimientos de trabajo.

El último objetivo de la prueba de germinación es obtener información con relación al valor de la semilla para la siembra y ofrecer resultados que se puedan utilizar para comparar el valor de los lotes diferentes de semillas.

1.3.13.7.1 Limitaciones de la prueba de germinación

Los resultados de una prueba llevada a cabo en una muestra representativa de alta o extremadamente baja calidad ofrecen un estimativo confiable de la emergencia potencial en el campo. Sin embargo, una muestra de un lote de semillas de calidad mediana puede contener un alto porcentaje de semillas débiles que germinarán en el laboratorio bajo condiciones ideales, pero fallarán en el campo. Es en esta área de calidad de la semilla donde las pruebas de vigor pueden ofrecer un beneficio confiable (Maguire, 1962).

1.3.13.7.2 Índice de velocidad de germinación

La prueba de velocidad de germinación propuesta por Maguire (1962), donde se cuenta el número de días que emergieron para establecer un índice, el cual permite obtener mejores estimadores de vigor de las plántulas para ser utilizadas en programas de mejoramiento genético, ya que se ha demostrado que las plántulas con mejor vigor poseen características aceptables de área foliar, peso seco y longitud de raíz.

Una escala donde el índice superior a tres (3) caracterizaba un vigor de intermedio a alto; sugirió que los usos de esta escala para la clasificación del vigor pueden ser útil dentro de un esquema para seleccionar líneas con alto y medio vigor, debido que presentaron correlación positiva con variables como porcentaje de germinación y emergencia, así como el peso seco de la plántula (Cetina, González, y Vargas, 1999).

1.3.13.7.3 Porcentaje de germinación

El conteo ocurre usualmente una vez por semana, pero para semillas de rápida germinación, se puede hacer dos veces por semana. La duración de la prueba depende de la especie, pero usualmente es de 3 - 4 semanas. Las diversas categorías de semillas contadas se sacan durante la prueba (ISTA, 1993).

1.3.14 Características del crecimiento de la planta

El crecimiento de las plantas está determinado por la actividad de células meristemáticas que se encuentran en los ápices de tallos y raíces, son los meristemas apicales y los meristemas laterales que están formados por: el cámbium vascular y el cámbium del corcho o felógeno. Los tejidos meristemáticos proveen una forma de adaptación dependiendo de las condiciones ambientales, al mantener un reservorio de células no diferenciadas, con características embrionarias, lo que le da una gran plasticidad al desarrollo de las plantas. Las células vegetales muestran toti potencia, que es la capacidad que tiene una sola célula de regenerar un organismo completo (Bidwell, Cano, y Garcidueñas, 2002).

1.3.15 Calidad de planta

De acuerdo a Cetina, Gonzáles, y Vargas (1999), la calidad de planta tiene relación con aspectos fisiológicos y morfológicos que le permiten sobrevivir y adaptarse a las condiciones ambientales en el sitio definitivo.

Para **Rodríguez (2008)**, la planta de calidad es aquella que posee ciertas propiedades morfológicas y fisiológicas que le permiten establecerse, crecer y desarrollarse vigorosamente en el sitio de plantación.

De acuerdo a lo ya mencionado se puede decir que la calidad de las plantas forestales es uno de los factores más importantes que condicionan el éxito de la plantación, sin embargo, esta importancia solo ha sido reconocida recientemente.

1.3.15.1 Factores de calidad de la planta

Criterios morfológicos

Algunos de los aspectos morfológicos que pueden ser relacionados con la supervivencia y crecimiento después de establecida la plantación y de las variables más empleadas son la forma de la planta, altura total, diámetro del tallo a nivel del cuello, entre otras **(Rodríguez, 2008)**.

a) Altura de la planta

Una variable que aporta información muy valiosa y es fácil de medir, es la altura. Se ha determinado que existe correlación entre la altura al momento de plantación y supervivencia y el crecimiento uno o más años después en varias especies.

b) Diámetro del tallo a nivel del cuello

Se considera que el diámetro es un mejor indicador de calidad de planta que la altura. Generalmente se considera el diámetro ligeramente por encima del cuello de la raíz.

En muchas investigaciones se han encontrado que, a mayor diámetro a la altura del cuello, mayor supervivencia en el sitio de plantación, en el caso de árboles producidos en contenedor, se requiere de un diámetro igual o mayor a 0,44 cm, aunque no en todos los ambientes las plantas de mayor diámetro tienen la mayor supervivencia.

El diámetro define la robustez del tallo y se asocia con el vigor de las plantas; así mismo, es indicador de la resistencia mecánica y de la capacidad que tiene para tolerar temperaturas extremas en la superficie del suelo. Plantas con diámetro mayor a 5 mm soportan daños causados por

animales e insectos y están mejor aisladas del calor en comparación con las de diámetro menor.

c) Lignina

La lignina es una macromolécula fenólica compleja, después de la celulosa, es la sustancia más abundante en las plantas, polímero altamente ramificado de los grupos fenilpropanoides (Taiz y Zeiger, 2002).

Es un componente foliar que se asocia ampliamente con la calidad de la planta, entre mayor sea el contenido de lignina, su tejido estará mejor reforzado y tendrá mayor resistencia a daños físicos, así como al ataque de microorganismos al limitar la penetración de enzimas destructivas en la pared celular (Vicente, Rutilio, Olga, y Gustavo, 2007).

d) Lignificación o endurecimiento del tallo

La lignificación es el proceso por el cual el tallo se vuelve leñoso, característica que proporciona a la planta mayor resistencia a las condiciones climáticas y los daños físicos. La lignificación se caracteriza por un cambio de coloración del tallo, de verde a café claro. Se recomienda llevar las plantas al campo una vez que el primer tercio del tallo, a partir del cuello de la raíz, esté lignificado. Las plantas con tallos suculentos necesitan más tiempo para adaptarse al sitio de plantación y son susceptibles a la deshidratación y al ataque de plagas y enfermedades (Taiz y Zeiger, 2002).

e) Forma de la parte aérea

Las características de forma que denotan baja calidad son escasez de follaje, presencia de daños mecánicos, torceduras, presencia de follaje amarillento, pequeñez, tamaño muy grande, y deformaciones relacionadas con deficiencias nutrimentales (Rodríguez, 2008).

f) Sistema radicular

Las plantas deben presentar un buen sistema radicular, con abundantes raíces fibrosas y finas, que le proporcionen una adaptación rápida y mayores posibilidades de exploración de superficie para absorber nutrientes y agua; el cepellón debe estar bien conformado y no desmoronarse o partirse al sacarlo del contenedor. Generalmente en el sistema de

producción en contenedores no se presentan malformaciones de raíces, pero es importante que se descarten las plantas que presenten similitud a la “cola de cochino” que se caracteriza por el enroscamiento de las raíces (Rodríguez, 2008).

Algunas plantas, por sus características genéticas, desarrollan una raíz principal y varias raíces secundarias, aunque existen otras que no es tan fácil de identificar la raíz principal o simplemente están ausentes.

El tamaño del sistema radicular tiene relación con el área subterránea en que pueden aferrarse las plantas para el suministro de agua y nutrientes, y como base de sostenimiento para soportar las corrientes de aire, de ahí que la superficie que abarcan sus raíces se correlaciona positivamente con la sobrevivencia, es decir, a mayor área radicular mayor posibilidad de adaptarse al entorno ambiental y viceversa, aunque también influye la forma de sus raíces (Bidwell, Cano, y Garcidueñas, 2002).

g) Forma de la raíz

Equivale a la suma de las longitudes de todas las raíces con un diámetro mayor a 2 mm; otros aspectos para medir la calidad son el número de raíces mayores a 3 mm en diámetro, así como la fibrosidad, la morfología de la raíz principal, el desarrollo de las micorrizas, el suelo que se mantiene adherido a las raíces, daños a la raíz, biomasa, volumen o longitud (Rodríguez, 2008).

h) Biomasa

La biomasa es la cantidad o volumen de materia seca presente en una planta; ésta puede ser aérea, subterránea o total; incluyendo en el primer caso las hojas, flores, frutos, puntas, ramas, y tronco; y en el segundo se incluye la raíz principal, raíces secundarias, y demás raíces existentes. La biomasa ha sido correlacionada con la supervivencia y crecimiento posterior de muchas especies, por diversos investigadores (Rodríguez, 2008).

A mayor cantidad de biomasa presente (considerando plantas con dimensiones similares), la probabilidad de sobrevivencia es mayor debido a la alta concentración de materia seca, aunque, también influye la concentración de la

materia orgánica en la parte aérea y subterránea, debido a que no siempre está distribuido en cantidades similares (Rodríguez, 2008).

1.3.15.2 Otros factores que influyen en el crecimiento de la planta

Algunos de los factores externos que influyen en las plantas producidas están relacionados con los cuidados que se tienen en la siembra y trasplante, riego y fertilización, el tipo de sombreado empleado, el control de plagas y enfermedades, y los cuidados que puedan darse a la planta, para un desarrollo óptimo (Prieto, Sigala, y RE, 2009).

a) Siembra y trasplante

Los contenedores están diseñados para la siembra directa, actividad que consiste en humedecer el sustrato y colocar de una a dos semillas por cavidad a una profundidad no mayor a la de su tamaño tomando en cuenta la posición de la semilla en las especies que así lo requieran (Rodríguez, 2008).

b) Riego y fertilización

El agua es el elemento esencial para la producción de plantas en el vivero y de sus características depende el buen funcionamiento del equipo y en general, una buena producción. La calidad del agua es un factor relevante en el manejo del riego y aplicación de fertilizantes, y básicamente se determina por su aportación de nutrientes, su efecto sobre el pH del sustrato, su contenido de elementos tóxicos para las plantas y el desarrollo de microorganismos patógenos (Prieto, Sigala, y RE, 2009).

c) Sombreado

El sombreado es para proteger a las plántulas de los rayos solares, las heladas, granizo o lluvias durante su permanencia en el vivero, empleando para ello malla sombra, aunque en algunas comunidades forestales se apoyan de materiales locales (hojas de palma, ramas secas, carrizo). Comercialmente la malla sombra con diferentes porcentajes de protección es empleado.

En la producción de plantas en contenedor se recomienda utilizar la malla sombra por un periodo de 15 a 25 días, desde

la siembra hasta después del trasplante, dependiendo de la especie (Prieto, Sigala, y RE, 2009; Rodríguez, 2008).

1.3.16 Índice de calidad de la planta

De acuerdo a Cetina, Gonzáles, y Vargas (1999), un índice de calidad es la combinación de dos o más parámetros morfológicos o fisiológicos que describe atributos imprecisos de la planta como son el balance y la robustez, y representa el valor más cercano para predecir el rendimiento de la planta en campo, comparado con lo que pudiera determinar cualquier parámetro individual. Los índices de calidad de planta más usados son los siguientes:

1.3.16.1 Índice de robustez

Toral (1997), lo define como la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro (mm); valores bajos del Índice de robustez están asociados a mejor calidad de planta, ya que es más robusta, en cambio valores altos indican que la planta es más esbelta y menos fuerte, al existir desproporción entre la altura y el diámetro de la planta; generalmente, se recomienda que sea menor a seis (6) (Rodríguez, 2008).

1.3.16.2 Relación biomasa aérea/biomasa radical

La comparación de la relación del crecimiento de la parte aérea y de la raíz, representa el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua; para determinar el cociente se utilizan los pesos secos de ambas partes; en este sentido, una planta de calidad debe tener un coeficiente de relación lo más bajo posible, de tal forma que se asegure su sobrevivencia en campo. Por lo tanto, una buena relación debe fluctuar entre 1,5 y 2,5, pues el coeficiente de esta relación no debe ser mayor a este último valor (Rodríguez, 2008).

1.3.16.3 Índice de calidad de Dickson

Este índice permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y se utiliza para predecir el comportamiento en campo de plántulas. Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, lo que evita seleccionar plantas desproporcionadas y descartar ejemplares de menor altura, pero con mayor vigor (García, 2007).

Con las características evaluadas de las plantas, se determina la calidad de planta al comparar los resultados con valores de diversos estudios realizado con latifoliadas, En tal forma individual, la utilización de parámetros morfológicos o fisiológicos presenta limitantes para predecir la supervivencia y crecimiento de la planta en los sitios de plantación, por lo tanto, se fija su calidad mediante su reclasificación de acuerdo a las siguientes características (Sáenz-Reyes *et al.*, 2014).

Calidad Alta. Se refiere a plantas que presentan ausencia absoluta de características indeseables, es decir, que las variables evaluadas se califican como de calidad alta (A), aunque se puede aceptar hasta dos valores con calidad media (M), pero en ningún caso valores con calidad (B).

Calidad Media. Se acepta hasta tres valores de calidad media (M) y una variable con calificación de calidad baja (B).

Calidad Baja. Son aquellas plantas que presentan dos o más valores de calidad baja (B), es decir, son plantas que tendrán una baja supervivencia y reducir desarrollo en los sitios de plantación. Los intervalos para calificar la calidad de la planta se muestran en el cuadro 03.

1.3.16.4 Índice de lignificación

La disminución del suministro de agua introduce el estrés hídrico, lo cual contribuye a reducir el crecimiento en altura, promover la aparición de la yema apical e inicia mecanismos de resistencia a sequias y bajas temperaturas. El índice de lignificación consiste en determinar el porcentaje de peso seco, con relación al contenido de agua en las plantas, lo cual expresa el nivel de pre acondicionamiento de las plantas (Prieto-Ruiz, 2004).

Cuadro 6: Intervalos de calidad de planta

Variable	Calidad e Intervalo		
	Baja	Medio	Alta
Altura (cm)	< 12,0	12,0 – 14,9	≥ 15,0
Diámetro (mm)	< 2,5	2,5 – 4,9	≥ 5,0
Indice de robustez	≥ 8,0	7,9 – 6,0	< 6,0
Relación BSA/BSR	≥ 2,5	2,4 – 2,0	< 2,0
Indice de Dickson	< 0,2	0,2 – 0,4	≥ 0,5
Indice de lignificación	< 10,0	10,0 – 11,3	≥ 11,3

Fuente: Modificado de Sáenz, Villaseñor, Muñoz, Rueda, y Prieto (2010), con aportaciones de Rueda-Sánchez *et al.* (2014); Vicente, Rutilio, Olga, y Gustavo (2007).

II. CAPITULO

MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción de los lugares de colecta de las muestras

Las muestras de semillas se colectaron de dos procedencias que de acuerdo a la clasificación de tipo de bosque de la zonificación ecológica económica (ZEE) de Madre de Dios, ambas presentan un tipo de bosque de terraza alta. La procedencia 1 cuenta número de contrato 17-TAM/C-OPB-J-290-04, cuyo titular del contrato es el señor Paulino Quispe Ramírez, cuya ubicación política y área se muestra en el cuadro 7 y ubicación geográfica en la figura 2; respecto a la procedencia 2, correspondiente al número de contrato 17-TAM/C-OPB-J-174-04, cuyo titular del contrato, el señor Grimaldo Augusto Inca Vilca, cuya ubicación política y área se muestra en el cuadro 7 y ubicación geográfica en la figura 3, en ambas procedencias se identificaron las posibles fuentes semillera, figura 4 y figura 5.

Cuadro 7: Ubicación política de las áreas de colecta

Descripción	Procedencia 1	Procedencia 2
Departamento	Madre de Dios	Madre de Dios
Provincia	Tambopata	Tambopata
Distrito	Las Piedras	Tambopata
Sector	Varsovia	San Bernardo Km 37
Área (ha)	1441,55	903,77

Fuente: (PGMF, 2006, 2007).

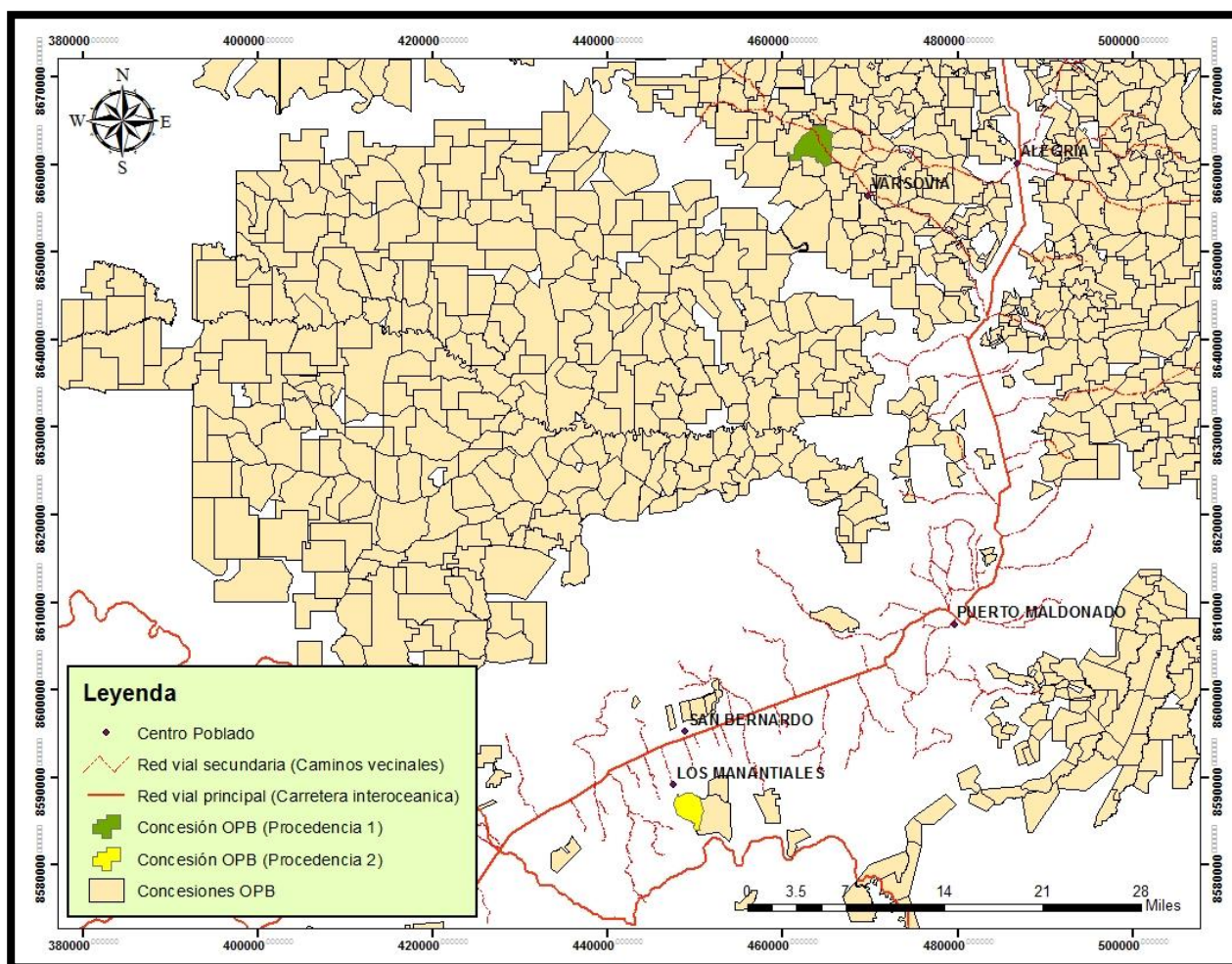


Figura 1: Mapa general de ubicación de las procedencias de estudio.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 1 se observa la ubicación general donde se realizaron la colecta de las muestras de semillas de Shihuahuaco (*D. micrantha*), estas áreas se encuentran alejadas una de la otra, por aproximadamente por 75,77 km de distancia, estas áreas fueron seleccionadas basándose en la lejanía en que se encuentran entre ellas y debido a que existen vías de acceso, tanto primarias como secundarias en cada una de ellas, esto con la finalidad de facilitar el ingreso y transporte para la recolección de las semillas para poder realizar los respectivos estudios.

2.1.1 Descripción de la procedencia 1 de colecta.

La accesibilidad

La principal vía de acceso es terrestre partiendo desde la ciudad de Puerto Maldonado, en la ruta Puerto Maldonado – Iberia, hasta llegar al centro

poblado de Alegría a una altura de Km. 40. Luego se ingresa por el margen izquierdo por una trocha carrozable hasta llegar a la comunidad de Varsovia aproximadamente por 40 minutos y de la comunidad hasta el campamento de la concesión por un tiempo aproximado de 20 minutos en motocicleta.

Hidrología

En el área de la concesión castañera se encuentra la quebrada sin nombre que desemboca en otra quebrada sin nombre, a su vez estas desembocan a la quebrada Malecón (PGMF, 2006).

Aspectos Biofísicos

Presenta un clima tropical húmedo, con precipitaciones pluviales anuales superiores a 1,500 mm. Se distinguen dos estaciones climáticas, una seca entre mayo y octubre, y la otra lluviosa entre los meses de diciembre y abril. En ciertas épocas del año, llegan súbitamente masas de aire frío, denominadas *surazos* o *friajes*, masas de aire con temperaturas relativamente bajas que proceden de la Antártida que pasa por todo el sur de Sudamérica, frecuentemente entre los meses de mayo y septiembre. La temperatura promedio anual es de 26,5°C, con una temperatura mínima de 9°C y una máxima de 39,5°C (PGMF, 2006).

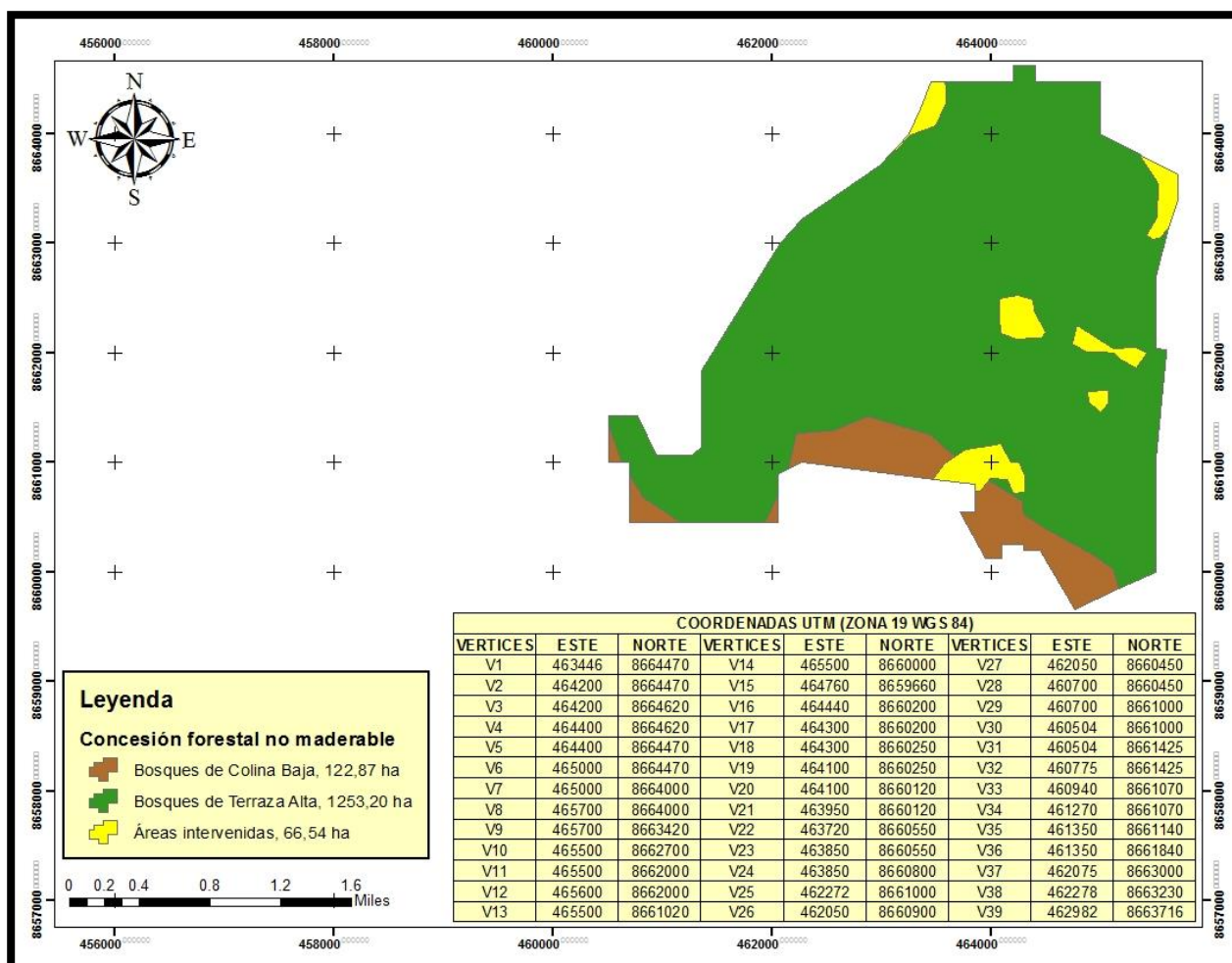


Figura 2: Concesión forestal no maderable de Paulino Quispe Ramírez.

Fuente: Elaboración propia, 2017

En la figura 02, se observa que la concesión forestal no maderable cuenta con 3 tipos de bosques, los cuales 122,87 ha son bosques de colina baja, 66,54 son áreas intervenidas y 1253,20 ha pertenecen a bosque de terraza alta; esto de acuerdo a la clasificación de tipo de bosque de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de Madre de Dios.

2.1.2 Descripción de la procedencia 2 de colecta.

La accesibilidad

La principal vía de acceso es terrestre partiendo desde la ciudad de Puerto Maldonado, en la ruta Puerto Maldonado – Cusco, hasta llegar a la altura del Km. 37. Luego se ingresa por el margen izquierdo por una trocha carrozable,

aproximadamente 2,5 horas de caminata hasta llegar al campamento de la concesión.

Hidrología

La red hidrográfica del área castañera está conformada por una quebrada que limita por el oeste sin nombre y otras quebradas que desembocan en la cuenca del Río Tambopata (PGMF, 2007).

Aspectos Biofísicos

Esta zona presenta una fisiografía plana y con una altitud de 276 m.s.n.m. Según el mapa ecológico del Perú corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo sub tropical.

La temperatura promedio es de 25°C y con una precipitación anual de 2300 mm.

El bosque presenta una composición florística muy compleja, característico de un bosque heterogéneo. Predominante los bosques de terrazas, donde encontramos individuos de castaña asociados con otras especies maderables predominantes como: Cedro (*Cedrela odorata*), Misa (*Eschweilera tinbuchensis*), Mashonaste (*Clarisa racemosa*), Quillabordón (*Aspidosperma* sp), Ishpingo (*Amburana cearensis*), Lagarto Caspi (*Calophyllum brasiliense*), Pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon*), en las terrazas destacan las especies de Shimbillo (*Inga spp*), Espintana (*Anaxagorea spp*), Capirona (*Calycophyllum spruceanum*), Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) y otras.

También se encuentran zonas intermedias con presencia de palmeras como, Ungurahui (*Oenocarpus batahua*), Huasaí (*Euterpe precatoria*), y Palmiche (*Geonoma deversa*) dispersadas a lo largo de algunas estradas y por ende dentro del área de la concesión, etc. Y entre fauna silvestre se puede apreciar una variedad de mamíferos, aves y reptiles (PGMF, 2007).

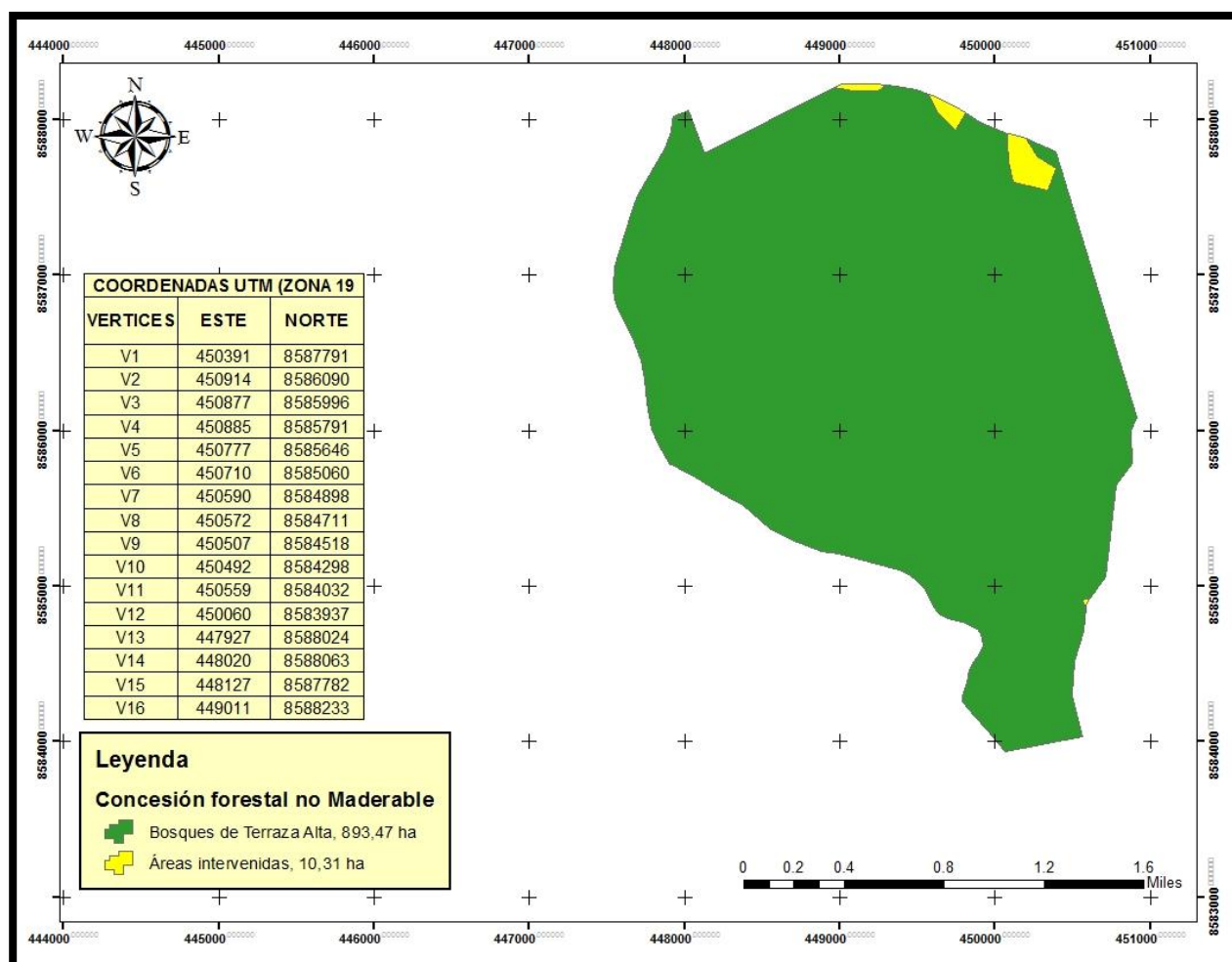


Figura 3: Concesión forestal no maderable de Grimaldo Augusto Inca Vilca.

Fuente: Elaboración propia, 2017

En la figura 3, se observa que la concesión castañera cuenta con 2 tipos de bosques, los cuales 10,31 ha son áreas intervenidas y 893,47 ha pertenecen a bosque de terraza alta; esto de acuerdo a la clasificación de tipo de bosque de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de Madre de Dios.

2.2 Descripción del lugar donde se realizaron las pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio se desarrollaron en las instalaciones del laboratorio ambiental de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), la cual se encuentra ubicada en la Ciudad de Puerto Maldonado, Provincia y Distrito de Tambopata del Departamento de Madre de Dios, donde se contó con todos los equipos necesarios para realizar las pruebas de laboratorio con las muestras.

2.3 Duración del Experimento

Cabe mencionar que la duración del experimento estuvo relacionada con la fase de evaluación de la germinación para determinar el índice de velocidad de germinación, el porcentaje de germinación y la evaluación para los parámetros de calidad de planta, todo esto en la cama germinadora, esto tuvo una duración aproximada de 60 días desde la siembra.

2.4 Materiales y Equipos

2.4.1 Materiales:

Los materiales que se emplearon para el presente proyecto fueron: cinta métrica, fichas de campo, formatos, fundas de recolección, etiquetas, cinta adhesiva, tijeras podadoras, Espray, machete, martillo, recipientes plásticos, cámaras de envejecimiento, sustratos y materiales de escritorio.

2.4.2 Equipos:

Los equipos que se emplearon para el presente proyecto fueron: Cámara digital, vernier, balanza digital, laptop, estufa, GPS y vehículo.

2.5 Método

El método es de tipo deductivo, inductivo, descriptivo y estadístico.

2.5.1 Tipo y nivel de la investigación

El tipo de investigación del presente proyecto reúne las condiciones de una investigación aplicada en razón que se utiliza los conocimientos de las ciencias forestales.

De acuerdo a la naturaleza del proyecto, el nivel de investigación fue descriptivo, explicativo y correlacionado.

2.5.2 Población y muestra

El número de tratamientos empleados en el proyecto fueron 3, cada tratamiento conto con 180 semillas, con 4 repeticiones por tratamiento y cada repetición con 45 semillas, haciendo un total de 540 semillas puras viables utilizadas por procedencia.

2.5.3 Diseño estadístico

Para este estudio se aplicó el diseño experimental completamente aleatorio (al azar) (Calzada-Benza, 1964), con tres tratamientos (T1, T2 y T3); y 4 repeticiones para cada una de estas; para esto se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05.

Los datos fueron procesados y analizados con la ayuda del software informático Statistical Package for the Social Sciences – SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) Versión 22.

Los tratamientos quedaron formulados de la siguiente manera:

Cuadro 8: Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo.
T2	Exposición de temperatura de 40°C durante 48 horas.
T3	Exposición de temperatura de 40°C durante 96 horas.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para la instalación del experimento se tuvo en cuenta las siguientes etapas

- a) Se definió el lugar donde fue conducido el experimento.
- b) Se distribuyeron las unidades experimentales en el área seleccionada de acuerdo con el croquis del delineamiento experimental
- c) Se identificó a las unidades experimentales con color de rafia, siguiendo el croquis del experimento.
- d) Finalmente, se colocó el material empleado en el experimento en cada una de las unidades experimentales de acuerdo al tratamiento correspondiente.

2.5.4 Diseño experimental

El diseño de investigación que se empleó, fue un diseño completamente al azar (DCA), cuyo análisis de varianza tuvo las siguientes características.

Cuadro 9: Esquema del análisis de varianza

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F = 0,05
Tratamientos	t-1	SCt	SCt/GLt	CMt/CMerror	GLt; GLe
Error	T(r-1)	SCe	SCe/GLe		
Total	n-1	SCT			

Donde:

GL = Número de grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

Fc = Valor calculado de la prueba de F

t = Número de tratamientos del experimento

r = Número de lotes

Suma de cuadrados del total

$$SCT = \sum xi^2 - \frac{(\sum xi)^2}{N}$$

Donde:

X = Valor de cada observación

N = Número de observaciones, que comprende al número de tratamientos (t) multiplicado por el número de lotes que se empleó en el experimento (r)

Suma de cuadrados de tratamientos

$$SCt = \frac{\sum T^2}{r} + \frac{(\sum xi)^2}{N}$$

Donde:

T = total de cada tratamiento (t)

Suma de cuadrados del error

$$SCe = SCT - SCt$$

Además, en la presente investigación se aplicó la prueba de Tukey con nivel de significancia de 0,05 para las comparaciones entre los promedios de los tratamientos para determinar la existencia o no de diferencia significativa entre ellos; además, para definir a los tratamientos que presentaron mejor comportamiento estadístico.

2.6 Procedimiento**2.6.1 Descripción botánica de la especie**

Se realizó la descripción botánica de la especie así mismo se tomó información sobre la distribución y habitat, calidad física y germinación.

2.6.2 Ubicación de las áreas de recolección de las muestras

La ubicación de las áreas de recolección de las muestras, se realizó en concesiones forestales no maderables, las cuales, donde se identificó las concesiones pertenecientes a los señores Paulino Quispe Ramírez y del señor Grimaldo Augusto Inca Vilca, estas áreas fueron seleccionadas debido a que se encuentran alejadas una de la otra y porque existen vías de acceso a las áreas, el cual facilitó el trabajo y el traslado de las muestras.

2.6.3 Selección de los árboles candidatos

Los árboles candidatos fueron seleccionados de acuerdo a un modelo de clasificación de árboles basados en parámetros tales como la forma, altura y dominancia. De cada procedencia se seleccionaron 05 árboles candidatos con características fenotípicas deseables, es decir con fustes rectos, fuste limpio, libre de plagas y de enfermedades. Para la selección de los 5 árboles representativos por cada una de las zonas, se tuvo presente el distanciamiento en cada una de estas, cada árbol estuvo separado uno del otro entre un rango posible de 100 metros como distancia mínima entre árboles para la recolección de las semillas para cada uno de los lotes a fin de evitar consanguinidad (Mesén, 1990).

2.6.4 Obtención de los frutos

La obtención se realizó manualmente; los frutos fueron recolectados del suelo de árboles candidatos seleccionados, los frutos fueron colocados en un saco húmedo para que conserven la humedad, para posteriormente ser transportados y seleccionados.

2.6.5 Selección de los frutos

Los frutos fueron separados en forma manual, se seleccionaron aquellos frutos que presentaban las mismas características en cuanto a forma y tamaño de los cuales se tuvo un total de 150 frutos por lote siendo este un total de 750 frutos por procedencia.

2.6.6 Obtención de las semillas

La obtención de las semillas se hizo de acuerdo a cada uno de los tratamientos en el ensayo, para esto se realizó a través de la escarificación de las semillas, esto con la finalidad de separar la semilla del endocarpio.

2.6.7 Viabilidad

Se realizó una prueba de viabilidad con la finalidad de conocer el estado en que se encontraban las semillas (viable o no viable), para ello se sometieron las semillas a la prueba de inmersión en agua, para esto se colocaron las semillas en agua simple, durante cinco minutos, descartando a todas aquellas semillas que flotaron.

2.6.8 Toma de muestra para efectuar los tratamientos

Antes de efectuar los respectivos tratamientos se procedió a mezclar las muestras de semillas viables por cada una de las procedencias, esto debido a que esto puede mejorar su homogeneidad mezclando concienzudamente todos los lotes antes de tomar las muestra para cada uno de los tratamientos efectuados en el estudio, el mezclado de los lotes se realizó de forma manual.

Mesén (1990), recomienda que, en cuanto a las recolecciones de procedencias, por lo general antes de realizar las pruebas de germinación, estas no se deben de mantener separadas por árbol madre, sino que esta puede mezclarse de forma tal que cada árbol seleccionado esté representado por igual en la muestra de la procedencia.

2.6.9 Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos se desarrolló la prueba de envejecimiento acelerado empleando el método “Gerbox” adaptado y descrito por Perry (1978), el cual consiste en exponer las semillas a una temperatura elevada por un tiempo determinado. Para ello, 180 semillas por tratamiento, se colocaron sobre una malla de acero inoxidable en el interior de una caja de plástico, a la cual se le adicionaron 100 ml de agua destilada, se taparon y se colocaron dentro de un horno y/o estufa de secado a la temperatura y periodos de envejecimiento establecidos en el proyecto.

- Para el Tratamiento Uno (T1) las semillas ya seleccionadas fueron sembradas de forma directa sin aplicarle ningún tratamiento.
- Para el Tratamiento Dos (T2) las semillas fueron sometidas a un calentamiento en una cámara de envejecimiento acelerado, a 40°C durante un periodo de tiempo de 48 horas, luego de haber transcurrido el periodo de tiempo, se dejaron a una temperatura ambiente por dos horas y posteriormente sembrarlas.
- Para el Tratamiento Tres (T3) las semillas fueron sometidas a un calentamiento en una cámara de envejecimiento acelerado, a 40°C durante un periodo de tiempo de 96 horas, luego de haber transcurrido

el periodo de tiempo, se dejaron a una temperatura ambiente por dos horas y posteriormente sembrarlas.

2.6.10 Acondicionamiento de la cama germinadora

La cama germinadora (cámara de sub irrigación) se encuentra ubicada en un área libre, con dimensiones de 6,06 m de largo por 0,82 m de ancho: conteniendo un sustrato de arena para la germinación de las semillas (Anexo III, cuadro 42).

Para el acondicionamiento de la cama germinadora se procedió de la siguiente manera: se colocó un plástico como base en el interior, se colocó grava (una capa de grava pequeña y otra de grava medianas), el sustrato (arena) previamente tamizado para eliminar las impurezas presentes (semillas, restos de semillas, piedras, etc.) fue añadida al interior de la cama germinadora con la ayuda de un balde; posteriormente se desinfecto regándola con agua hervida, dejándolo secar por un periodo de 24 horas, para después ser regada con agua a temperatura ambiente.

El sustrato se distribuyó uniformemente en la cama germinadora, nivelándola con ayuda de una tabla de madera, dejando así la cama germinadora lista para la siembra.

2.6.11 Siembra de las semillas

Se seleccionaron 540 semillas viables por procedencia, mediante la prueba de inmersión en agua, para esto se colocaron las semillas en agua simple, durante cinco minutos; descartando todas aquellas semillas que flotaron.

Con las semillas ya tratadas, se procedió a la siembra a 1 día después de acondicionar la cama germinadora. El distanciamiento fue de 10 x 10 cm. Las semillas se sembraron a una profundidad de 4 cm, dispuestas de forma vertical ("paradas"), se las cubrió con una capa de sustrato para protegerlas de los insectos y para acelerar el proceso de germinación de las mismas.

2.6.12 Evaluación de los tratamientos en el estudio

Las evaluaciones se realizaron en forma diaria posterior a la siembra, con una duración de 30 días. Se registraron el número de semillas germinadas por día, tiempo medio de germinación, tiempo de germinación y porcentaje de germinación por cada una de las repeticiones correspondientes a cada uno de los tratamientos de ambas procedencias.

La germinación se consideró a partir de la emergencia de los cotiledones desde el suelo.

Para el registro de los análisis de los parámetros mínimos de calidad de las plantas, esta se realizó pasado 60 días después de la germinación, por cada una de las semillas germinadas.

Con los datos obtenidos de las evaluaciones se procedió a calcular los siguientes parámetros:

a) Velocidad de Germinación

La velocidad de germinación está definida como la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación.

$$\text{Indice de velocidad de germinacion} = \left(\frac{G1}{N1}\right) + \left(\frac{G2}{N2}\right) + \left(\frac{Gn}{Nn}\right)$$

Donde:

- G = número de semillas germinadas (plántulas).
- N = número de días.

Los datos obtenidos de la velocidad de germinación se registraron en la ficha que se encuentra ubicada en el Anexo I, 1.5.

b) Tiempo medio de germinación.

Se denomina tiempo medio de germinación, TMG al número de días necesarios para que germinen la mitad de las semillas con respecto al total de semillas que germinan.

$$\text{Tiempo medio de germinacion} = \frac{\sum (pi \times gi)}{\sum gi}$$

Donde:

- pi = puntos medios $[(ti + ti - 1) / 2]$.
- gi = germinación sencilla.

c) Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se estimó a partir de las plántulas normales. Se considera una plántula normal aquella que conste con todas sus estructuras.

$$\text{Porcentaje de germinacion} = \left(\frac{N}{A} \right) \times 100$$

Donde:

- N = número total de semillas germinadas.
- A = número total de semillas colocadas.
- Se considera un porcentaje de germinación (PG) aceptable cuando presenta valores por arriba del 60%. Cuando la germinación esté por debajo de dicho valor se sugiere buscar otro tipo de tratamiento pre germinativo (Porter-Bolland y Ramos, 2002).

Los datos obtenidos del porcentaje de germinación se registraron en la ficha que se encuentra ubicada en el Anexo I, 1.6.

d) Tiempo de germinación.

El tiempo de germinación se estimó desde la siembra de las semillas hasta el día en el que se registró la última germinación.

$$\text{TG} = \text{IG} + \text{PrG}$$

Donde:

- TG = Tiempo de germinación.
- IG = número total de semillas colocadas.

e) Índice de robustez de la planta.

Se determinó después de haber pasado un periodo de tiempo después de la siembra de las semillas, se tomaron los datos de altura y el diámetro del tallo de cada una de las plantas.

$$\text{IR} = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro del cuello de la raiz (cm)}}$$

Los datos obtenidos de la evaluación de robustez de las plantas se registraron en la ficha que se encuentra ubicada en el Anexo I, 1.7.

f) Relación biomasa aérea/biomasa radical.

Se determina en relación al crecimiento de la parte aérea y de la raíz de la planta, para representar el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua.

$$R_{BSA/BSR} = \frac{\text{Biomasa seca aerea (g)}}{\text{Biomasa seca raiz (g)}}$$

Los datos obtenidos de la evaluación de la relación de la biomasa aérea/biomasa radical de las plantas se registraron en la ficha que se encuentra ubicada en el Anexo I, 1.8.

g) Índice de Calidad de Dickson.

El índice de calidad de Dickson (ICD) reúne varios atributos morfológicos en un solo valor y se usa como índice de calidad: a mayor valor del índice, resultara una mejor calidad de planta.

$$ICD = \frac{\text{Peso seco Total (g)}}{\left(\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}} \right) + \left(\frac{\text{Peso seco parte aerea (g)}}{\text{Peso seco raiz (g)}} \right)}$$

Los datos obtenidos de la evaluación del índice de calidad de Dickson de las plantas se registraron en la ficha que se encuentra ubicada en el Anexo I, 1.9.

h) Índice de lignificación.

Relaciona el peso seco total, entre el peso húmedo total de la planta, el cual determina el porcentaje de lignificación.

$$IL = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Peso humedo total (g)}} \times 100$$

Los datos obtenidos de la evaluación del índice de lignificación de las plantas se registraron en la ficha que se encuentra ubicada en el Anexo I, 1.10.

2.6.13 Datos registrados en la cama germinadora y laboratorio

2.6.13.1 Cama germinadora

a) Germinación diaria:

Se tomaron los datos a partir del inicio de la germinación.

b) Porcentaje de germinación:

Estos datos fueron registrados desde el primer día de emergencia.

c) Altura de la planta:

Se midió en centímetros, esta medida fue tomada desde el nivel del sustrato hasta la yema apical (ápice de la planta) a los 30 de días después de la germinación para realizar la comparación de altura y diámetro; y a los 60 días después de la germinación para determinar los análisis de calidad de planta.

d) Diámetro de la Planta:

Se midió el diámetro del tallo en milímetros, con un vernier analógico a dos centímetros por encima de la línea del sustrato a los 30 de días después de la germinación para realizar la comparación de altura y diámetro; y a los 60 días después de la germinación para determinar los análisis de calidad de planta.

2.6.13.2 Laboratorio

a) Peso Húmedo total de la planta:

Para medir el peso húmedo de cada una de las plantas se utilizó una balanza digital.

b) Biomasa aérea:

Se utilizó la parte foliar de la planta el cual fue secado en una estufa a una temperatura de 70°C por un periodo de 72 horas, consiguiendo el peso seco constante, estos resultados sirvieron para obtener la Relación biomasa seca aérea/biomasa radical y el índice de calidad de Dickson.

c) Biomasa radical:

Se utilizó la parte radicular de la planta el cual fue secado en una estufa a una temperatura de 70°C por un periodo de 72 horas, consiguiendo el peso seco constante, estos resultados sirvieron

para obtener la Relación biomasa seca aérea/biomasa radical y el índice de calidad de Dickson.

2.6.14 Análisis de semillas

Parámetros mínimos de calidad en base a la norma ISTA

a) Pureza

Se determinó mediante la relación entre el peso de semillas con mejores características y el peso total de la muestra con las impurezas (como materia inerte, residuos, etc.). Del cual se relacionó el peso de las semillas puras con el peso de las semillas con impurezas y este valor expresado en porcentaje.

- Pesamos un lote de semillas de semillas.
- Se separaron las semillas de las impurezas que contiene la muestra.
- Luego se procedió a pesar las semillas puras.
- Calculo de la diferencia de peso de las semillas.
- Expresión en porcentaje de pureza de las semillas.

El ensayo se realizó con cada uno de los lotes de semillas que fueron recolectadas en cada una de las procedencias, las cuales, se trabajó con una muestra representativa de 05 lotes de semillas por procedencia, cada una proveniente de distintos individuos alejados unos de otros, a más de **100** metro de distancia, haciendo un total de 10 lotes de semillas que se emplearon en el proyecto, cada uno de los lotes de semillas contaba con un total de **150** semillas, las cuales fueron recolectadas de cada una de las procedencias estudiadas, donde se seleccionaron un total de **130** semillas puras o con mejores características físicas de cada uno de los lotes, una vez realizada la separación por cada uno de lotes, estos fueron pesados por separado y calculado la pureza de cada uno de los lotes de semillas para posteriormente obtener un promedio del estado en que se encuentran las semillas de cada procedencia, estos datos fueron registrados en la ficha que se encuentra en el Anexo I, 1.3.

b) Número de semillas por kilogramo.

El número de semillas por kilogramo se determinó por cada uno de los lotes de semillas provenientes de cada una de las procedencias estudiadas, para esto se realizaron 4 repeticiones por cada uno de los lotes, donde se consideró una muestra de **100** semillas por cada una de las repeticiones, las cuales fueron pesadas, donde se obtuvo el número de semillas por kilogramo de cada uno de los lotes, y este posteriormente se calculó el número de semillas por kilogramo promedio representativo para cada una de las procedencias estudiadas, estos datos fueron registrados en la ficha que se encuentra en el Anexo I, 1.2.

c) Determinación del contenido de humedad.

Para determinar el contenido de humedad de las semillas que cada uno de los lotes de semillas procedentes de ambas procedencias (distrito de Tambopata y Las Piedras), para esto se empleó el método de temperatura baja constante para semillas oleaginosas, esto debido, que las muestras de semillas de la especie *Dipteryx micrantha* empleadas en el estudio son semillas de características oleaginosas (retención y concentración de aceite natural), para esto se seleccionaron dos muestras de diez semillas por cada uno de los lotes provenientes de ambas procedencias (distrito de Tambopata y Las Piedras), las cuales fueron sometidas a un proceso gradual de secado en una estufa a una temperatura de ciento tres grados centígrados (103°C), durante un periodo de dieciocho horas (18 horas), luego de esto, se pesaron las semillas secas y de la diferencia entre el peso de las semillas húmedas y las semillas secas, esto a su vez dividido por el peso inicial, se obtuvo el contenido de humedad de las semillas expresado en porcentaje, estos datos se registraron en la ficha que se encuentra en el Anexo I, 1.4.

d) Porcentaje de Viabilidad.

La determinación del porcentaje de semillas viables en cada una de las muestras, esta se realizó a través del método de flotación, se seleccionaron las muestras de cada uno de los lotes de semillas recolectas por procedencia, se procedió a sumergirlas en un recipiente con agua, donde fueron colocadas semilla por semilla, de las cuales solo se utilizaron en el ensayo aquellas semillas sumergidas totalmente y las que flotaron fueron depuradas del ensayo por considerarlas semillas vanas o no aptas para las pruebas, estos datos se registraron en la ficha que se encuentra en el Anexo I, 1.5.

III. CAPITULO

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Parámetros mínimos de calidad de las semillas

3.1.1 Pureza

Los datos registrados de la evaluación del porcentaje de pureza de las semillas proveniente de ambas procedencias de estudio, se reflejan en el cuadro 10.

Cuadro 10: Porcentaje de Pureza

PROCEDENCIA	LOTE 01 (%)	LOTE 02 (%)	LOTE 03 (%)	LOTE 04 (%)	LOTE 05 (%)	PORCENTAJE PROMEDIO DE PUREZA
Tambopata	86,51	86,49	86,51	86,49	86,54	86,51
Las Piedras	82,27	81,75	81,28	78,83	76,52	80,13

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El análisis de pureza de los lotes de semillas de Shihuahuaco determinó que los lotes procedentes del distrito de Tambopata tienen el mayor porcentaje de pureza, el cual equivale a un **86,51%** de pureza, a diferencia de los lotes de semillas procedentes del distrito de Las Piedras, las cuales presentan un menor porcentaje, equivalente a **80,13%** de pureza. En la figura 4 podemos observar las diferencias cuantitativas del porcentaje de pureza de las semillas de Shihuahuaco en ambas procedencias.

La diferencia aproximada es de **6,38%** entre las procedencias de estudio, aquellos lotes que presentaron menor pureza son las del distrito de Las Piedras, esto podría ser que las muestras que se extrajeron del rodal presentaban ciertas cantidades materia inerte existentes dentro de las muestras.

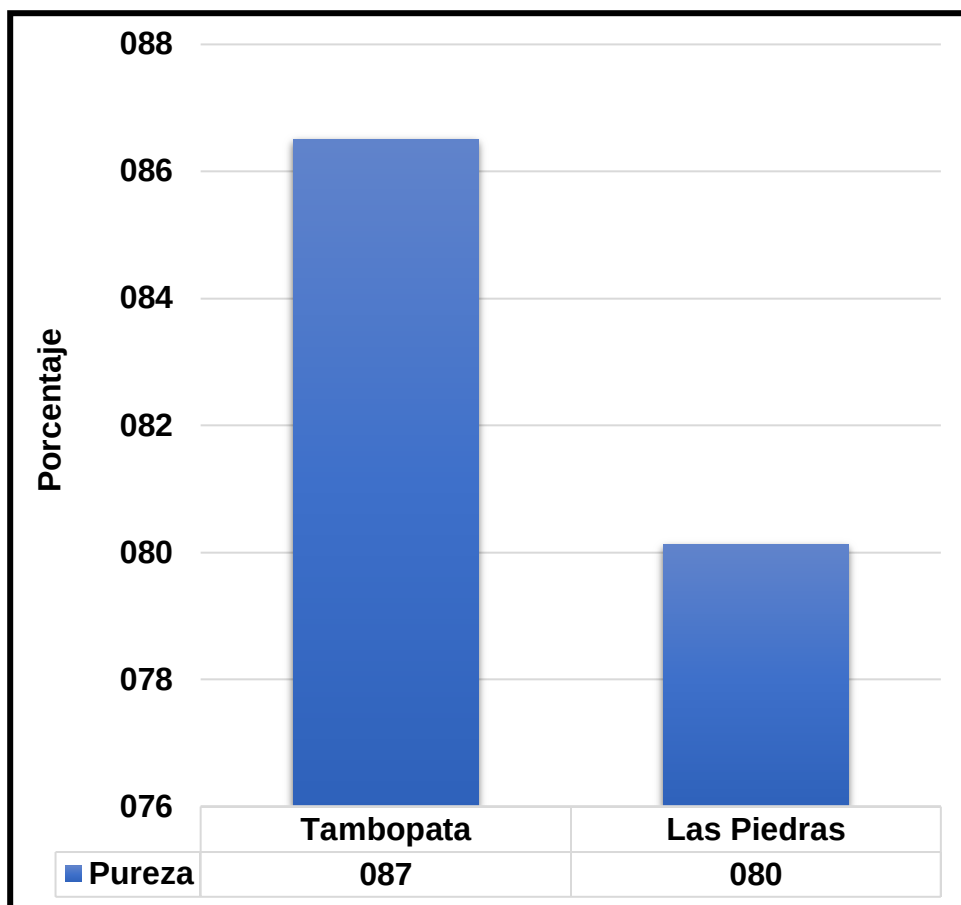


Figura 4: Diferencia cuantitativa del porcentaje de Pureza

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.1.2 Número de semillas por kilogramo

Los datos registrados de la evaluación del número de semillas por kilogramo proveniente de ambas procedencias de estudio, se reflejan en el cuadro 11.

Cuadro 11: Número de semillas por kilogramo

PROCEDENCIA	LOTE 01	LOTE 02	LOTE 03	LOTE 04	LOTE 05	Nº DE SEMILLAS/KG PROMEDIO
Tambopata	531,58	532,52	531,55	532,30	529,71	531,53
Las Piedras	526,19	526,05	527,33	526,13	525,50	526,24

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La procedencia que mayor número de semillas por kilogramo presenta es la fuente semillera del distrito de Tambopata, con un número de **531,53** de semillas promedio, esto a diferencia a las semillas provenientes del distrito de Las Piedras, las cuales presentaron un menor número de semillas por kilogramo, con un valor de **526,24** semillas promedio. Valores que se expresan en el cuadro 11 y la figura 5.

Las características ecológicas de cada una de las fuentes semilleras influyen en el número de semillas por kilogramo por esta razón la fuente semillera del distrito de Las Piedras presenta un número mayor de semillas por kilogramo.

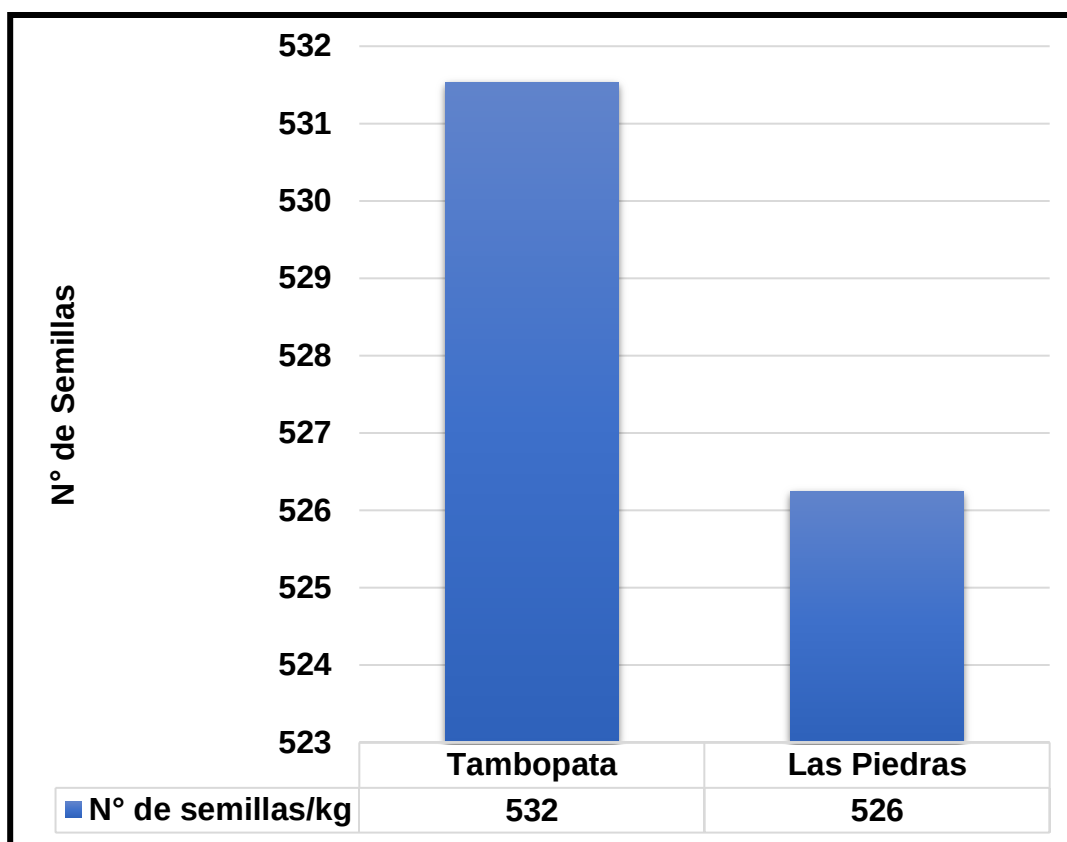


Figura 5: Diferencia cuantitativa del número de semillas por kilogramo

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.1.3 Contenido de humedad (%)

Los datos registrados de la evaluación del contenido de humedad de las semillas proveniente de ambas procedencias de estudio, se reflejan en el cuadro 12.

Cuadro 12: Análisis del porcentaje de humedad

PROCEDENCIA	LOTE 01 (%)	LOTE 02 (%)	LOTE 03 (%)	LOTE 04 (%)	LOTE 05 (%)	PROCENTAJE PROMEDIO DE HUMEDAD
Tambopata	36,03	36,02	36,41	36,18	36,13	36,16
Las Piedras	36,15	36,27	36,96	36,12	36,15	36,33

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En las pruebas correspondientes al porcentaje de humedad se determinaron los siguientes resultados, para la procedencia del distrito de Tambopata se registró una media de **36,16%** de humedad y para las muestras procedentes del distrito de Las Piedras con un valor semejante a **36,33%** de humedad, tal y como se observa en el cuadro 12 y la figura 6, estos valores dan a conocer que las muestras antes de ser sometidas a cada una de las pruebas del estudio, presentaron similitud en cuanto al contenido de humedad de cada una de las muestras.

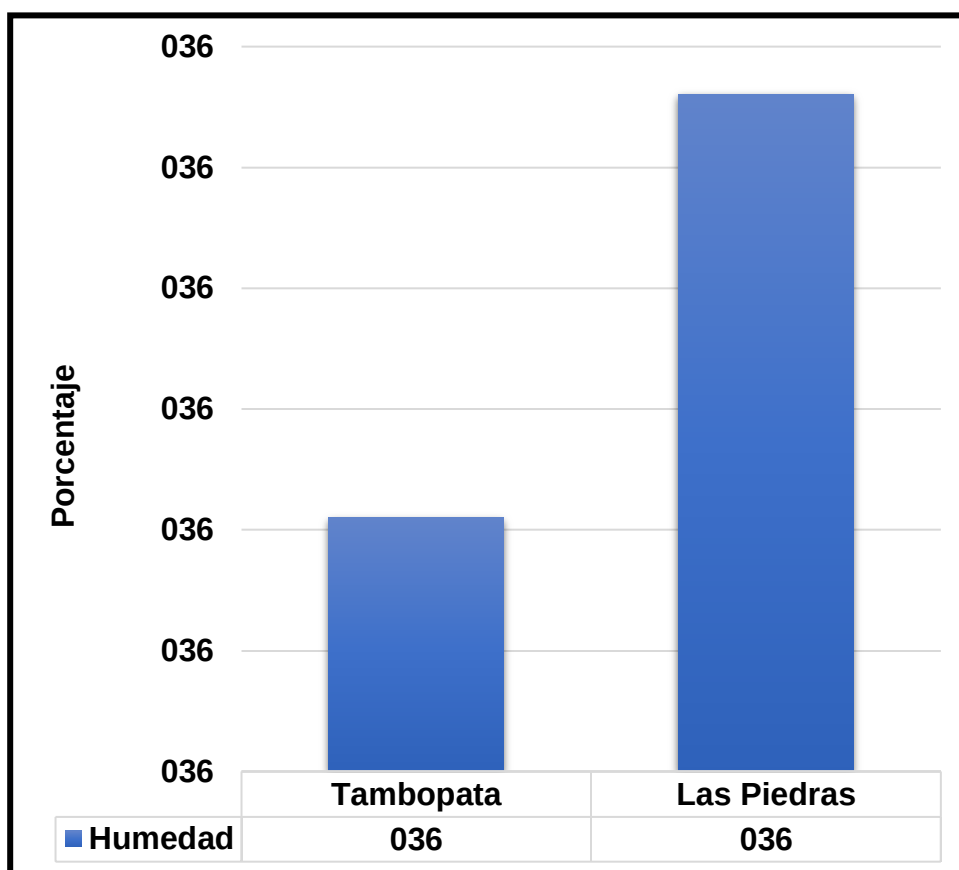


Figura 6: Diferencia cuantitativa en porcentaje de humedad de semillas

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.1.4 Viabilidad

Los datos registrados de la evaluación del porcentaje de viabilidad de las semillas proveniente de ambas procedencias de estudio, se reflejan en el cuadro 13.

Cuadro 13: Porcentaje de viabilidad

PROCEDENCIA	LOTE 01 (%)	LOTE 02 (%)	LOTE 03 (%)	LOTE 04 (%)	LOTE 05 (%)	PROCENTAJE PROMEDIO DE VIABILIDAD
Tambopata	83,08	86,15	90,77	93,08	96,15	89,85
Las Piedras	93,08	94,62	83,85	94,62	96,92	92,62

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La procedencia que mayor número de semillas viables presenta es la fuente semillera del distrito de Las Piedras, con un **92,62%** de semillas viables promedio de los lotes de semillas, esto a diferencia de las semillas provenientes del distrito de Tambopata, las cuales presentaron un menor número de semillas viables a comparación con el del distrito de Las Piedras, el cual fue el de un **89,85%** de semillas viables promedio, valores que se expresan en el cuadro 13 y la figura 7.

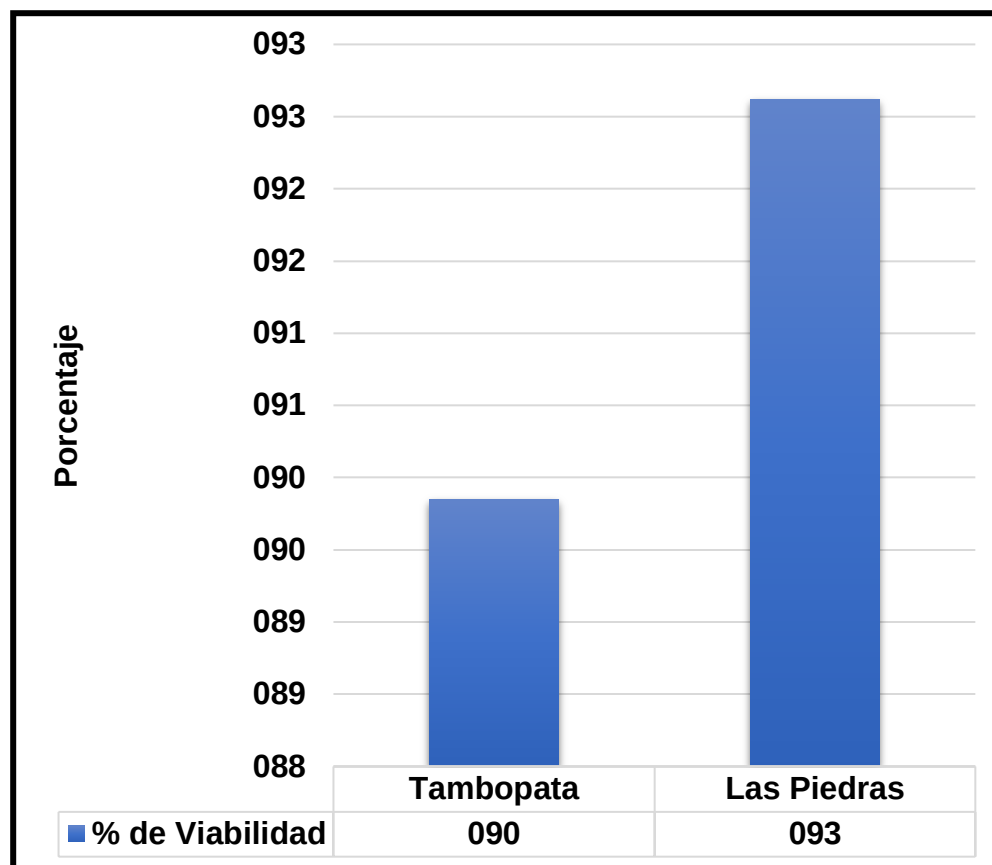


Figura 7: Diferencia cuantitativa del porcentaje de viabilidad

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.2 Determinación de la energía germinativa.

3.2.1 Velocidad de germinación

Los datos experimentales registrados de la velocidad de germinación de las semillas durante un periodo de 30 días de la especie forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 14.

Cuadro 14: Velocidad de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos

Procedencia	Tratamientos	Velocidad de Germinación (N semillas/día)
Tambopata	T1	12

Las piedras	T2	14
	T3	12
	T1	15
	T2	19
	T3	13

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 14, observa los resultados de la velocidad de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) procedentes del distrito de Tambopata bajo efecto de 3 tratamientos. El cuadro indica cuantas semillas germinaron por día por cada uno de los tratamientos en el ensayo, se puede observar que los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de germinación, T2 (**37%**) y T1 (**32%**), tienen un mayor número de semillas germinadas por día, T2 (**14**) y T1 (**12**) respectivamente; y, por último, el tratamiento con el porcentaje más bajo de germinación, el T3 (**31%**), con **12** semillas germinadas por día.

Para las semillas procedentes del distrito de Las Piedras bajo efecto de los 3 tratamientos, en el cuadro indica que los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de germinación fueron, el T2 (**40%**) y T1 (**32%**), ambos tienen un mayor número de semillas germinadas por día, T2 (**19**) y T1 (**15**) respectivamente; y, por último, el tratamiento con el porcentaje más bajo de germinación, el T3 (**28%**) con **13** semillas germinadas por día, tal y como se muestra en la figura 8.

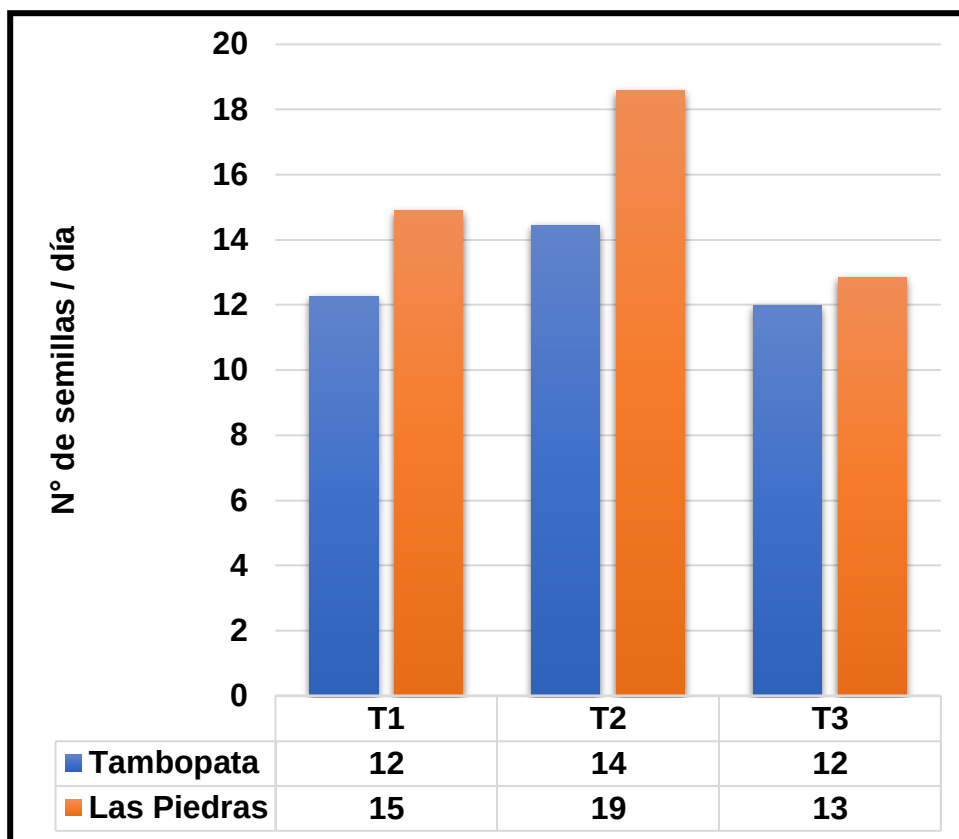


Figura 8: Diferencia cuantitativa de la velocidad de germinación de semillas de Shihuahuaco

Fuente: Elaboración propia, 2017.

De todo esto se puede expresar que existe una relación entre el porcentaje de germinación y la velocidad de germinación, en cuanto mayor es el porcentaje de germinación mayor será la velocidad de germinación; lo cual concuerda con el respectivo ensayo.

3.2.2 Tiempo medio de germinación

Los datos experimentales registrados del tiempo medio de germinación de las semillas durante un periodo de 30 días de la especie forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 15.

Cuadro 15: Tiempo medio de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos

Procedencia	Tratamientos	Tiempo medio de germinación (días)
Tambopata	T1	11
	T2	10
	T3	11
Las Piedras	T1	9
	T2	8
	T3	9

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El tiempo medio de germinación viene a ser el número de días necesarios para que germinen la mitad de las semillas con respecto al total de semillas que germinaron, observándose en el cuadro 15 los resultados por cada uno de los tratamientos en el ensayo.

El tratamiento con menor tiempo medio de germinación con las semillas procedentes del distrito de Tambopata fue el T2 con 10 días, seguidos por los tratamientos T1 y T3 con 11 días.

En cuanto a las semillas procedentes del distrito de Las Piedras, el tratamiento que presento menor tiempo medio de germinación fue T2 con 8 días, seguidos por los tratamientos T1 y T3 con 9 días, esto semejante a los resultados de las semillas procedentes del distrito de Tambopata, donde se observa que el T2 tuvo un menor tiempo medio de germinación en comparación con el T1 y T3; Esto se puede observar en la figura 9.

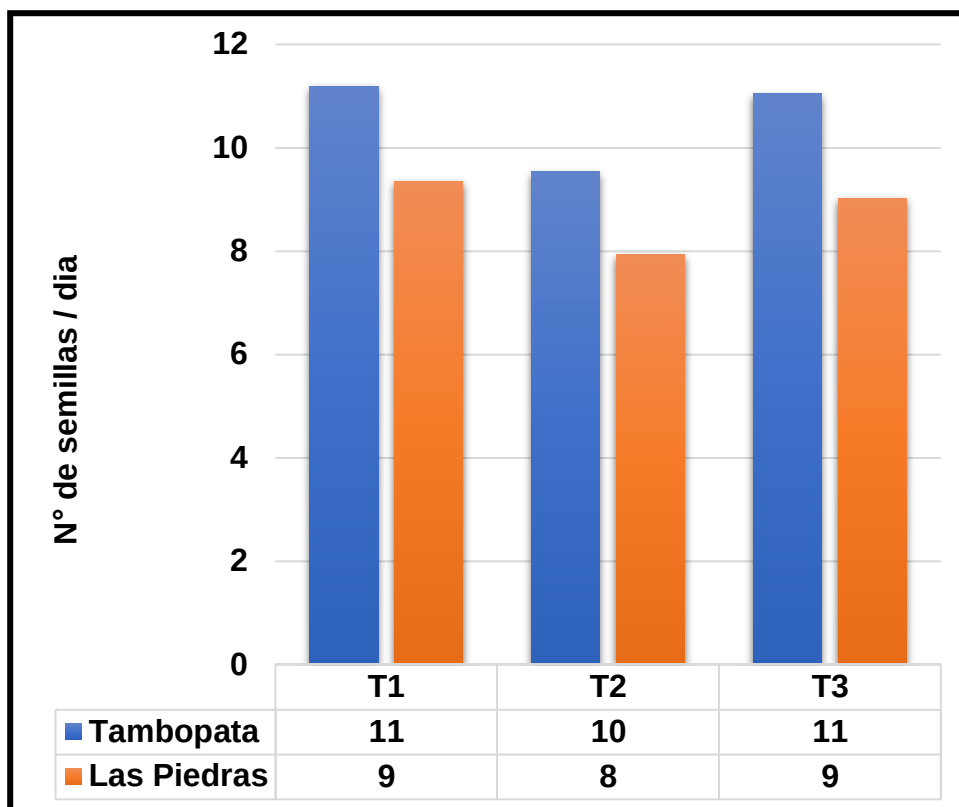


Figura 9: Diferencia cuantitativa del Tiempo medio de germinación de semillas de Shihuahuaco

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Flores y Rojas (2011), en su trabajo de investigación sobre tratamientos pre germinativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí), reporta que existe una relación entre el tiempo medio de germinación y el porcentaje de germinación, en el que mayor porcentaje de germinación, menor es el tiempo medio de estas, lo cual concuerda con lo reportado en el presente ensayo de investigación, donde para ambas procedencias estudiadas, el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de germinación fue en el T2, esto se puede observar en el cuadro 16, donde también fue el tratamiento que tuvo un mayor número de semillas germinadas en la mitad tiempo que duro el estudio, lo cual concuerda con lo mencionado por Flores y Rojas (2011).

3.2.3 Porcentaje de germinación

Los datos experimentales registrados del porcentaje de germinación de las semillas durante un periodo de 30 días de la especie forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 16.

Cuadro 16: Porcentaje de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos

Procedencia	N° de Repetición	Tratamientos		
		T1	T2	T3
Tambopata	R1	71	82	78
	R2	69	71	69
	R3	67	71	62
	R4	73	62	60
Las Piedras	R1	67	82	67
	R2	80	87	64
	R3	82	78	62
	R4	58	76	60
Promedio Tambopata		70	72	67
Promedio Las Piedras		72	81	63

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- T1 = Tratamiento Testigo.
- T2 = Exposición de temperatura de 40°C / 48 horas.
- T3 = Exposición de temperatura de 40°C / 96 horas.

En el cuadro 16, se observa los tratamientos, los cuales tuvieron efectos positivos sobre la germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco). En este cuadro las semillas procedentes del distrito de Tambopata, se observa que los tratamientos T1 y T2, tuvieron mayor porcentaje de germinación, donde, T2 (**72%**), seguido de T1 (**70%**); por último, se encuentra el T3 que logró el **67%** de germinación.

En cuanto a las semillas procedentes del distrito de Las Piedras se observa que los tratamientos T1 y T2, tuvieron mayor porcentaje de germinación, donde, T2 (**81%**), seguido de T1 (**72%**); por último, se encuentra el T3 que logró el **63%** de germinación.

Se puede ver que para ambos casos existe el mismo escenario, donde los tratamientos que obtuvieron mayor porcentaje de germinación fueron los T1 y T2, de los cuales el T2 tuvo mayor porcentaje de germinación; y al final se tiene al T3 con el menor porcentaje de germinación, esto se da para ambos casos.

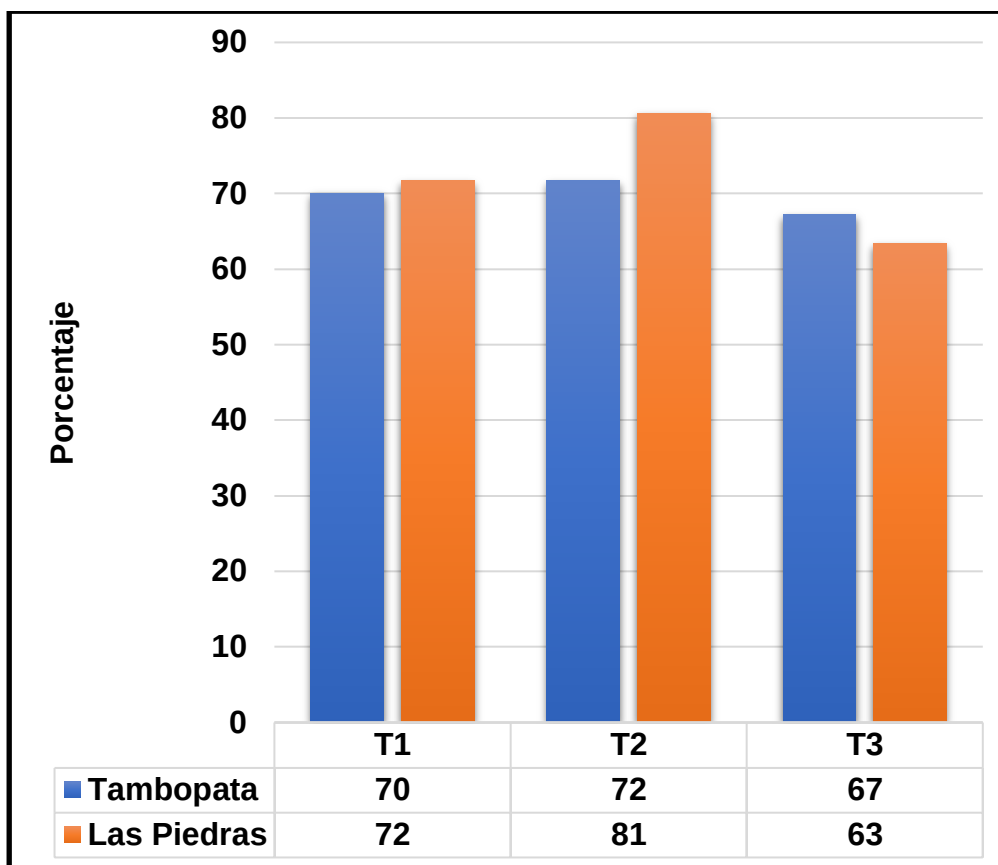


Figura 10: Porcentaje de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 10, se observa los porcentajes de germinación a nivel de vivero de las semillas de Shihuahuaco, en relación con los tratamientos aplicados en cada una de las procedencias.

En las semillas provenientes de ambas procedencias se puede observar que para ambos casos el tratamiento donde se obtuvo mayores porcentajes de germinación fue en el tratamiento T2 (40°C/48 h), donde en la procedencia 1 (distrito de Las Piedras) conto con un valor de **81%** de semillas germinadas y en el caso de la procedencia 2 (distrito de Tambopata) presento un valor de **72%** de semillas germinadas; seguidamente, en segundo se encuentra el T1 (Testigo), donde de igual manera para amabas procedencias este fue el que obtuvo el segundo valor más alto de germinación de las semillas, donde la procedencia 1, presento un **72%** de germinación y la procedencia 2 un **70%** de semillas germinadas; en tercer lugar se tiene al tratamiento T3 (40°C/96 h), donde para ambos casos fue el tratamiento donde se obtuvieron menores valore en cuanto a germinación de semillas, donde en la procedencia 1, se

obtuvo un **63%** de germinación y en la procedencia 2, presento un **67%** de semillas germinadas, en base a los resultados presentados en el cuadro 16 y figura 10 se pueda observar que para ambas procedencias presentaron similitudes en cuanto a los resultados obtenidos por cada uno de los tratamientos, donde el tratamiento que se obtuvo mejores resultados en cuanto a porcentajes de germinación fue el tratamiento T2 (40°C/48 h) y a raíz de esto se puede dar a conocer que las semilla que fueron sometidas a este tratamiento son más vigorosas, a diferencias de los otros dos tratamientos presentes en el estudio.

Para determinar si existe o no diferencia significativa entre las procedencias y los tratamientos, se efectuó el análisis estadístico, considerando al análisis de varianza en primer lugar para conocer si existe o no diferencia entre las procedencias en base a los tratamientos evaluados y posteriormente se aplicó la prueba de Tukey para determinar si existe o no diferencia entre los tratamientos.

3.2.4 Tiempo de germinación

Los datos experimentales registrados del tiempo de germinación de las semillas durante un periodo de 30 días de la especie forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 17.

Cuadro 17: Tiempo de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos

Procedencia	Tratamientos	Inicio de la germinación (días)	Periodo de germinación (días)	Tiempo de germinación (días)
Tambopata	T1	5	20	25
	T2	5	16	21
	T3	4	19	23
Las Piedras	T1	4	14	18
	T2	4	12	16
	T3	5	11	16

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 17, se observa el tiempo de germinación, inicio de la germinación y periodo de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos.

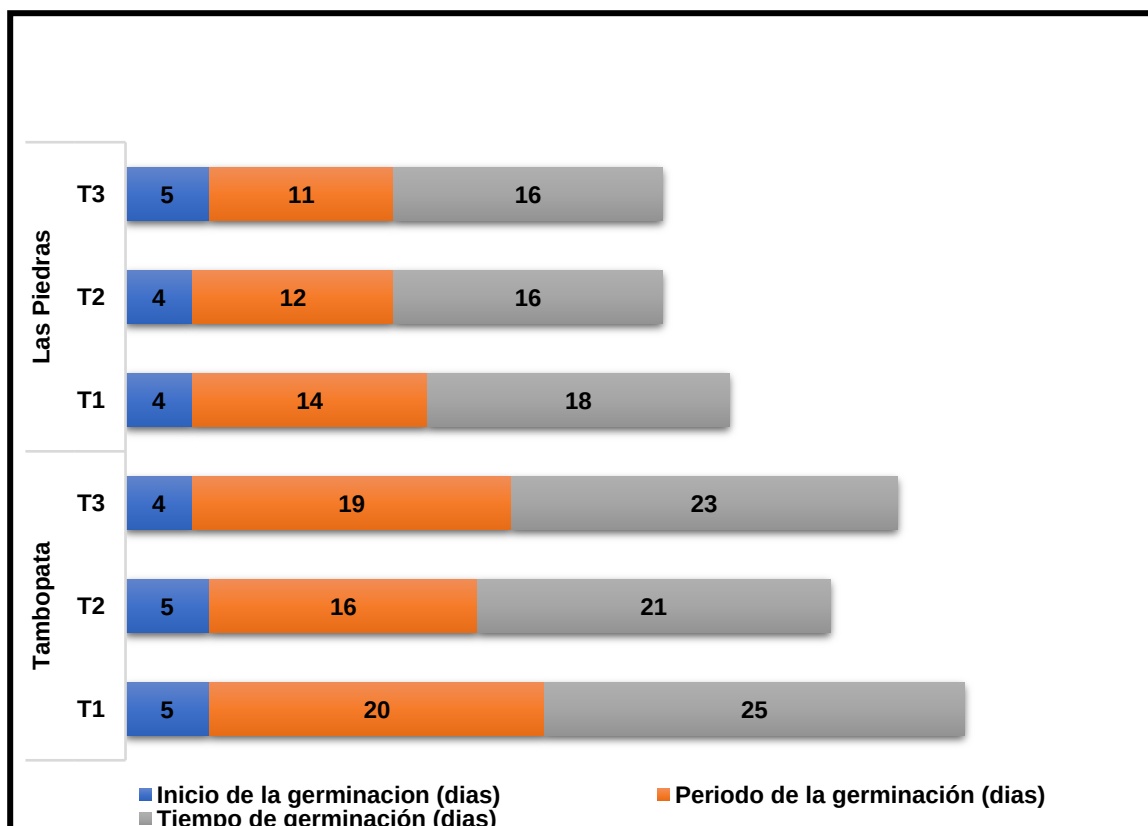


Figura 11: Tiempo de germinación de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 11, se observa que, para las semillas procedentes del distrito de Tambopata, el tratamiento T3 tuvo el menor inicio de germinación, es decir, la primera germinación se produjo a los 4 días de la siembra de las semillas y finalmente los tratamientos T1 y T2 a los 5 días.

Con respecto al periodo de germinación, es decir, el nivel de tiempo en el que se produjeron las germinaciones, las semillas provenientes del distrito de Tambopata; el tratamiento T2 tuvo el menor periodo de germinación, de 16 días; seguido por los tratamientos T3 con 19 días; y finalmente el T1 con 20 días.

Con relación al tiempo de germinación, siendo este la suma del inicio de la germinación y el periodo de germinación, las semillas provenientes del distrito de Tambopata, se tiene que el tratamiento con menor tiempo de germinación es el T2 con 21 días de duración, seguido de T3 con un tiempo de germinación de 23 días de duración y finalmente el T1 con 25 días de duración.

Para las semillas provenientes del distrito de Las Piedras, se observa que los tratamientos T1 y T2, ambos casos tuvieron el menor inicio de germinación, la primera germinación para ambos casos se produjo a los 4 días después de la siembra de las semillas y finalmente el tratamiento T3 a los 5 días.

Con respecto al periodo de germinación, para las semillas provenientes del distrito de Las Piedras; el tratamiento T3, tuvo el menor periodo de germinación, de 11 días; seguido por los tratamientos T2 con 12 días y finalmente el T1 con 14 días.

En cuanto a la relación de tiempo de germinación para las semillas provenientes del distrito de Las Piedras, los tratamientos que presentaron menores tiempos de germinación son el T2 y T3, ambos con un tiempo de germinación de 16 días de duración y finalmente el T1 con 18 días de duración.

En el presente proyecto, con las semillas provenientes del distrito de Tambopata, las muestras que fueron sometidas al tratamiento T2 (**40°C / 48 horas**) tuvieron el menor tiempo de germinación (21 días) y presento mayor porcentaje de germinación (**72%**) que los demás tratamientos en el estudio.

Para las semillas provenientes del distrito de Las Piedras, al igual que las semillas provenientes del distrito de Tambopata; ambas presentaron un menor tiempo de germinación de las semillas empleando el tratamiento T2 (**40°C / 48 horas**) y T3 (**40°C / 96 horas**), los cuales tuvieron un tiempo de germinación de (16 días), de los cuales el que presento mayor porcentaje de germinación fue el tratamiento T2 con (**81%**) a diferencia de los demás tratamientos.

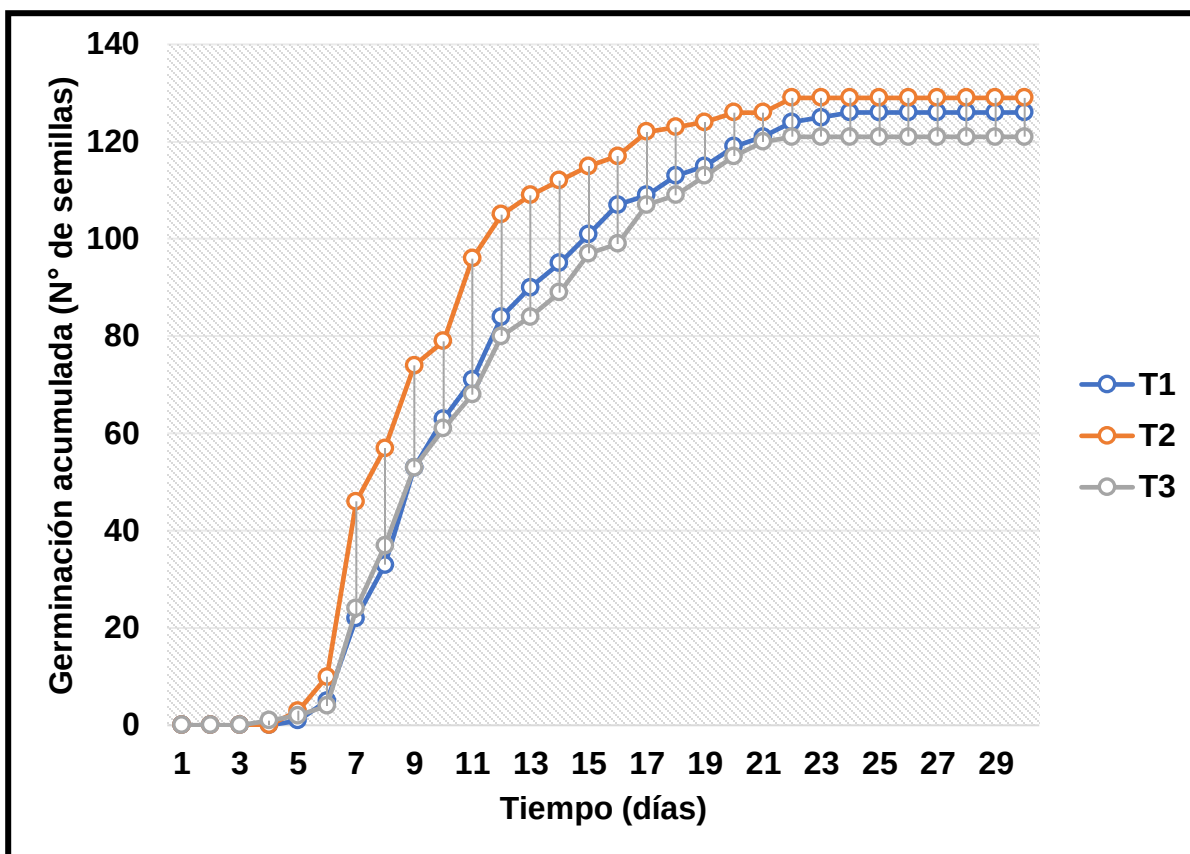


Figura 12: Comparación de la germinación acumulada de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) provenientes del Distrito de Tambopata bajo el efecto de 3 tratamientos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 12, se observa la germinación acumulada en el tiempo (días) por cada tratamiento en el ensayo de las semillas procedentes del distrito de Tambopata, donde se observa que a partir del día 24, estas tienden a estabilizarse, hasta detenerse por completo la germinación, siendo notorio en cada uno de los tratamientos, **estos resultados se pueden ver**

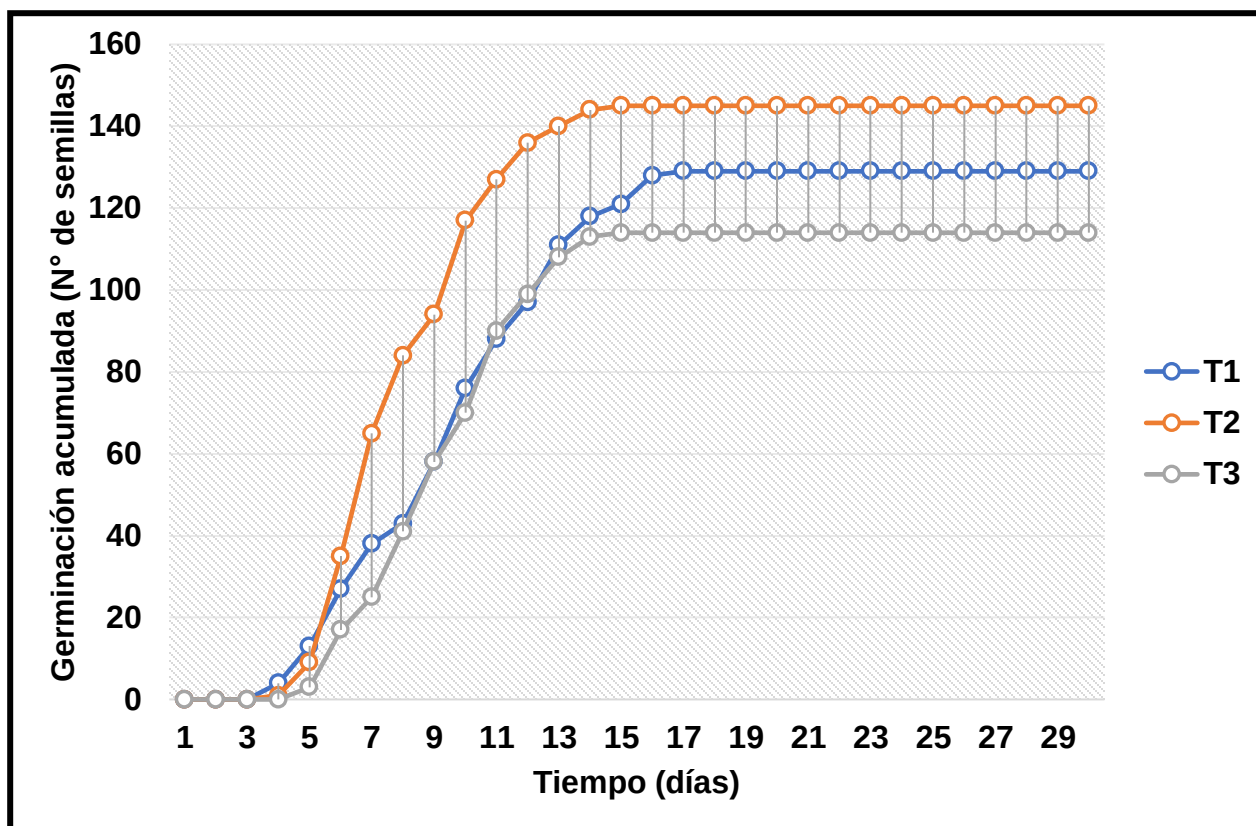


Figura 13: Comparación de germinación acumulada de semillas de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) provenientes del Distrito de las Piedras bajo el efecto de 3 tratamientos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 12, se observa la germinación acumulada en el tiempo (días) por cada tratamiento en el ensayo de las semillas procedentes del distrito de Las Piedras, donde se observa que a partir del día 17, estas tienden a estabilizarse, hasta detenerse por completo la germinación, siendo notorio en cada uno de los tratamientos.

3.3 Altura de planta (30 días después de la germinación)

Los datos experimentales registrados de la altura de las plantas pasado un periodo de 30 días después de la germinación de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 18.

Cuadro 18: Altura de la planta de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	21,40	25,28	21,77	22,05	90,49	22,62
	T2	22,48	20,41	21,18	20,98	85,05	21,26
	T3	22,35	20,16	23,36	22,68	88,55	22,14
Las Piedras	T1	22,02	20,00	21,25	22,58	85,84	21,46
	T2	21,99	21,70	21,41	23,35	88,44	22,11
	T3	22,62	20,03	22,99	23,24	88,87	22,22

Fuente: Elaboración propia, 2017.

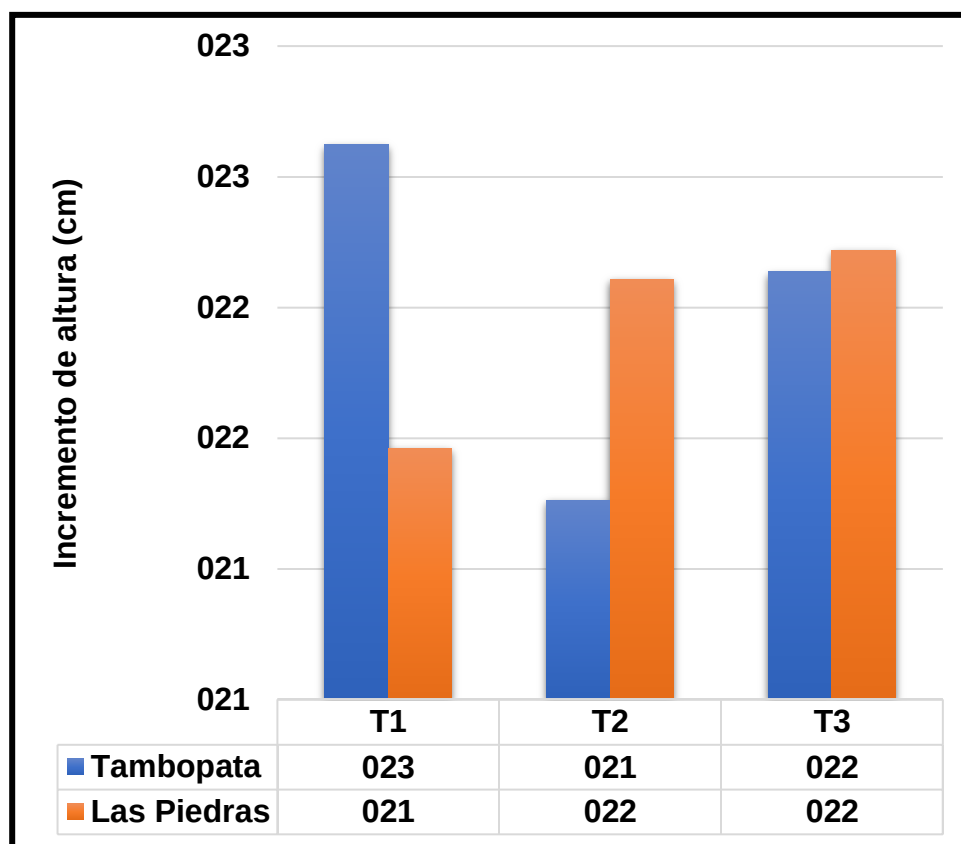


Figura 14: Altura de planta de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Las plantas a los 30 días de después de haberse producido la germinación en cada uno de los tratamientos efectuados en el estudio, se puede observar que para las

plantas provenientes del distrito de Tambopata el tratamiento que alcanzó mayor altura en un periodo de 30 días después de la germinación fue el T1 con una altura promedio de **22,62** y en cuanto a las plantas provenientes del distrito de Las Piedras fue el T3 con una altura promedio de **22,22**, en cuanto a los tratamientos que presentaron una menor altura promedio para las plantas provenientes del distrito de Tambopata fue el T2 con **21,26** y para las del distrito de Las Piedras fue el T1 con **21,46**, cabe mencionar que para todos los casos, de acuerdo con los rangos establecidos (cuadro 6), estas se encuentran dentro de los rangos aceptables de los parámetros de calidad de plantas latifoliadas, y estos resultados se pueden observar en el cuadro 18, donde las diferencias se presentan mucho más claro en la figura 14.

3.4 Diámetro de planta (30 días después de la germinación)

Los datos experimentales registrados del diámetro de las plantas pasado un periodo de 30 días después de la germinación de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 19.

Cuadro 19: Diámetro de la planta de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	3,96	3,93	4,08	3,87	15,83	3,96
	T2	4,07	3,83	3,83	3,56	15,28	3,82
	T3	3,55	3,71	3,63	3,80	14,68	3,67
Las Piedras	T1	3,68	3,66	3,82	3,83	14,99	3,75
	T2	3,82	3,49	3,55	3,88	14,72	3,68
	T3	3,87	3,71	3,77	3,99	15,33	3,83

Fuente: Elaboración propia, 2017.

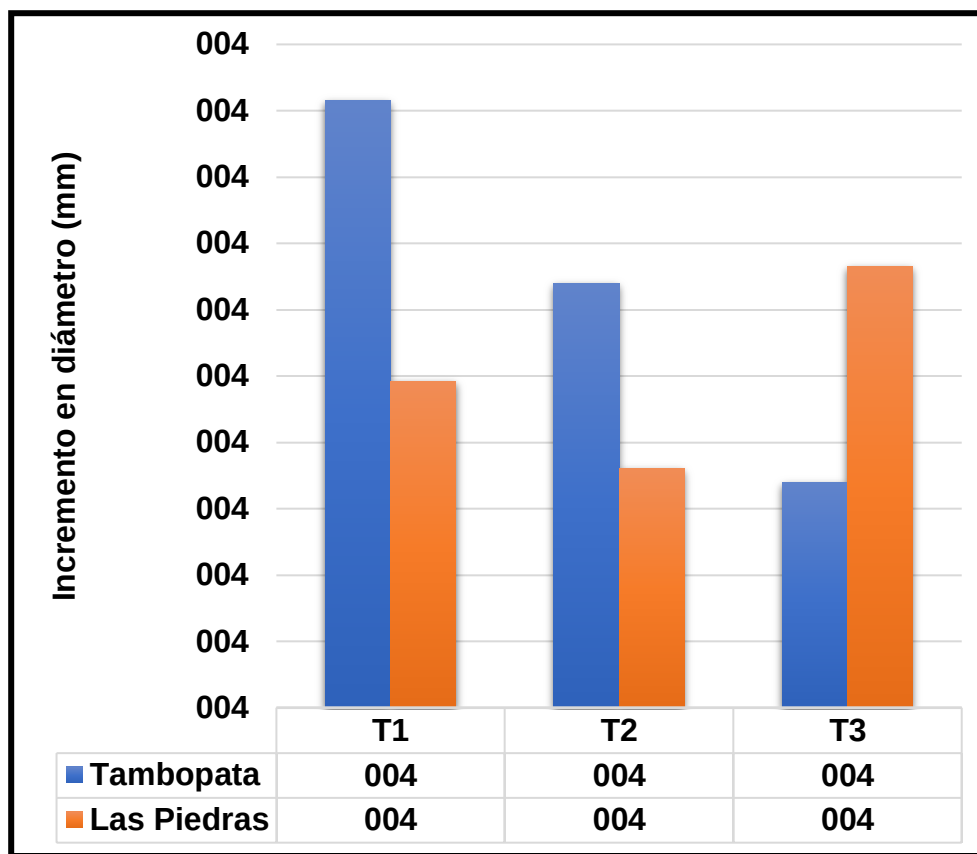


Figura 15: Diámetro de planta de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los diámetros de las plantas producidas en un periodo de 30 días después de la germinación, se observa en el cuadro 19 que el tratamiento que obtuvo un mayor diámetro promedio entre las procedencias fue el T1 con **3,96 mm** las cuales provienen del distrito de Tambopata, mientras el tratamiento que presento menor diámetro en esta procedencia es el T3 con **3,67 mm**, caso contrario sucede para el caso de las plantas provenientes del distrito de Las Piedras, el tratamiento que presento mejor condiciones en cuanto a diámetro es el T3 con **3.83 mm** y un menor diámetro en el T2 con **3.68 mm**, estas variaciones se pueden ver y entender mucho mejor en la figura 15; cabe mencionar que cada uno de los resultados se encuentran dentro de los rangos aceptables (cuadro 6), donde para ambas procedencias, estas estarían consideradas dentro de una clasificación media (M).

3.5 Índice de Robustez (30 días después de la germinación)

Los datos experimentales registrados del índice de Robustez de las plantas pasado un periodo de 30 días después de la germinación de las plántulas de la especie

forestal proveniente de ambas procedencias de estudio, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 20.

Cuadro 20: Índice de Robustez de planta de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en un periodo de 30 días después de la germinación

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	5,47	6,47	5,28	5,72	22,94	5,73
	T2	5,55	5,54	5,50	5,92	22,50	5,63
	T3	6,36	5,46	6,46	5,99	24,27	6,07
Las Piedras	T1	6,01	5,52	5,64	5,99	23,15	5,79
	T2	5,75	6,26	6,06	6,06	24,13	6,03
	T3	5,97	5,35	6,20	5,79	23,31	5,83

Fuente: Elaboración propia, 2017.

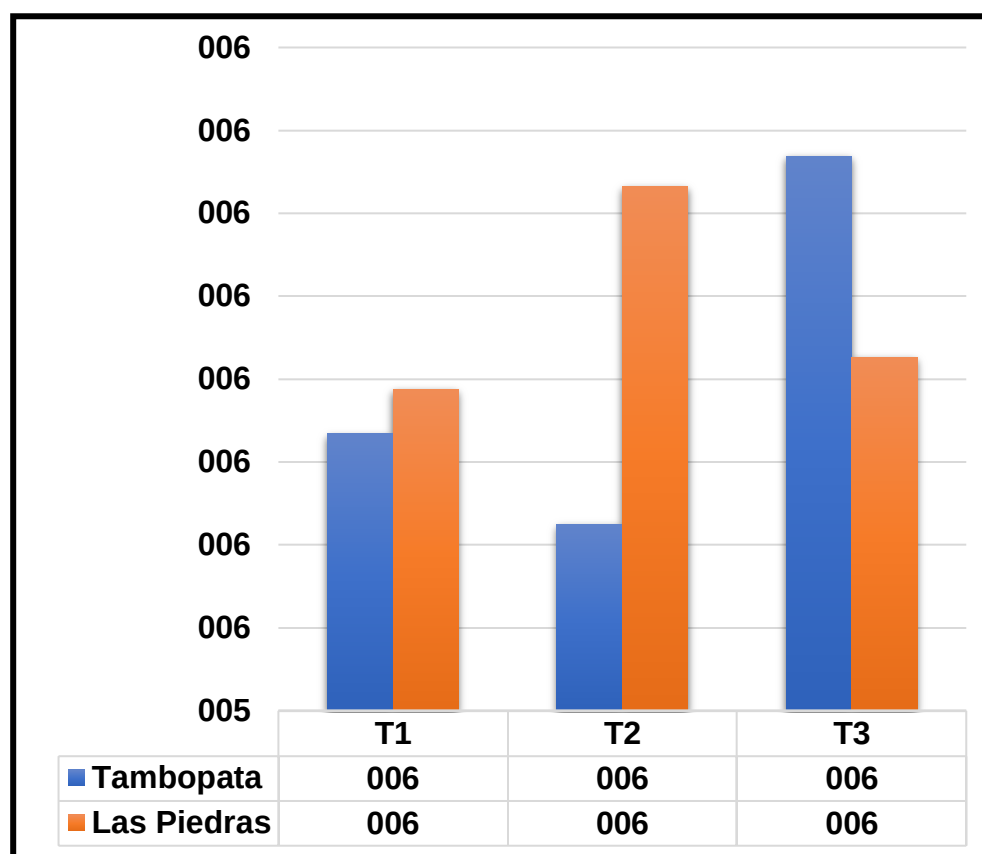


Figura 16: Índice de Robustez de planta de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) bajo el efecto de 3 tratamientos en 30 días después de la germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En relación al índice de Robustez de las plantas en un periodo de 30 días después de la germinación, los valores obtenidos muestran en el cuadro 20, donde el índice de Robustez para las plantas provenientes del distrito de Tambopata el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue el T2 con **5,63** y la de menor valor el T3 con **6,07**, para el caso de las plantas provenientes del distrito de Las Piedras se observa que el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue el T1 con **5,79** y el que obtuvo un menor valor fue el T2 con **6,03**. Sáenz *et al.* (2010), Rueda-Sánchez *et al.* (2014), Vicente *et al.* (2007), recomiendan que mientras menor valor se obtengan en la relación altura/diámetro para especies tropicales abra un mayor vigor en la planta.

3.6 Análisis de calidad de planta (60 días después de la germinación)

3.6.1 Crecimiento en altura

Los datos experimentales registrados en altura de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 22.

Cuadro 21: Incremento en altura de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	29,03	30,30	28,27	28,50	116,09	29,02
	T2	30,33	26,45	27,05	29,56	113,38	28,35
	T3	30,64	28,58	28,52	28,29	116,02	29,01
Las Piedras	T1	30,14	27,47	28,82	30,37	116,80	29,20
	T2	28,46	28,01	27,26	29,83	113,55	28,39
	T3	28,19	27,13	29,06	29,40	113,78	28,44

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 22: Valores de calidad de la altura de las evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación

Lugar	Tratamiento	Promedio	Calidad
Tambopata	T1	29,02	A
	T2	28,35	A
	T3	29,01	A
Las Piedras	T1	29,20	A

	T2	28,39	A
	T3	28,44	A

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 23, se observa los resultados obtenidos de las evaluaciones de altura de las plántulas, por cada uno de los tratamientos, provenientes de ambas procedencias, el cual se encuentra representado con el valor de calidad obtenido en base a las evaluaciones realizadas; y los parámetros de calidad recomendados (cuadro 6).

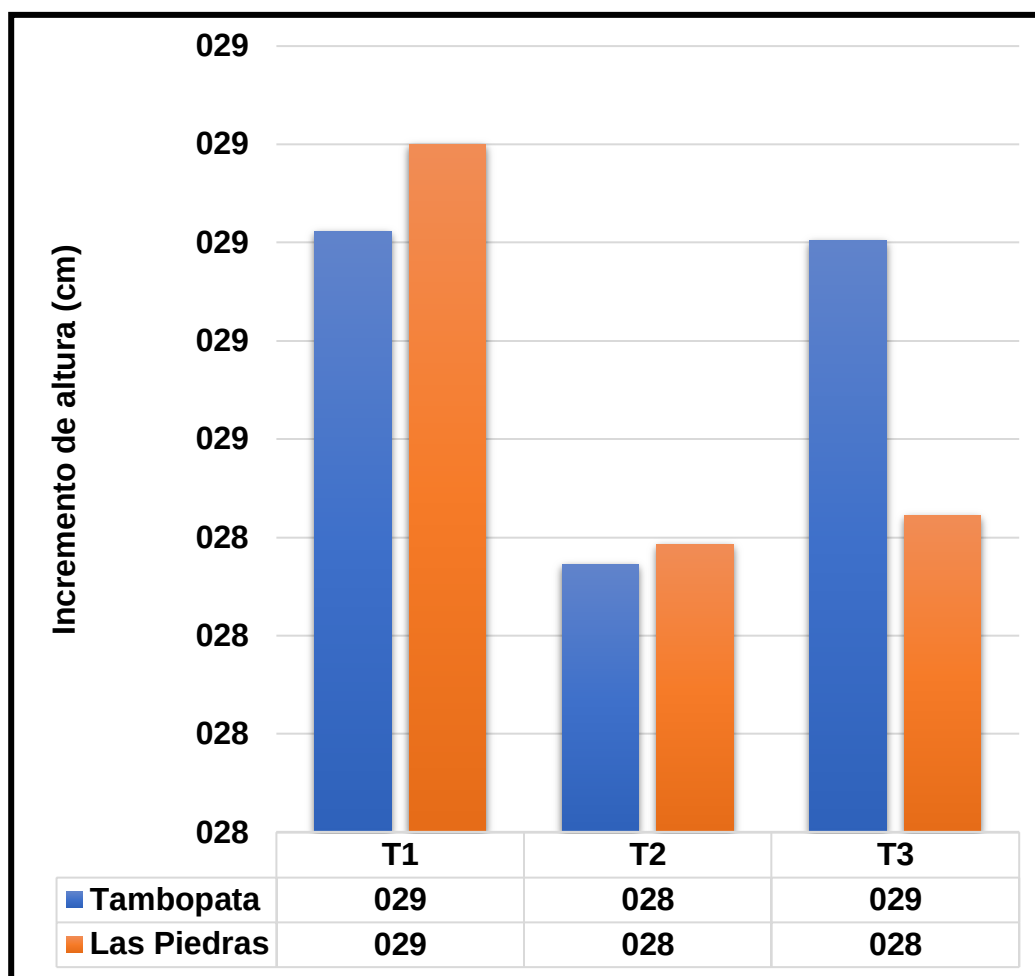


Figura 17: Promedio de incremento en altura de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de la germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los valores registrados en altura fluctuaron en base a los tratamientos que fueron sometidas las semillas provenientes de ambas procedencias; para las plantas provenientes del distrito de Tambopata se observa que el tratamiento que presentó mayor Altura promedio en las plantas fue el T1, el cual presentó una altura de **29,02** cm, seguido de T3 con **29,01** cm de altura; y el tratamiento que presentó menor rango de altura fue el T2 con **28,35** cm de altura en las plantas.

Para las plantas provenientes del distrito de Las Piedras, al igual que las del distrito de Tambopata, para ambos casos, la prueba que presentó mayor Altura promedio en las plantas, fueron aquellas sometidas al tratamiento T1, con un rango de crecimiento de **29,20** cm, seguido del T3 con **28,44** cm de altura; y el tratamiento que presentó menor rango de altura fue el T2 con **28,39** cm de altura de las plantas.

En base a lo observado se puede deducir que, para ambos casos, los tratamientos que presentaron mayor rango de Altura fue el T1; y con un menor rango de Altura el T2; de todos los resultados presentados en cada uno de los tratamientos, para ambas procedencias; estos presentaron valores altos de acuerdo a lo recomendado (cuadro 6), donde se establece que el intervalo adecuado es de **12,0 a 15,0** cm. Por lo tanto, los resultados obtenidos en los tratamientos realizados de cada uno de los tratamientos provenientes de ambas procedencias se encuentran dentro una clasificación alta (cuadro 23). Estos resultados presentaron valores de calidad “A” para cada uno de los tratamientos en los cuales fueron sometidas cada una de las muestras evaluadas.

3.6.2 Crecimiento en diámetro

Los datos experimentales registrados en diámetro de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias, esto se ve reflejado en el cuadro 24.

Cuadro 23: Incremento en diámetro de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 día de germinación

Lugar	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	4,21	4,11	4,39	4,18	16,89	4,22
	T2	4,61	4,19	4,06	4,14	16,98	4,25
	T3	4,15	3,98	4,07	4,21	16,41	4,10
Las Piedras	T1	4,12	4,09	4,34	4,34	16,89	4,22
	T2	4,23	3,89	3,95	4,33	16,39	4,10

	T3	4,23	4,26	4,28	4,35	17,11	4,28
--	----	------	------	------	------	--------------	-------------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 24: Valores de calidad del diámetro de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación

Lugar	Tratamiento	Promedio	Calidad
Tambopata	T1	4,22	M
	T2	4,25	M
	T3	4,10	M
Las Piedras	T1	4,22	M
	T2	4,10	M
	T3	4,28	M

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 25, se observa los resultados obtenidos de las evaluaciones del diámetro de las plántulas, por cada uno de los tratamientos, provenientes de ambas procedencias, el cual se encuentra representado con el valor de calidad obtenido en base a las evaluaciones realizadas; y los parámetros de calidad recomendados (cuadro 6).

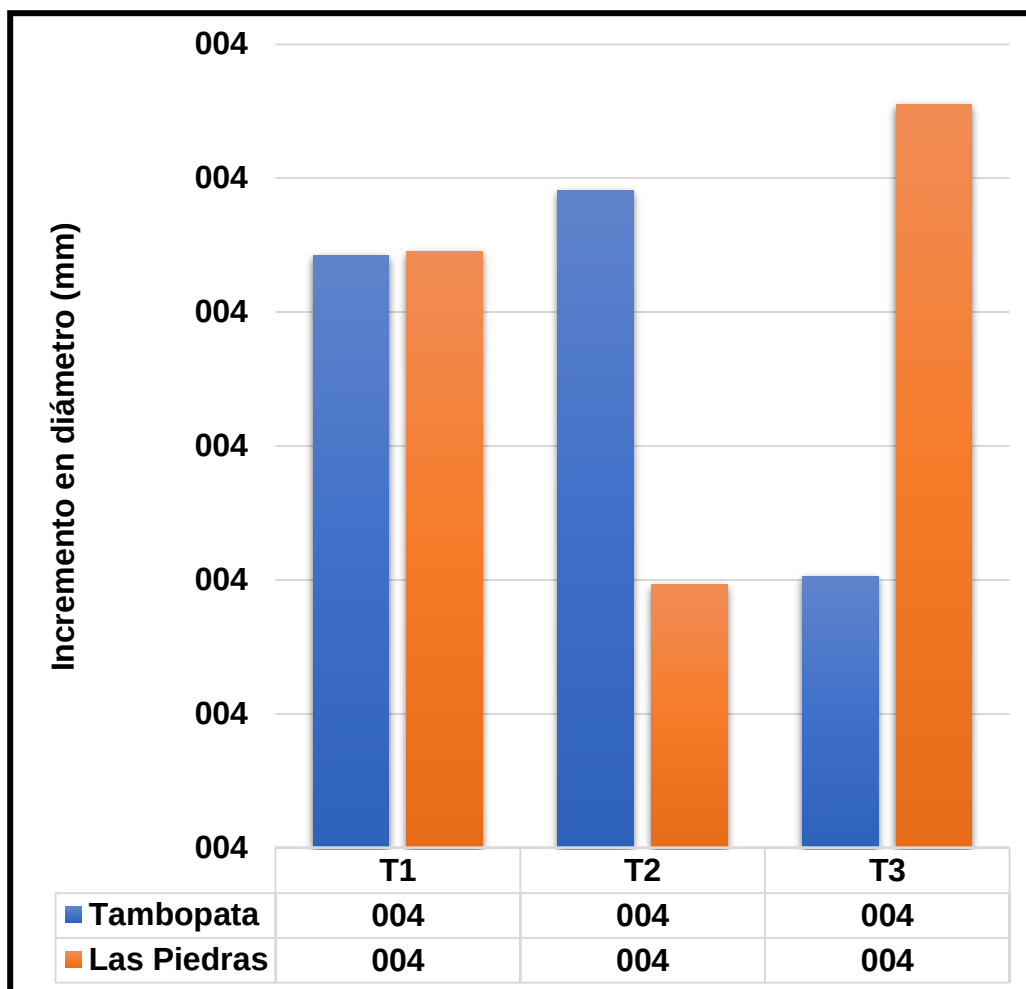


Figura 18: Promedio de incremento en diámetro de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamientos, después de los 60 días de germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Asimismo, en diámetro de cuello de la raíz se observa que, para las plantas provenientes del Distrito de Tambopata, el tratamiento que presentó mayor incremento en diámetro fue el T2 con **4,25** cm, seguido del T1 con **4,22** cm; y finalmente el T3 con un menor incremento de diámetro de **4,10** cm.

Para las plantas provenientes del distrito de Las Piedras, al igual que las del distrito de Tambopata, presentaron mayor incremento en diámetro en las plantas, aquellas que fueron sometidas al tratamiento T1, con un rango de crecimiento de **4,22** mm, seguido del T3 con **4,28** mm de diámetro; y el tratamiento que presentó menor rango de diámetro fue el T2 con **4,10** mm de diámetro de las plantas; Para Sáenz *et al.* (2010), Rueda-Sánchez *et al.* (2014), Vicente *et al.* (2014), el parámetro de calidad de diámetro lo definieron

de 2,5 a 5,0 mm. Por lo tanto, los resultados obtenidos en los tratamientos realizados para ambas procedencias son casi satisfactorios; Por lo tanto, los resultados de cada uno de los tratamientos proveniente de ambas procedencias se encuentran dentro de una clasificación media (cuadro 25). Estos resultados presentaron valores de calidad “M” para cada uno de los tratamientos en los cuales fueron sometidas cada una de las muestras evaluadas.

En base a lo demostrado se puede observar que existe una relación entre la altura y el diámetro de la planta; a mayor altura que presenta la planta, menor es el diámetro de las mismas; y mientras menor es la altura que presenta la planta, mayor es el diámetro que presentan las plantas.

3.6.3 Índice de Robustez

Los datos experimentales registrados del índice de robustez de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 26.

Cuadro 25: Índice de Robustez de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	6,99	7,40	6,40	6,84	27,63	6,91
	T2	6,59	6,45	6,63	7,18	26,85	6,71
	T3	7,34	7,16	7,04	6,72	28,26	7,06
Las Piedras	T1	7,31	6,67	6,73	7,08	27,79	6,95
	T2	6,70	7,19	6,93	6,92	27,75	6,94
	T3	6,75	6,34	6,90	6,72	26,71	6,68

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 26: Valores del Índice de Robustez de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación

Lugar	Tratamiento	Promedio	Calidad
Tambopata	T1	6,91	M
	T2	6,71	M
	T3	7,06	M
	T1	6,95	M

Las Piedras	T2	6,94	M
	T3	6,68	M

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 27, se observa los resultados obtenidos de las evaluaciones del Índice de robustez de las plántulas, por cada uno de los tratamientos, provenientes de ambas procedencias, el cual se encuentra representado con el valor de calidad obtenido en base a las evaluaciones realizadas; y los parámetros de calidad recomendados (cuadro 6).

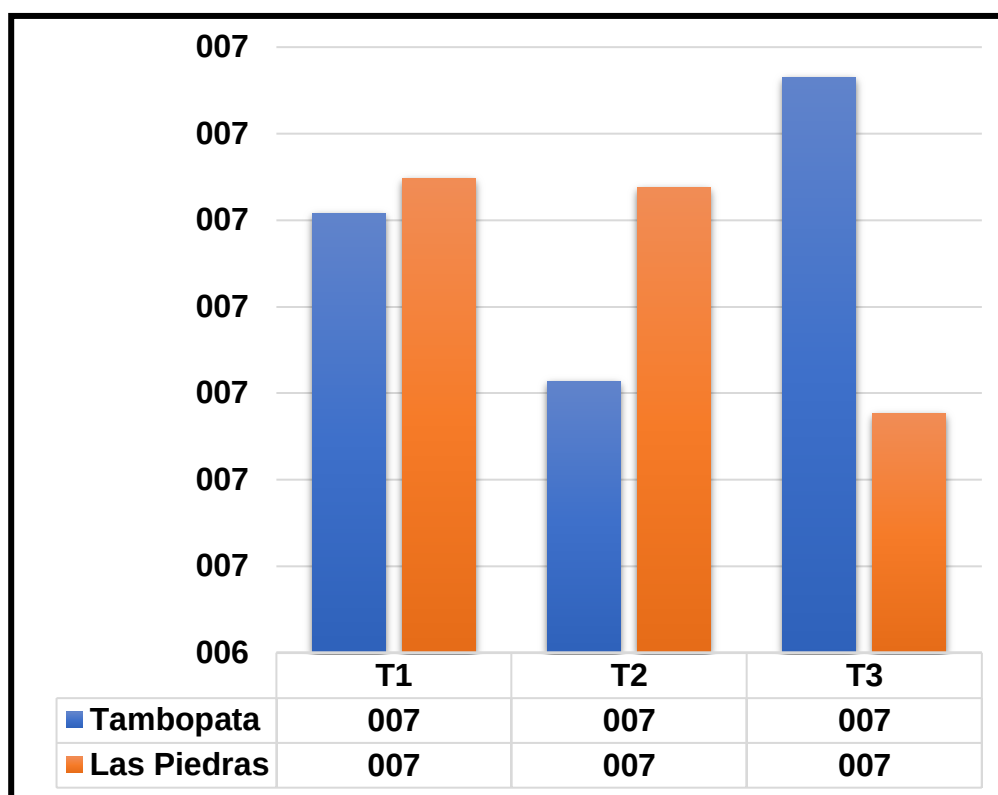


Figura 19: Promedio de Índice de Robustez de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El Índice de Robustez de las plantas provenientes del distrito de Tambopata, el tratamiento que presentó mejor valor en cuanto al Índice de Robustez en las plantas fue el T2, el cual presentó un índice de **6,71**, seguido de T1 con **6,91**; y el tratamiento que presentó menor valor en cuanto al Índice de Robustez fue el T3 con **7,06**.

Para las plantas provenientes del distrito de Las Piedras, esta presento mejor valor en cuanto al Índice de Robustez en aquellas semillas que fueron sometidas al tratamiento T3 con un índice de **6,68**, seguido de los tratamientos T2 con **6,94** y T1 con **6,95** de índices de Robustez en las plantas, los cuales fueron los que presentaron valores menores. Para **Sáenz et al. (2010)**, **Rueda-Sánchez et al. (2014)**, **Vicente et al. (2014)**, el parámetro de calidad de Índice de Robustez lo definieron de **6,0 a 8,0**. Por lo tanto, los resultados obtenidos en los tratamientos realizados para ambas procedencias se encuentran dentro de una clasificación media (Cuadro 27). El índice de robustez resulto con valores de calidad “M” para cada uno de los tratamientos en los cuales fueron sometidas cada una de las muestras evaluadas, en base a los valores obtenidos se observa que en la medida en la que las relaciones altura/diámetro, sean menores, en el caso de especies tropicales, estas presentaran mayor vigor de la planta (**Vicente, Rutilio, Olga, y Gustavo, 2007**). La distribución del índice de Robustez mostró homogeneidad para ambas procedencias.

3.6.4 Relación biomasa seca aérea/biomasa radical

Los datos experimentales registrados de la relación biomasa seca aérea/biomasa radical de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 28.

Cuadro 27: Relación Biomasa seca aérea/biomasa radical de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	4,09	3,40	3,66	3,42	14,56	3,64
	T2	3,75	3,42	3,50	3,52	14,19	3,55
	T3	3,76	3,82	3,16	3,35	14,08	3,52
Las Piedras	T1	3,24	3,57	3,39	3,38	13,58	3,39
	T2	3,82	3,87	4,02	3,75	15,47	3,87
	T3	3,62	3,78	3,73	3,40	14,53	3,63

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 28: Valores de la Relación Biomasa seca aérea/biomasa radical de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación

Lugar	Tratamiento	Promedio	Calidad
-------	-------------	----------	---------

Tambopata	T1	3,64	B
	T2	3,55	B
	T3	3,52	B
Las Piedras	T1	3,39	B
	T2	3,87	B
	T3	3,63	B

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 29, se observa los resultados obtenidos de las evaluaciones de la Relación de biomasa seca aérea/biomasa radical de las plántulas, por cada uno de los tratamientos, provenientes de ambas procedencias, el cual se encuentra representado con el valor de calidad obtenido en base a las evaluaciones realizadas; y los parámetros de calidad recomendados (cuadro 6).

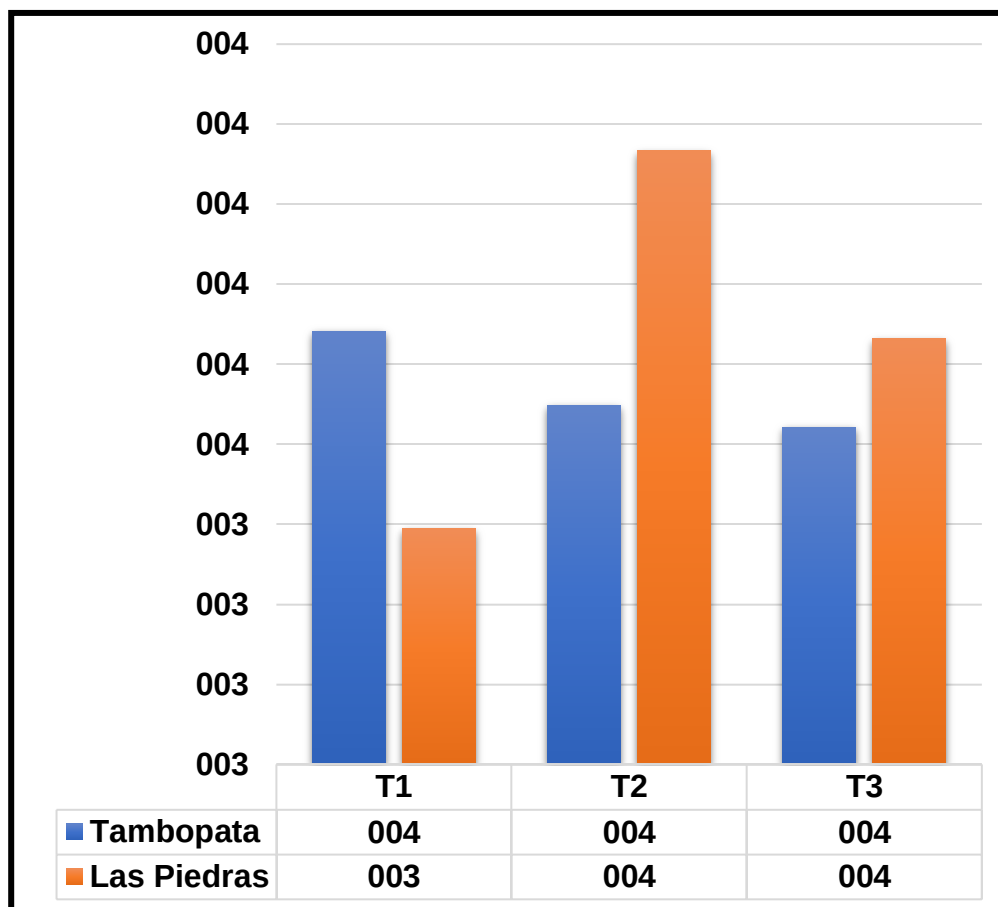


Figura 20: Promedio de la Relación Biomasa seca aérea/biomasa radical de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La relación entre biomasa seca de aérea/biomasa radical en ninguno de los casos presentó valores dentro del intervalo o rango recomendado (cuadro 6).

Estos resultados indican la existencia de raíces poco desarrolladas en relación con la parte aérea de las plantas, características que pueden disminuir la resistencia al estrés hídrico en campo (Prieto, Sigala, y RE, 2009). Para ambos casos se consideran de baja calidad para esta variable. Este índice presenta valores de calidad “B” para cada uno de los tratamientos en los cuales fueron sometidas cada una de las muestras evaluadas tal y como se puede observar en el cuadro 29.

3.6.5 Índice de calidad de Dickson

Los datos experimentales registrados del Índice de calidad de Dickson de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 30.

Cuadro 29: Índice de calidad de Dickson de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	0,26	0,29	0,32	0,28	1,15	0,29
	T2	0,45	0,27	0,28	0,30	1,30	0,32
	T3	0,31	0,27	0,28	0,32	1,18	0,30
Las Piedras	T1	0,33	0,30	0,35	0,35	1,33	0,33
	T2	0,29	0,25	0,26	0,33	1,12	0,28
	T3	0,31	0,30	0,34	0,35	1,30	0,32

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 30: Valores del Índice de calidad de Dickson de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 día de germinación

Lugar	Tratamiento	Promedio	Calidad
-------	-------------	----------	---------

Tambopata	T1	0,29	M
	T2	0,32	M
	T3	0,30	M
Las Piedras	T1	0,33	M
	T2	0,28	M
	T3	0,32	M

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 31, se observa los resultados obtenidos de las evaluaciones del índice de calidad de Dickson de las plántulas, por cada uno de los tratamientos, provenientes de ambas procedencias, el cual se encuentra representado con el valor de calidad obtenido en base a las evaluaciones realizadas; y los parámetros de calidad recomendados (cuadro 6).

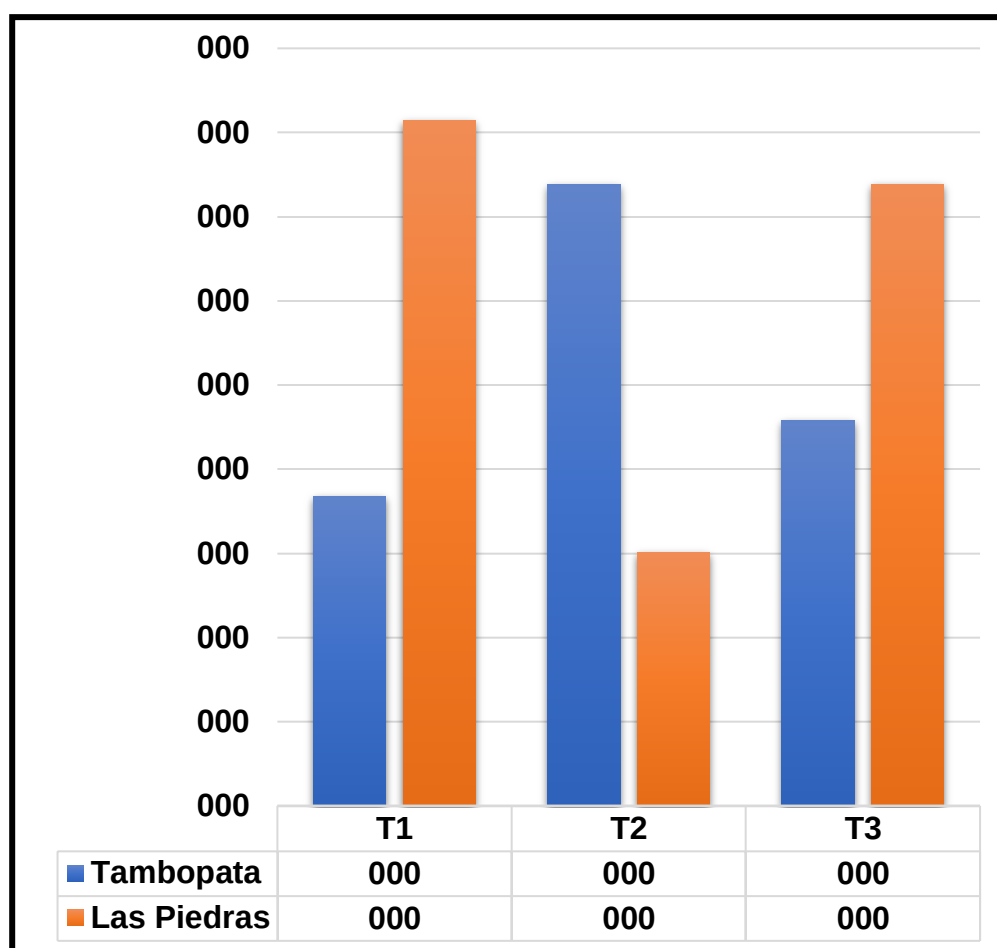


Figura 21: Promedio del Índice de calidad de Dickson de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

A partir de los parámetros de calidad sugeridos (cuadro 6), la calidad de planta se consideró media (Cuadro 31) para el Shihuahuaco *Dipteryx micrantha* provenientes de ambas procedencias (distritos de Tambopata y Las Piedras), ambas pertenecientes a un bosque de terraza con rodales de castaña. El índice de calidad de Dickson, que integra los parámetros de altura, diámetro y peso resulto con valores de calidad “M” para cada uno de los tratamientos en los cuales fueron sometidas cada una de las muestras evaluadas.

3.6.6 Índice de Lignificación

Los datos experimentales registrados del Índice de Lignificación de las plántulas de la especie forestal proveniente de ambas procedencias, y esto a su vez sometida a sus respectivos tratamientos, esto se ve reflejado en el cuadro 32.

Cuadro 31: Índice de Lignificación de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia, tratamiento y número de lote, después de 60 días de germinación

Procedencia	Tratamiento	N° de Repetición				Suma	Promedio
		I	II	III	IV		
Tambopata	T1	38,82	43,71	44,10	41,53	168,16	42,04
	T2	43,79	39,68	44,58	44,85	172,90	43,22
	T3	52,67	47,73	45,25	41,73	187,39	46,85
Las Piedras	T1	46,36	43,93	42,43	43,09	175,82	43,95
	T2	47,28	42,61	45,36	43,50	178,74	44,69
	T3	40,56	41,25	45,47	42,64	169,92	42,48

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 32: Valores del Índice de Lignificación de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de 60 días de germinación

Lugar	Tratamiento	Promedio	Calidad
Tambopata	T1	42,04	A
	T2	43,22	A

	T3	46,85	A
Las Piedras	T1	43,95	A
	T2	44,69	A
	T3	42,48	A

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 33, se observa los resultados obtenidos de las evaluaciones del índice de Lignificación de las plántulas, por cada uno de los tratamientos, provenientes de ambas procedencias, el cual se encuentra representado con el valor de calidad obtenido en base a las evaluaciones realizadas; y los parámetros de calidad recomendados (cuadro 6).

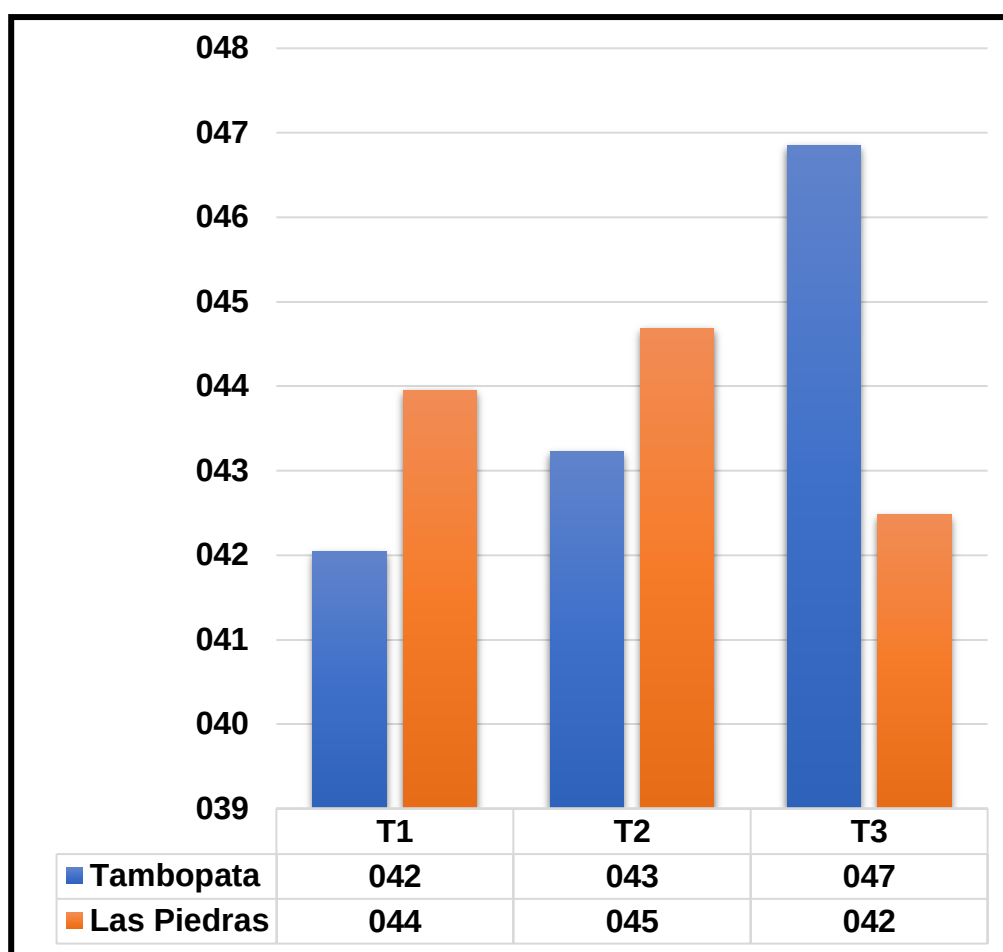


Figura 22: Promedio del Índice de Lignificación de las plantas evaluadas en el ensayo, por lugar de procedencia y tratamiento, después de los 60 días de germinación

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La lignina, por otra parte, ha sido uno de los componentes foliares más ampliamente utilizados como índice de calidad de la materia vegetal y sus concentraciones, por tradición, son consideradas como uno de los principales predictores de la tasa de descomposición (Meentemeyer, 1978). La desintegración afecta a la producción primaria, al regir el suministro de nutrientes mineralizados a la planta (Kitayama *et al.*, 2004).

El índice de lignificación, para las muestras provenientes del distrito de Tambopata observa, que el tratamiento que presento el mayor índice de lignificación fue el T3 con **46,85%**, seguido del T2 con **43,22%**, finalmente el tratamiento que el menor índice de lignificación en la procedencia del distrito de Tambopata fue el T1 con **42,04%** de índice de lignificación.

Para las muestras provenientes del distrito de Las Piedras se tiene que los tratamientos que presentaron mayor índice de lignificación fueron el T2 (**44,69%**) y T1 (**43,95%**); finalmente el tratamiento con menor índice de lignificación en la procedencia del distrito de Las Piedras fue el T3 con **42,48%** de índice de lignificación.

Esto significa que para ambos casos el índice de lignificación se consideró alta (cuadro 33), esto de acuerdo a los intervalos recomendados (cuadro 6). Este índice presento valores de calidad “A” para cada uno de los tratamientos en los cuales fueron sometidas cada una de las muestras evaluadas. Las cifras indican que se presentó estrés hídrico. Además, la mayor lignificación de la planta la hace más resistente a daños físicos (Mc Tiernan *et al.*, 2003).

Los parámetros que presentaron mejor calidad en todos los casos fueron la altura y el Índice de lignificación. Donde esta última se relaciona con la calidad y los tejidos, y a concentraciones altas confiere mayor resistencia ante daños físicos por doblamiento y ataques de herbívoros (Toral, 1997). No obstante, la relación de biomasa aérea/biomasa radical, que refleja el balance entre la parte transpirante y la absorbente fue el parámetro calificado con calidad menor, ya que todas las muestras de la especie de ambas procedencias rebasaron el intervalo óptimo sugerido (cuadro 6). Además, dichos afirman que los valores superiores a **2,5** para esta variable son indicativo de un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta (Prieto, García, Mejía, Huchín, y Aguilar, 2009). La relación biomasa aérea/biomasa radical puede ser de gran importancia cuando la población se ubica en sitios con estacionalidad marcada.

Otra variable con una influencia general sobresaliente fue la altura, parámetro que influye de manera positiva en la capacidad fotosintética. No obstante, diversas investigaciones indican que este componente no se correlaciona por sí solo con la supervivencia, pues las plantas jóvenes de mayor altura con

frecuencia exhiben un desequilibrio respecto al diámetro, el cual ocasiona que estén más vulnerables a sufrir daños por el viento (Cortina *et al.*, 1997; Orozco *et al.*, 2010; Prieto, Vera, y Merlín, 2003). En el presente estudio cada uno de los tratamientos, en ambas procedencias estudiadas, presentaron como resultado una calidad media, que viene a ser el 100% las muestras. Esta característica define la robustez del tallo y se asocia con el vigor y la supervivencia en campo. A mayor diámetro, las plantas son más resistentes al doblamiento y toleran mejor el impacto ejercido por plagas y herbívoros (Prieto, Vera, y Merlín, 2003).

3.7 Descripción de los resultados de los análisis

Cuadro 33: Análisis de los parámetros de calidad de planta de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) provenientes de ambas procedencias de estudio.

Procedencia de las semillas			N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% Intervalo de confianza media		Mínimo	Máximo
							Margen bajo	Margen alto		
Tambopata	Diámetro de la planta (mm)	T1	5	4.2200	.23707	.10602	3.9256	4.5144	3.89	4.47
		T2	5	4.2480	.22320	.09982	3.9709	4.5251	4.07	4.61
		T3	5	4.1000	.22506	.10065	3.8206	4.3794	3.84	4.34
		Total	15	4.1893	.22176	.05726	4.0665	4.3121	3.84	4.61
	Altura de la planta (cm)	T1	5	29.0240	1.27827	.57166	27.4368	30.6112	27.33	30.63
		T2	5	28.3460	2.37167	1.06064	25.4012	31.2908	24.41	30.19
		T3	5	29.0080	1.63676	.73198	26.9757	31.0403	27.50	31.48
		Total	15	28.7927	1.71648	.44319	27.8421	29.7432	24.41	31.48
	Índice de Robustez	T1	5	6.9060	.41597	.18603	6.3895	7.4225	6.46	7.34
		T2	5	6.7120	.66983	.29956	5.8803	7.5437	5.99	7.47
		T3	5	7.0660	.22075	.09872	6.7919	7.3401	6.81	7.39
		Total	15	6.8947	.46260	.11944	6.6385	7.1508	5.99	7.47
	Relación Biomasa	T1	5	3.6400	.43290	.19360	3.1025	4.1775	3.02	4.23
		T2	5	3.5480	.17922	.08015	3.3255	3.7705	3.41	3.85
		T3	5	3.5200	.29833	.13342	3.1496	3.8904	3.17	3.98
		Total	15	3.5693	.30160	.07787	3.4023	3.7364	3.02	4.23
	Índice de calidad de Dickson	T1	5	.2880	.02168	.00970	.2611	.3149	.26	.31
		T2	5	.3220	.05805	.02596	.2499	.3941	.25	.41
		T3	5	.2940	.04506	.02015	.2381	.3499	.24	.33
		Total	15	.3013	.04373	.01129	.2771	.3256	.24	.41
		T1	5	42.0420	3.88867	1.73907	37.2136	46.8704	36.33	47.08

	Indice de Lignificación	T2	5	43.2260	2.18454	.97696	40.5135	45.9385	40.15	46.00
		T3	5	46.8460	2.50136	1.11864	43.7402	49.9518	42.68	49.32
		Total	15	44.0380	3.45630	.89241	42.1240	45.9520	36.33	49.32
Las Piedras	Diámetro de la planta (mm)	T1	5	4.2240	.13465	.06022	4.0568	4.3912	4.04	4.38
		T2	5	4.0980	.20849	.09324	3.8391	4.3569	3.87	4.41
		T3	5	4.2780	.17726	.07927	4.0579	4.4981	4.03	4.46
		Total	15	4.2000	.18075	.04667	4.0999	4.3001	3.87	4.46
	Altura de la planta (cm)	T1	5	29.2000	2.45843	1.09945	26.1475	32.2525	26.88	32.33
		T2	5	28.3860	2.77847	1.24257	24.9361	31.8359	24.71	32.21
		T3	5	28.4460	2.43793	1.09027	25.4189	31.4731	25.22	31.88
		Total	15	28.6773	2.40367	.62063	27.3462	30.0084	24.71	32.33
	Indice de Robustez	T1	5	6.9480	.50092	.22402	6.3260	7.5700	6.36	7.50
		T2	5	6.9380	.63219	.28273	6.1530	7.7230	6.07	7.70
		T3	5	6.6760	.57570	.25746	5.9612	7.3908	5.80	7.39
		Total	15	6.8540	.54550	.14085	6.5519	7.1561	5.80	7.70
	Relación Biomasa	T1	5	3.3940	.65645	.29357	2.5789	4.2091	2.77	4.29
		T2	5	3.8680	.22665	.10136	3.5866	4.1494	3.59	4.14
		T3	5	3.6320	.36602	.16369	3.1775	4.0865	3.10	4.00
		Total	15	3.6313	.46497	.12006	3.3738	3.8888	2.77	4.29
	Indice de calidad de Dickson	T1	5	.3320	.04919	.02200	.2709	.3931	.27	.38
		T2	5	.2800	.04848	.02168	.2198	.3402	.24	.36
		T3	5	.3260	.04336	.01939	.2722	.3798	.29	.39
		Total	15	.3127	.04978	.01285	.2851	.3402	.24	.39
	Indice de Lignificación	T1	5	43.9540	2.85907	1.27861	40.4040	47.5040	40.70	47.59
		T2	5	44.6860	4.19257	1.87497	39.4802	49.8918	39.94	49.85
		T3	5	42.4820	1.91010	.85422	40.1103	44.8537	40.93	44.84
		Total	15	43.7073	3.04961	.78741	42.0185	45.3962	39.94	49.85

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.8 Análisis ANOVA

Cuadro 34: Análisis ANOVA de los parámetros de calidad de planta de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) provenientes de ambas procedencias de estudio.

Procedencia de las semillas			Suma de cuadrados	df	Media	F	Sig.
Tambopata	Diámetro de la planta (mm)	Entre los grupos	.062	2	.031	.592	.569
		Dentro de los grupos	.627	12	.052		
		Total	.688	14			
	Altura de la planta (cm)	Entre los grupos	1.497	2	.748	.226	.801
		Dentro de los grupos	39.751	12	3.313		
		Total	41.248	14			
	Índice de Robustez	Entre los grupos	.314	2	.157	.703	.514
		Dentro de los grupos	2.682	12	.223		
		Total	2.996	14			
	Relación Biomasa	Entre los grupos	.039	2	.020	.192	.828
		Dentro de los grupos	1.234	12	.103		
		Total	1.273	14			
	Índice de calidad de Dickson	Entre los grupos	.003	2	.002	.842	.455
		Dentro de los grupos	.023	12	.002		
		Total	.027	14			
	Índice de Lignificación	Entre los grupos	62.641	2	31.321	3.593	.060
		Dentro de los grupos	104.603	12	8.717		
		Total	167.244	14			
Las Piedras	Diámetro de la planta (mm)	Entre los grupos	.085	2	.043	1.376	.290
		Dentro de los grupos	.372	12	.031		
		Total	.457	14			
	Altura de la planta (cm)	Entre los grupos	2.058	2	1.029	.157	.857
		Dentro de los grupos	78.829	12	6.569		
		Total	80.887	14			
	Índice de Robustez	Entre los grupos	.238	2	.119	.363	.703
		Dentro de los grupos	3.928	12	.327		
		Total	4.166	14			
	Relación Biomasa	Entre los grupos	.562	2	.281	1.367	.292
		Dentro de los grupos	2.465	12	.205		
		Total	3.027	14			

	Indice de calidad de Dickson	Entre los grupos	.008	2	.004	1.826	.203
		Dentro de los grupos	.027	12	.002		
		Total	.035	14			
	Indice de Lignificación	Entre los grupos	12.600	2	6.300	.643	.543
		Dentro de los grupos	117.602	12	9.800		
		Total	130.202	14			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.9 Múltiples comparaciones

Cuadro 35: Múltiples comparaciones entre tratamientos de los parámetros de calidad de planta de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) provenientes de ambas procedencias de estudio.

Procedencia de las semillas	Variable dependiente	(I) Tipo de tratamiento	(J) Tipo de tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Intervalo de confianza	
							Límite inferior	Límite superior
Tambopata	Diámetro de la planta (mm)	T1	T2	-.02800	.14453	.980	-.4136	.3576
			T3	.12000	.14453	.692	-.2656	.5056
		T2	T1	.02800	.14453	.980	-.3576	.4136
			T3	.14800	.14453	.577	-.2376	.5336
		T3	T1	-.12000	.14453	.692	-.5056	.2656
			T2	-.14800	.14453	.577	-.5336	.2376
	Altura de la planta (cm)	T1	T2	.67800	1.15110	.829	-2.3930	3.7490
			T3	.01600	1.15110	1.000	-3.0550	3.0870
		T2	T1	-.67800	1.15110	.829	-3.7490	2.3930
			T3	-.66200	1.15110	.836	-3.7330	2.4090
		T3	T1	-.01600	1.15110	1.000	-3.0870	3.0550
			T2	.66200	1.15110	.836	-2.4090	3.7330
	Indice de Robustez	T1	T2	.19400	.29898	.797	-.6036	.9916
			T3	-.16000	.29898	.856	-.9576	.6376
		T2	T1	-.19400	.29898	.797	-.9916	.6036
			T3	-.35400	.29898	.484	-1.1516	.4436
		T3	T1	.16000	.29898	.856	-.6376	.9576
			T2	.35400	.29898	.484	-.4436	1.1516
	Relación Biomasa	T1	T2	.09200	.20282	.894	-.4491	.6331
			T3	.12000	.20282	.827	-.4211	.6611
		T2	T1	-.09200	.20282	.894	-.6331	.4491

		T3	T3	.02800	.20282	.990	-.5131	.5691
			T1	-.12000	.20282	.827	-.6611	.4211
			T2	-.02800	.20282	.990	-.5691	.5131
	Indice de calidad de Dickson	T1	T2	-.03400	.02798	.467	-.1086	.0406
			T3	-.00600	.02798	.975	-.0806	.0686
		T2	T1	.03400	.02798	.467	-.0406	.1086
			T3	.02800	.02798	.590	-.0466	.1026
		T3	T1	.00600	.02798	.975	-.0686	.0806
			T2	-.02800	.02798	.590	-.1026	.0466
	Indice de Lignificación	T1	T2	-1.18400	1.86729	.805	-6.1657	3.7977
			T3	-4.80400	1.86729	.059	-9.7857	.1777
		T2	T1	1.18400	1.86729	.805	-3.7977	6.1657
			T3	-3.62000	1.86729	.170	-8.6017	1.3617
		T3	T1	4.80400	1.86729	.059	-.1777	9.7857
			T2	3.62000	1.86729	.170	-1.3617	8.6017
Las Piedras	Diámetro de la planta (mm)	T1	T2	.12600	.11137	.514	-.1711	.4231
			T3	-.05400	.11137	.880	-.3511	.2431
		T2	T1	-.12600	.11137	.514	-.4231	.1711
			T3	-.18000	.11137	.277	-.4771	.1171
		T3	T1	.05400	.11137	.880	-.2431	.3511
			T2	.18000	.11137	.277	-.1171	.4771
	Altura de la planta (cm)	T1	T2	.81400	1.62100	.872	-3.5106	5.1386
			T3	.75400	1.62100	.889	-3.5706	5.0786
		T2	T1	-.81400	1.62100	.872	-5.1386	3.5106
			T3	-.06000	1.62100	.999	-4.3846	4.2646
		T3	T1	-.75400	1.62100	.889	-5.0786	3.5706
			T2	.06000	1.62100	.999	-4.2646	4.3846
	Indice de Robustez	T1	T2	.01000	.36185	1.000	-.9554	.9754
			T3	.27200	.36185	.738	-.6934	1.2374
		T2	T1	-.01000	.36185	1.000	-.9754	.9554
			T3	.26200	.36185	.754	-.7034	1.2274
		T3	T1	-.27200	.36185	.738	-1.2374	.6934
			T2	-.26200	.36185	.754	-1.2274	.7034
	Relación Biomasa	T1	T2	-.47400	.28665	.262	-1.2387	.2907
			T3	-.23800	.28665	.692	-1.0027	.5267
		T2	T1	.47400	.28665	.262	-.2907	1.2387
			T3	.23600	.28665	.696	-.5287	1.0007
		T3	T1	.23800	.28665	.692	-.5267	1.0027

			T2	-.23600	.28665	.696	-1.0007	.5287
	Indice de calidad de Dickson	T1	T2	.05200	.02978	.229	-.0274	.1314
			T3	.00600	.02978	.978	-.0734	.0854
		T2	T1	-.05200	.02978	.229	-.1314	.0274
			T3	-.04600	.02978	.306	-.1254	.0334
		T3	T1	-.00600	.02978	.978	-.0854	.0734
			T2	.04600	.02978	.306	-.0334	.1254
	Indice de Lignificación	T1	T2	-.73200	1.97991	.928	-6.0141	4.5501
			T3	1.47200	1.97991	.743	-3.8101	6.7541
		T2	T1	.73200	1.97991	.928	-4.5501	6.0141
			T3	2.20400	1.97991	.524	-3.0781	7.4861
		T3	T1	-1.47200	1.97991	.743	-6.7541	3.8101
			T2	-2.20400	1.97991	.524	-7.4861	3.0781

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.10 Prueba de Tukey al 5% entre tratamientos de los parámetros de calidad de planta de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) provenientes de ambas procedencias de estudio.

Homogeneidad de procedencias, diámetro de la planta (mm), semillas provenientes del distrito de Tambopata

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T3	5	4.1000
T1	5	4.2200
T2	5	4.2480
Sig.		.577

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

- 8.1.** Homogeneidad de procedencias, diámetro de la planta (mm), semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T2	5	4.0980
T1	5	4.2240
T3	5	4.2780
Sig.		.277

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

- a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

- 8.2.** Homogeneidad de procedencias, Altura de la planta (cm), semillas provenientes del distrito de Tambopata

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T2	5	28.3460
T3	5	29.0080
T1	5	29.0240
Sig.		.829

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

- a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

- 8.3.** Homogeneidad de procedencias, Altura de la planta (cm), semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T2	5	28.3860
T3	5	28.4460
T1	5	29.2000
Sig.		.872

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.4. Homogeneidad de procedencias, índice de Robustez, semillas provenientes del distrito de Tambopata

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T2	5	6.7120
T1	5	6.9060
T3	5	7.0660
Sig.		.484

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.5. Homogeneidad de procedencias, índice de Robustez, semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T3	5	6.6760
T2	5	6.9380
T1	5	6.9480
Sig.		.738

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.6. Homogeneidad de procedencias, Relación Biomasa seca aérea y radical, semillas provenientes del distrito de Tambopata

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T3	5	3.5200
T2	5	3.5480
T1	5	3.6400
Sig.		.827

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.7. Homogeneidad de procedencias, Relación Biomasa seca aérea y radical, semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T1	5	3.3940
T3	5	3.6320
T2	5	3.8680
Sig.		.262

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.8. Homogeneidad de procedencias, índice de calidad de Dickson, semillas provenientes del distrito de Tambopata

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T1	5	.2880
T3	5	.2940
T2	5	.3220
Sig.		.467

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.9. Homogeneidad de procedencias, índice de calidad de Dickson, semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T2	5	.2800
T3	5	.3260
T1	5	.3320
Sig.		.229

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.10. Homogeneidad de procedencias, índice de Lignificación, semillas provenientes del distrito de Tambopata

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T1	5	42.0420
T2	5	43.2260
T3	5	46.8460
Sig.		.059

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

8.11. Homogeneidad de procedencias, índice de Lignificación, semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
T3	5	42.4820
T1	5	43.9540
T2	5	44.6860
Sig.		.524

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Medios para grupos se muestran en subconjuntos homogéneos

a. Utiliza medio armónico simple tamaño = 5.000

CONCLUSIONES

- Se concluye que en respuesta a la prueba de vigor de las semillas de Shihuahuaco (*D. micrantha*), a través del envejecimiento acelerado, para ambas procedencias estudiadas, el tratamiento que presento mejores resultados fue el T2 (40°C/48 h), pues a comparación del T1 y el T3, este es superior en vigor, por presentar una mejor combinación de temperatura y periodo de envejecimiento acelerado para evaluar el vigor de semillas de *D. micrantha*.
- Por otra parte, los resultados de los ensayos con su correspondiente interpretación estadística permitieron clasificar a ambas procedencias según su vigor medido a través de la prueba de envejecimiento acelerado, donde el T2 (40°C/48 h), en las semillas provenientes del distrito de Las Piedras presentaron un porcentaje de germinación de (81%), el cual fue superior al del distrito de Tambopata que presento un menor porcentaje de germinación con un (72%).
- De acuerdo a los resultados del estudio de la prueba de vigor a las cuales fueron sometidas las semillas se puede concluir que mientras a mayor tiempo de exposición de temperatura (40°C) estas tienen a perder vigorosidad, tal y como se puede observar en el porcentaje de germinación de las semillas en ambas procedencias donde se observa que el T1 (Testigo) presento un mayor porcentaje de germinación que el T3 (40°C/96 h) pero menor que el T2 (40°C/48 h); esta distinción demuestra la importancia de completar las pruebas de germinación, tanto el porcentaje de germinación como la velocidad de la germinación, al momento de evaluar el vigor para determinar la calidad en los lotes de semillas.
- Para los análisis de los parámetros mínimos de calidad de las plantas de Shihuahuaco (*D. micrantha*) después del periodo de germinación, se obtuvo que la altura de las plantas se considera aceptable en todos los casos analizados para ambas procedencias estudiadas; obtuvieron valores de calidad (A), esto en de acuerdo a los parámetros establecidos (cuadro 6), basados en los resultados obtenidos estaría dentro de una clasificación alta; pero cabe mencionar que el tratamiento que sobre salió fue el T1, seguidos del T3 y por último el T2, esto se puede observar para ambas procedencias.
- El diámetro de las plantas está relacionado directamente con la robustez de las plantas, ya que es una medida representativa de la resistencia a factores climáticos y biológicos. Al respecto en el estudio se encontraron valores medios (M) para ambas procedencias estudiadas, esto de acuerdo a los parámetros establecidos (cuadro 6), basados en los resultados obtenidos estaría dentro de una clasificación media; donde el T1 fue el tratamiento que sobre salió, seguido del T3 y por último el T2, esto se puede observar para ambas procedencias; se puede indicar que este repercutió en la robustez de las plantas que se produjeron en las cámaras germinadoras.
- La relación biomasa aérea/biomasa radical en el estudio presentaron valores mayores a los rangos establecidos (cuadro 6), en cada uno de los tratamientos para ambas procedencias. El valor mayor más óptimo de relación biomasa

aérea/biomasa radical, lo presento el T1 del distrito de Las Piedras con **3,39**, seguido del T2 (**3,55**) y el T3 (**3,52**) del distrito de Tambopata. **Rodríguez (2008)**, afirma que una planta debe de tener un coeficiente de relación lo más bajo posible, de tal forma que asegure su sobrevivencia en campo, las plantas de ambas procedencias al tener valores mayores (por encima del rango) no necesariamente sufrirían estrés hídrico a diferencia de aquellas plantas con menor relación **(Lamhamedi, Bernier, Hébert, y Jobidon, 1998; Stewart y Bernier, 1995)**. Sin embargo, existen experiencias que avalarían el mejor desarrollo de las plantas con mayor tamaño y con altos valores de relación, donde determinan que a una mayor altura le da a la planta la posibilidad de enfrentar mejor el ataque de animales y la competencia de malezas **(Overton y Ching, 1978)**.

- Los parámetros que ayudaron a determinar de manera fácil la calidad de las plantas fueron la altura, diámetro del cuello de la raíz y el peso seco total. Estos parámetros, correlacionadas a través de índices, describen las principales características que tiene la planta, así como los factores que influyen en la calidad de la misma provenientes de ambas procedencias.
- En ninguno de los casos analizados se utilizaron semillas mejoradas, ya que todas fueron recolectadas en rodales naturales. Es muy importante contar con una fuente de semillas de buena calidad, sana y de origen conocido. Para ello es necesario seleccionar los árboles semilleros en las áreas cercanas al sitio donde se establecerán las plantaciones, ya que estos están adaptados a la zona y las plantas que se produzcan tengan mayores probabilidades de adaptarse al sitio de plantación.

RECOMENDACIONES

- Para incrementar y acelerar la germinación de semillas de *Dipteryx micrantha*, a través de la prueba de envejecimiento acelerado, esta debe ser a 40° C durante un tiempo de exposición de 48 horas.
- No utilizar la prueba de envejecimiento acelerado a más de 40° C por más de 96 horas pues ocasiona mortalidad en las semillas.
- Se recomienda investigar el efecto de otros tipos de combinaciones de temperatura y periodos de envejecimiento acelerado para evaluar el vigor de semillas de *Dipteryx micrantha*. Para poder así realizar comparaciones y ver cuales tienen mejor resultado.
- Recolectar frutos de *Dipteryx micrantha* de varios lugares de procedencia para poder comparar su comportamiento germinativo bajo las mismas condiciones de los tratamientos.
- Se recomienda continuar estudiando la prueba de vigor de envejecimiento acelerado en semillas de *Dipteryx micrantha* y en otras diferentes especies de fabáceas y demás especies forestales con el fin de poder obtener información, que conduzca a determinar una prueba de mayor confiabilidad y aplicación.
- En cuanto a los análisis de calidad de planta obtenido en el estudio se recomienda aplicar medidas que permitan incrementar el desarrollo del sistema radicular, así como la robustez de las plantas.
- Para mejorar el índice de robustez, se requiere producir la planta con una menor densidad de cultivo, es decir se tendría una mejor calidad de planta en un recipiente con menos cavidades; es recomendable dejar de utilizar envases de menor volumen, ya que limitan el desarrollo de la raíz y provocan un crecimiento heterogéneo de la parte aérea debido a las elevadas densidades que se manejan.
- En la investigación se evaluó la calidad de la planta a 60 días después de la emergencia, con el propósito de fortalecer la aportación de conocimientos y dar seguimiento a las plantaciones y extender la evaluación en cuanto al monitoreo de los cambios de los atributos morfológicos de la planta en campo y detectar las relaciones en cuanto a la supervivencia en sus diferentes etapas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alizaga, R., Sterling, F., y Herrera, J. (1992). Evaluación del vigor en semillas de maíz y su relación con el comportamiento en el campo. *Agronomía Costarricense*, 16(2), 203.
- Añazco, R. (2000). Selección de especies y manejo de semillas.
- Benítez, R. (1975). Pruebas de pureza y viabilidad de un grupo de especies forrajeras. *Universidad Agropecuaria de Queensland, Australia*, 93-105.
- Bertsch, S. (1985). Germinación y crecimiento del Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.) en vivero y en el campo. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José.
- Bhering, M. C., Días, D., Barros, D. I., Días, L. A. d. S., y Tokuhisa, D. (2003). Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2), 1-6.
- Bidwell, R., Cano, G., y Garcidueñas, M. (2002). Fisiología Vegetal (Editor, A. Ed: México, DF: AGT Editor).
- Bonner, F. (1998). Testing tree seeds for vigor: a review.
- Brako, L., y Zarucchi, J. L. (1993). Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Perú: Missouri Botanical Garden.
- Caballero, J. D. (2006). Consultoría Introducción de especies líderes en los mercados de exportación. *Programa de desarrollo de Políticas de Comercio Exterior 1442 / OC-PE*, 28-32.
- Callahan, R. Z. (1963). Provenance research: investigation of genetic diversity associated with geography.
- Calzada-Benza, J. (1979). Métodos estadísticos para la investigación. *Calzada Benza, 2a. ed. Lima, Perú*.
- Campbell, R. K. (1979). Genecology of Douglas-Fir in a Watershed in the Oregon Cascades. *Ecology*, 60(5), 1036-1050.
- Carámbula, M. (1981). Producción de semillas de plantas forrajeras.

- Cetina, A., González, H., y Vargas, H. (1999). El manejo en vivero de *Pinus greggii* Engelm. y la calidad de planta. *Agrociencia*, 33(4), 42-45.
- Chavez, J., y Huaya, M. (1997). Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. *COTESU-CENFOR XIII. Pucallpa. Perú.*
- Copeland, L. O., y McDonald, M.B. (2001). Seed germination *Principles of Seed Science and Technology* (pp. 72-123): Springer.
- Cordero, J., y Oliveros, M. (1983). Efecto de varias condiciones de almacenamiento sobre la germinación de semillas de *Andropogon gayanus*. *Agronomía Tropical*, 33(6), 177-189.
- Cortina, J., Valdecantos, A., Seva, J., Vilagrosa, A., Bellot, J., y Vallejo, R. (1997). Relación tamaño-supervivencia en plántones de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidas en vivero. Paper presented at the Proceedengs of II Congreso Forestal Español.
- Davidson, R., Edwards, D., Szklai, O., y El-Kassaby, Y. (1996). Genetic variation in germination parameters among populations of Pacific silver fir. *Silvae genetica*, 45(2-3), 165-171.
- Daws, M. L., Cleland, H., Chmielarz, P., Gorian, F., Leprince, O., Mullins, C. E., y Pritchard, H. W. (2006). Variable desiccation tolerance in *Acer pseudoplatanus* seeds in relation to developmental condition: a case of phenotypic recalcitrance. *Functional Plant Biology*, 33(1), 59-66.
- De Bittencourt, S. R. M., y Vieira, R. D. (2006). Temperatura e periodo de exposição de sementes de Milho no teste de envelhecimento acelrado1. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(3), 161-168.
- De Lima, C. B., Athanázio, J. C., y Bellettini, N. M. T. (2006). Germinação e vigor de sementes de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) submetidas ao envelhecimento acelerado. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 27(2), 159-170.
- Delouche, J. (1971). Determinants of seed quality. *Short Course for Seedsmen*, 14, 53-68.
- Eguiluz-Piedra, T., y Zobel, B. (2007). Geographic variation in Wood properties of *Pinus tecunumanii*. *Wood and fiber science*, 18(1), 68-75.

- Espinoza, V. M. (2011). *Análisis de Calidad y Comportamiento de Semillas de Lupina (Cytisus monspesulanum) de origen conocido en distintas comunidades de Chimborazo*.
- FAO. (1991). *Guía para la implementación de semillas forestales*. Centro de Semillas Forestales de DANIDA. 448p.
- Ferguson, J., y van de Venter, H. (1995). *An introduction to seed vigour testing*. Paper presented at the Seed vigour testing seminar, Copenhagen, Zurich: International Seed Testing Association.
- Ffolliot, P., y Thames, J. (1983). Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina (Recolletion, management, storage and pretreatment of Prosopis seeds in Latin America). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Rome*.
- Filho, J. M., Novembre, A. D. C., y Pescarin, H. M. C. (2001). Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. *Scientia Agrícola*, 58(2), 421-426.
- Flores, J. L., y Rojas, J. S. S. (2011). Tratamientos pregerminativos de las semillas de *Euterpe precatoria* Mart. En Santo Tomas, Loreto-Perú. *Pittieria*, 35, 63-70.
- Fontana, A., Perez, V., y Luna, C. (2016). Pruebas de envejecimiento acelerado para determinar vigor de semillas de Propis alba de tres procedencias geográficas. *Fave. Sección ciencias agrarias*. 15(1), 0-0.
- Forzza, R., Leitman, P., Costa, A., Carvalho Jr, A., Peixoto, A., Walter, B., Lleras, E. (2010). Lista de espécies da flora do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.
- Gamboa, O. M. (1990). Estrategias de Corto Plazo de Producción de Semilla Mejorada Genéticamente para la Reforestación en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 10(4), 23-27.
- García, M. (2007). Importancia de la calidad del plantín forestal. *XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina*.
- González-Hernández, N. (1994). Influencia del tamaño de semillas sobre la calidad fisiológica de la simiente de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

- Griffin, A., y Ching, K. (1977). Geographic variation in Douglas-fir from the coastal ranges of California. *Silvae Genet*, 26(5-6), 149-157.
- Guiot, J. (2001). Manual de actualización técnica. *Semillas Papalotla, México*.
- Gutiérrez, V., Silva, J., Arias, J., y Castello, L. (1999). Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. *La Paz, BO, FAO-PAFBOL. Serie Técnica* (12),372.
- Iglesias, M. N. A., Hernanz, A., Soblechero, E., Altisent, J. M. D., y Jiménez, C. (2005). Las normas Ista: análisis de pureza. *Agricultura: Revista agropecuaria* (879), 814-817.
- ISTA. (1993). International rules for seed testing: rules 1993. Seed Science and Technology. 1-259.
- ISTA. (2003). ISTA Handbook for Seedling Evaluation. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Suiza.
- ISTA. (2005). International Rules for Seed Testing. Edition 2005. International Seed Testing Association, Basserosdort, Switzerland.
- Jara, L. F. (1995). Identificación y selección de fuentes semilleras. *Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras*, 63-73.
- Jara, L. F. (1996). *Biología de semillas forestales*: CATIE.
- Jara, N. (1998). Selección y Manejo de Rodales Semilleros. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza-CATIE. Programa de Investigación. Proyecto de Semillas Forestales-PROSEFOR. *Turrialba, Costa Rica-1998. Pgs*, 102-103.
- Jianhua, Z., y McDonald, M. (1997). The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. *Seed Science and Technology*, 25(1), 123-131.
- Jones, N., y Burley, J. (1973). Seed certification, provenance nomenclature and genetic history in forestry. *Silvae Genetica*.
- King, M. W., y Roberts, E. H. (1979). The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches: a report on a literature review carried out for the International Board for Plant Genetic Resources. *The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches: a report on a literature review carried out for the International Board for Plant Genetic Resources*.

- Kitayama, K., Suzuki, S., Hori, M., Takyu, M., Aiba, S-L, Majalap-Lee, N., y Kikuzawa, K. (2004). On the relationships between leaf-litter lignin and net primary productivity in tropical rain forests. *Oecologia*, 140(2), 335-339.
- Lamhamedi, M., Bernier, P., Hébert, C., y Jobidon, R. (1998). Physiological and growth responses of three sizes of containerized *Picea mariana* seedlings outplanted with and without vegetation control. *Forest Ecology and Management*, 110(1), 13-23.
- Larreta, M. M., Upton, J. L., Hernández, J. J. V., y Hernández, A. (2008). Germinación y vigor de semillas en *Pseudotsuga menziesii* de México. *Ra Ximhai*, 4(1), 119-134.
- Lozano-Pérez, A. E. (2013). Germinación de semillas de *Gris neuberthii* JF Macbride sachamango, sometidos a diferentes tratamientos pre-germinativos.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination -aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science*, 2(2), 176-177.
- Marin, V. A. (1994). Caracterización de hábitats naturales y posibilidades de reproducción de las Podocarpaceae andinas de Colombia. *Investigación forestal, informe de investigación* (165).
- Mbora, A., Lilleso, J. B., Schmidt, L., Angaine, P., Meso, Omondi, W., y Jamnadass, R. (2009). Tree seed Source re-classification manual. *World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya*.
- McTiernan, K. B., Coûteaux, M-M., Berg, B., M. P., de Anta, R. C., Gallardo, A., y De Santo, A. V. (2003). Changes in chemical composition of *Pinus sylvestris* needle litter during decomposition along a European coniferous Forest climatic transect. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(6), 801-812.
- Meentemeyer, V. (1978). Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology* 59(3), 465-472.
- Mesén, F. (1990). *Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica*: CATIE.
- Mestanza-Dávila, J. K. (2014). Influencia de los tratamientos pre germinativos en la germinación de semillas de la especie *Apeiba menbranaceae* maquizapa ñaccha, Fundo Ocros, carretera Iquitos-Nauta, Loreto Perú, 2013.
- Moreira C, N., y Nakagawa, J. (1988). Semillas: Ciencia, tecnología y producción. *Editorial Agropecuaria hemisferio sur, SRL Montevideo, Uruguay*, 406.

- Orozco, G., Muñoz, H., Rueda, A., Sígla, J., Prieto, J., y García, J. (2010). Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(2), 134-145.
- Ortega-Mata, A., Mendizábal Hernández, L., Alba-Landa, J., y Aparicio-Rentería, A. (2003). Germinación y crecimiento inicial de *Pinus Hartwegii* Lindl. De siete poblaciones del Estado de México. *Foresta Veracruzana*, 5(2).
- Osechas-Berríos, O. D. (2007). Producción y comercialización de semillas forrajeras en Venezuela y América latina. *Mundo Pecuário*, 3(1).
- Overton, W., y Ching, K. K. (1978). Analysis of differences in height growth among populations in a nursery selection study of Douglas-fir. *Forest Science*, 24(4), 497-509.
- Pastorino, M. J., y Gallo, L. A. (2000). Variación geográfica en peso de semillas en poblaciones naturales argentinas de "Ciprés de la Cordillera". *Bosque*, 21(2), 95-109.
- Perry, D. (1978). Concept of seed vigour and its relevance to seed production techniques. *Proceedings-Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham*.
- PGMF. (2006). Plan General de Manejo Forestal de la concesión castañera para otros productos del bosque. *Resolución Administrativa N° 915-2006-INRENA-ATFFS-TAMBOPATA MANU*, 20.
- PGMF. (2007). Plan General de Manejo Forestal de la concesión castañera para otros productos del bosque. *Resolución Administrativa N° 1471-2007-INRENA-ATFFS-TAMBOPATA MANU*, 20.
- Pinto, A. M., Morellato, L., y Barbosa, A. P. (2008). Fenología reproductiva de *Dipteryx odorata* (Aubl) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 38(4), 643-650.
- Poulsen, K., y Stubsgaard, F. (2000). Técnicas para la escarificación de semillas forestales. *Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE)*, 36, 60.
- Porter-Bolland, L., y Ramos, L. (2002). Manual de germinación y establecimiento de plantas Ecológicas El Edén A.C. Proyecto de Restauración Ecológica de Selvas perturbadas por huracanes y fuego en el norte de Quintana Roo. 19-23.

- Prieto, J., Vera, C., y Melín, E. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. *Folleto técnico*, 12.
- Prieto, R., García, R., Mejía, B., Huchín, A., y Aguilar, V. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. *Publicación Especial* (28).
- Prieto, R., Sigala, S. P., y RE, M. (2009). Calidad de planta en los viveros forestales del estado de Durango. *Publicación Especial* (30).
- Prieto-Ruiz, J. A. (2004). *Factores que influyen en la producción de planta de Pinus spp. en vivero y en su establecimiento en campo*. Universidad Autónoma de Nueva León.
- Quirós, W., y Carrillo, o. (2009). Importancia del insumo semilla de buena calidad. *Edición oficina nacional de semilla*. San José-Costa Rica.
- Ramírez-García, E. O., Alba-Landa, J., y Mendizábal-Hernández, L. d. C. (2001). Evaluación en vivero de un ensayo de procedencias/progenie de *Pinus teocote Schl y Cham*. *Foresta Veracruzana*, 3(1).
- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., y Ghosh, K. (2007). *Manual para el Manejo de Semillas en Banco de Germoplasma (Manuales para Banco de Germoplasma N°. 8)*: Bioversity International.
- Rehfeldf, G. E. (1993). Genetic variation in the Ponderosae of the Southwest. *American Journal of Botany*, 330-343.
- Reynel, C. R. T., Penington; T. D, Pennington; C, Flores; A, Daza. (2003). Árboles útiles de la Amazonía Peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. (Tarea Grafica Educativa. Lima – Perú ed).
- Rincón, F., y Molina, J. (1990). Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 1, 51-53.
- Rivero, M. P. P., Herrera, A. L., y Moreno, J. C. M. (2000). Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus Ciliaris* L. y *Andropogon Gayanus* Kunth.
- Rodríguez, T. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. *Universidad Autónoma de Chapingo. Mundi-Presa. México*.

- Rojas, M. R., y Martina, A. M. S. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina: Proyecto PD 150/91 REV. 1 (I) identificación y nomenclatura de las maderas tropicales comerciales en la Subregión Andina*: Instituto Nacional de Investigación Agraria.
- Rueda-Sánchez, A., Benavides-Solorio, J. d. D., Saenz-Reyez, J., Muñoz Flores, H. J., Prieto-Ruiz, J. A., y Orozco Gutiérrez, G. (2014). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(22), 58-73.
- Sáenz, R., Villaseñor, R., Muñoz, F., Rueda, S., y Prieto, R. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. *Folleto técnico* (17).
- Sáenz Reyes, J., Muñoz Flores, H. J., Pérez, D., Ángel, C. M., Rueda Sánchez, A., y Hernández Ramos, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(26), 98-111.
- Salazar, R., y Boshier, D. (1992). Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales. *Manual sobre Mejoramiento Genético con Referencia Especial a América Central*. Eds. Cornelius, JP, 61-77.
- Stewart, J., y Bernier, P. (1995). *Gas Exchange and water relations of 3 sizes of containerized Picea mariana seedling subjected to atmospheric and edaphic water stress under controlled conditions*. Paper presented at the Annales des sciences forestières.
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2002). Photosynthesis: physiological and ecological considerations. *Plant physiology*. Massachusetts: Sinauer Associates, 171-192.
- Tello, R. (1984). *Comportamiento del trasplante a raíz desnuda de Cedrela odorata L. (Cedro), bajo diferentes tratamientos en Iquitos-Perú*. Tesis Ing. Forestal. FCF-UNAP. Iquitos.
- Theodore, W., John, H. A., y Frederick, B. S. (1986). Principios de la silvicultural: México.
- Toral, I. (1997). Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. *Documento técnico*, 1.
- Torres, L. (1979). Ensayos de tres especies latifoliadas en la unidad de Reserva Nacional del Capro. *Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela*.

- Torres, S. B. (2004). Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(2), 20-24.
- Vanderlei, P. (1991). Estadística Experimental Aplicada a Agronomía. *Estado de Alagoas, Brasil. Maceió: Edufal. 440p.*
- Vicente, S. M., Rutilio, M. R. C., Olga, S. T., y Gustavo, S. G. J. (2007). Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor.
- Wang, B., Downie, B., Wetzel, S., Palamarek, D., y Hamilton, R. (1992). Effects of cone scorching on germinability and vigour of lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) seeds in Alberta.
- Ymber, F. (2014). Cultivo de Shihuahuaco *Dipteryx odorata*.
- Zobel, B., y Talbert, J. (1992). Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales (pp. 408-442). *Raleigh: Limusa.*

ANEXOS

ANEXO I: FORMATOS DE CAMPO

Formato 1: Ficha técnica de campo para la selección de árboles candidatos para la recolección de las semillas

FICHA DE CLASIFICACIÓN DE ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA REALIZAR LA COLECTA DE LAS MUESTRAS DE SEMILLAS DE SHIHUAHUACO (<i>Dipteryx micrantha</i>)														
Lugar de colecta:														
Nombre del titular del área:														
Sector:														
Nombre del colector:														
Fecha de colecta:														
Características de los árboles														
Parámetro	Clasificación		Puntaje		Parámetro	Clasificación		Puntaje		Parámetro	Clasificación		Puntaje	
Forma	Recto		6		Altura de bifurcación	No bifurcado		6		Dominancia del eje principal	Dominancia completa		2	
	Ligeramente torcido		4			Bifurcado en el 1/3 superior		4			Dominancia parcial		1	
	Torcido		2			Bifurcado en el 1/3 medio		2			Dominancia completa de las ramas laterales		0	
	Muy torcido		1			Bifurcado en el 1/3 inferior		1						
N° de Lote	Coordenadas UTM		Código en Campo	CAP (cm)	DAP (m)	H.T. (m)	Forma	Altura de bifurcación	Dominancia del eje principal	Puntaje	Observación			
	Este	Norte												

Fuente: Modificado de Salazar y Boshier, 1992.

Formato 2: Ficha para calcular el número de semillas por kilogramo

Número de semillas por kilogramo				
Procedencia:				
Fecha:				
N° de Lote	N° de semillas que contiene la muestra	N° de semillas que contiene la muestra x 100	Peso de la muestra en gramos	N° de semillas por kilogramo
Lote 01				
Lote 02				
Lote 03				
Lote 04				
Lote 05				

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 3: Ficha para calcular el porcentaje de pureza

Porcentaje de Pureza			
Procedencia:			
Fecha:			
N° de Lote	Peso total de las muestras original	Peso de semillas Puras	Porcentaje de Pureza
Lote 01			
Lote 02			
Lote 03			
Lote 04			
Lote 05			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 4: Ficha para calcular el porcentaje de humedad

Contenido de humedad						
Procedencia:						
Fecha:						
N° de Lote	N° de repetición/ recipiente	Peso del recipiente vacío con la tapa (g)	Peso del recipiente con la tapa y las semillas, antes del secado (g)	Peso del recipiente con la tapa y las semillas, después del secado (g)	Contenido de humedad %	
		P1	P2	P3	$(P2 - P3)/(P2 - P1) \times 100$	Promedio (RI + RII)/2
Lote 01	RI					
	RII					
Lote 02	RI					
	RII					
Lote 03	RI					
	RII					
Lote 04	RI					
	RII					
Lote 05	RI					
	RII					

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 5: Ficha para calcular el porcentaje de Viabilidad

Porcentaje de Viabilidad			
Procedencia:			
Fecha:			
N° de Lote	N° de semillas	N° de semillas flotantes	Porcentaje de Viabilidad
Lote 01			
Lote 02			
Lote 03			
Lote 04			
Lote 05			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 6: Ficha para la evaluación del Índice de Velocidad de Germinación

Índice de velocidad de germinación																																
Procedencia:																																
Prueba:																																
Tratamiento:																																
Fecha:																																
Tratamiento	N° de Repetición	Días de periodo de germinación																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
T1	RI																															
	RII																															
	RIII																															
	RIV																															
T2	RI																															
	RII																															
	RIII																															
	RIV																															
T3	RI																															
	RII																															
	RIII																															
	RIV																															

Fuente: Elaboración propia, 2017

Formato 7: Ficha para la evaluación del porcentaje de Germinación

Porcentaje de germinación				
Procedencia:				
Prueba:				
Tratamiento:				
Fecha:				
Tratamiento	N° de Repetición	N° total de semillas germinadas	N° total de semillas colocadas	Porcentaje de germinación
T1	RI			
	RII			
	RIII			
	RIV			
T2	RI			
	RII			
	RIII			
	RIV			
T3	RI			
	RII			
	RIII			
	RIV			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 8: Ficha de registro de datos para calcular el Índice de Robustez de las plantas en un periodo de 30 y 60 días después de la germinación

Índice de Robustez					
Procedencia:					
Prueba:					
Tratamiento:					
Fecha:					
Tratamiento	N° de Repetición	N° de Plántulas por repetición	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Robustez
T1	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			
		3			
		4			
T2	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			

		3			
		4			
T3	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			
		3			
		4			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 9: Ficha de registro de datos para calcular la Relación Biomasa aérea y biomasa radical de la planta en un periodo de 60 días después de la germinación

Relación biomasa de la parte aérea y la biomasa de la parte radical					
Procedencia:					
Prueba:					
Tratamiento:					
Fecha:					
Tratamiento	N° de Repetición	N° de Plántulas por repetición	Peso seco de la parte aérea (gr)	Peso seco de la parte aérea radical (gr)	Relación Biomasa
T1	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			
		3			
		4			
T2	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			

T3		2			
		3			
		4			
	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			
		3			
		4			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 10: Ficha de registro de datos para calcular el Índice de Calidad de Dickson en un periodo de 60 días después de la germinación

Índice de calidad de Dickson						
Procedencia:						
Prueba:						
Tratamiento:						
Fecha:						
Tratamiento	N° de Repetición	N° de Plántulas por repetición	Peso seco total de la planta (gr)	Índice de robustez de la planta	Relación biomasa seca aérea y radical	Índice de calidad de Dickson
T1	RI	1				
		2				
		3				
		4				
	RII	1				
		2				
		3				
		4				
	RIII	1				
		2				
		3				
		4				
	RIV	1				
		2				
		3				
		4				
T2	RI	1				
		2				
		3				
		4				
	RII	1				
		2				
		3				
		4				
	RIII	1				
		2				
		3				
		4				

			1				
			2				
			3				
			4				
T3	RIV		1				
			2				
			3				
			4				
	RI		1				
			2				
			3				
			4				
	RII		1				
			2				
			3				
			4				
	RIII		1				
			2				
			3				
			4				
	RIV		1				
			2				
			3				
			4				

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Formato 11: Ficha de registro de datos para calcular el Índice de Lignificación en un periodo de 60 días después de la germinación

Índice de Lignificación					
Procedencia:					
Prueba:					
Tratamiento:					
Fecha:					
Tratamiento	Nº de Repetición	Nº de Plántulas por repetición	Peso húmedo total de la planta (gr)	Peso seco total de la planta (gr)	Índice de Lignificación
T1	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			
		3			
		4			
T2	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			

		2			
		3			
		4			
T3	RI	1			
		2			
		3			
		4			
	RII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIII	1			
		2			
		3			
		4			
	RIV	1			
		2			
		3			
		4			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

ANEXO II: MAPA DE UBICACIÓN DE ÁRBOLES SELECCIONADOS

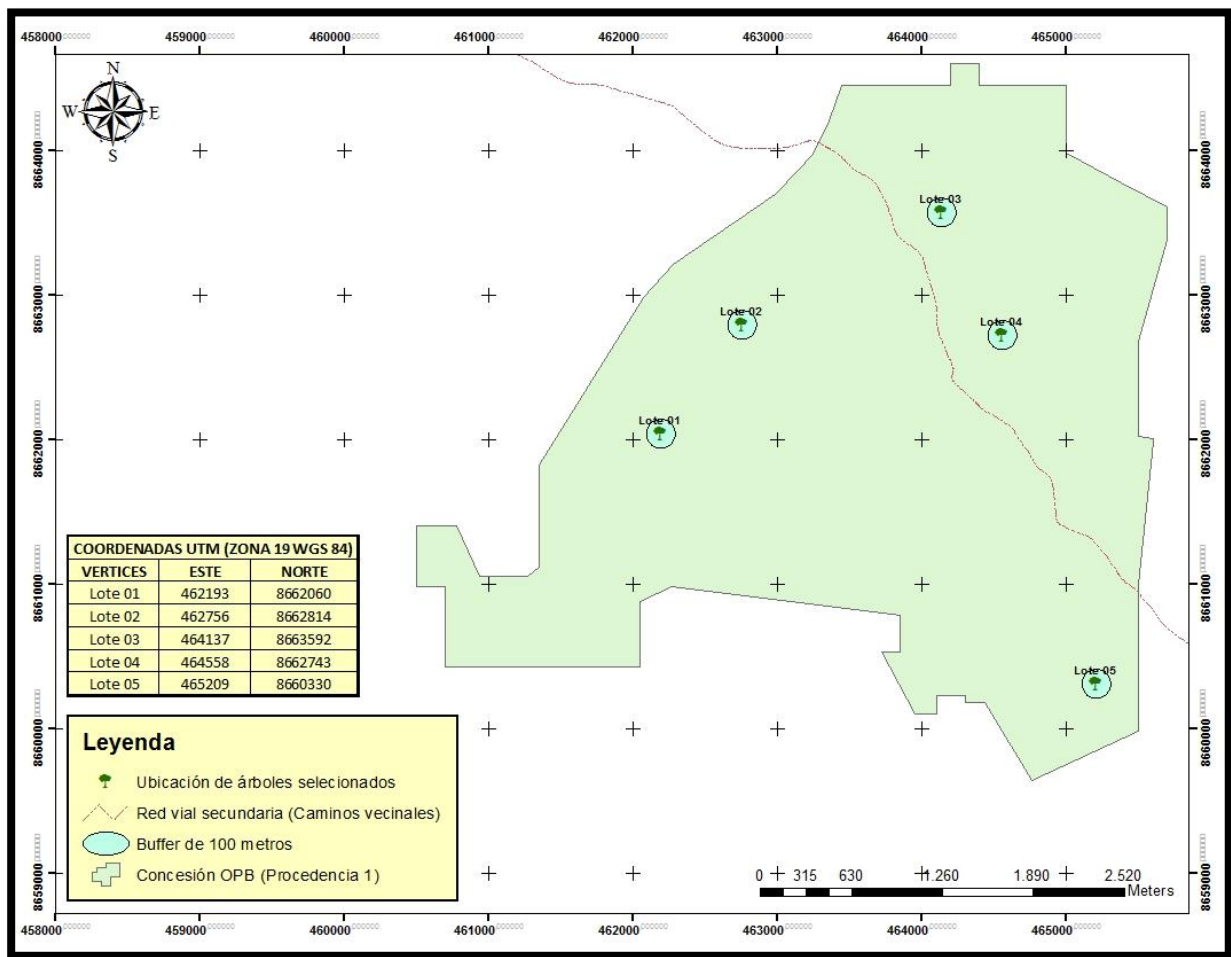


Figura 23: Ubicación de árboles de Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) seleccionados en la procedencia 1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

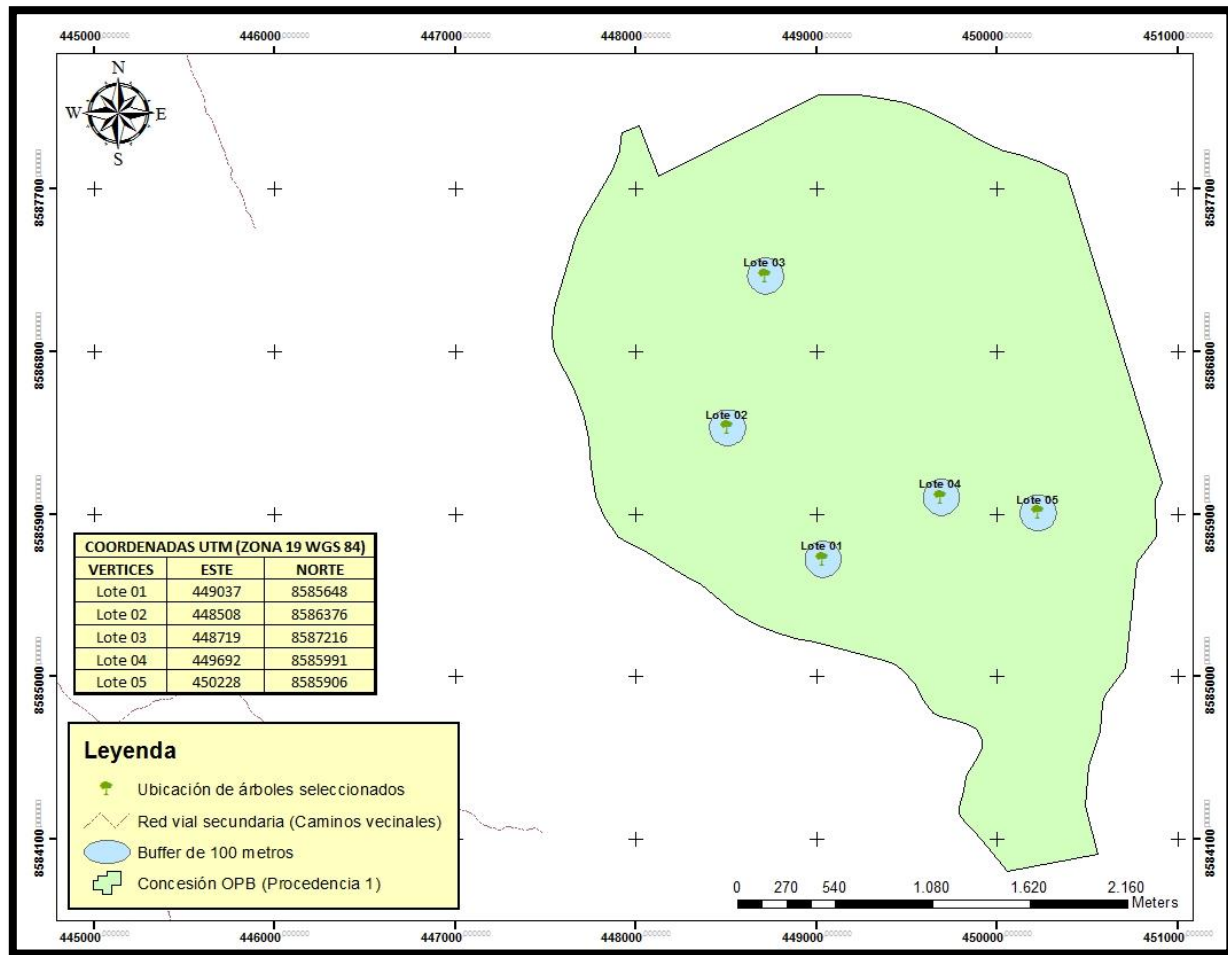


Figura 24: Ubicación de árboles de Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) seleccionados en la procedencia 2

Fuente: Elaboración propia, 2017.

ANEXO III: CUADROS

Cuadro 36: Características del fruto y semilla de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

Fruto	
Peso	21,17 g
Largo	5,30 cm
Diámetro	3,50 cm
Semilla	
Peso	1,61 g
Largo	3,50 cm
Diámetro	1,50 cm

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 37: Número de semillas por kilogramos provenientes del distrito de Tambopata

Distrito de Tambopata					
N° DE LOTE	R1	R2	R3	R4	N° de semillas por Kilogramo
LOTE 1	526,54	532,54	538,53	528,71	531,58
LOTE 2	529,80	536,02	533,70	530,56	532,52
LOTE 3	527,37	530,05	532,14	536,62	531,55
LOTE 4	533,79	529,13	535,68	530,62	532,30
LOTE 5	530,00	528,09	533,65	527,09	529,71
PROMEDIO	529,50	531,17	534,74	530,72	531,53

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 38: Número de semillas por kilogramo provenientes del distrito de Las Piedras

Distrito de Las Piedras					
N° DE LOTE	R1	R2	R3	R4	N° de semillas por kilogramo
LOTE 1	526,21	527,79	522,93	527,84	526,19
LOTE 2	529,24	522,00	525,21	527,73	526,05
LOTE 3	526,51	529,97	523,86	528,96	527,33
LOTE 4	521,13	527,57	529,69	526,15	526,13
LOTE 5	522,63	526,81	524,82	527,73	525,50
PROMEDIO	525,14	526,83	525,30	527,68	526,24

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 39: Porcentaje de Pureza de las semillas provenientes del distrito de Tambopata

Distrito de Tambopata			
N° DE LOTE	Peso total de las muestras original (gr)	Peso de semillas puras (gr)	% de Pureza
Lote 01	283,09	244,89	86,61
Lote 02	282,75	244,55	86,49
Lote 03	283,10	244,90	86,51
Lote 04	282,83	244,63	86,49
Lote 05	283,75	245,55	86,54
PROMEDIO	283,10	244,90	86,51

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 40: Porcentaje de Pureza de las semillas provenientes del distrito de las Piedras

Distrito de Las Piedras			
N° DE LOTE	Peso total de las muestras original (gr)	Peso de semillas puras (gr)	% de Pureza
Lote 01	300,15	246,93	82,27
Lote 02	302,13	246,98	81,75
Lote 03	303,28	246,52	81,28
Lote 04	313,26	246,95	78,83
Lote 05	323,04	247,18	76,52
PROMEDIO	308,37	246,91	80,13

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 41: Contenido de humedad de las semillas provenientes del distrito de Tambopata

Distrito de Tambopata						
N° de Lote	N° de Repetición/Recipiente	Peso del recipiente vacío con la tapa (g)	Peso del recipiente con la tapa y las semillas, antes del secado (g)	Peso del recipiente con la tapa y las semillas, después del secado (g)	Contenido de humedad % (peso fresco)	
		P1	P2	P3	$(P2-P3)/(P2-P1) \times 100$	Promedio (RI + RII)/2
Lote 01	RI	75,32	101,86	92,29	36,06	36,03
	RII	75,22	101,99	92,35	36,01	
Lote 02	RI	75,71	101,76	92,37	36,05	36,02
	RII	75,53	101,89	92,40	36,00	
Lote 03	RI	75,45	101,83	92,21	36,47	36,41
	RII	75,27	101,96	92,26	36,34	
Lote 04	RI	75,81	101,57	92,24	36,22	36,18
	RII	75,63	101,75	92,31	36,14	
Lote 05	RI	75,94	101,69	92,37	36,19	36,13
	RII	75,76	101,82	92,42	36,07	
PROMEDIO						36,16

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 42: Contenido de humedad de las semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Distrito de Las Piedras						
N° de Lote	N° de Repetición/Recipiente	Peso del recipiente vacío con la tapa (g)	Peso del recipiente con la tapa y las semillas, antes del secado (g)	Peso del recipiente con la tapa y las semillas, después del secado (g)	Contenido de humedad % (peso fresco)	
		P1	P2	P3	$(P2-P3)/(P2-P1) \times 100$	Promedio (RI + RII)/2
Lote 01	RI	75,32	101,94	92,36	35,99	36,15
	RII	75,22	102,32	92,48	36,31	
Lote 02	RI	75,71	101,83	92,56	35,49	36,27
	RII	75,53	102,28	92,37	37,05	
Lote 03	RI	75,45	102,22	92,28	37,13	36,96
	RII	75,27	102,29	92,35	36,79	
Lote 04	RI	75,81	101,72	92,33	36,24	36,12
	RII	75,63	101,82	92,39	36,01	
Lote 05	RI	75,94	101,71	92,47	35,86	36,15
	RII	75,76	101,88	92,36	36,45	
PROMEDIO						36,33

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 43: Croquis de distribución de los tratamientos del ensayo en la camara germinadora

TRATAMIENTO	PROCEDENCIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	R1												R2												R3												R4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
T1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Donde:

- Dimensiones del área total de la cama germinadora
 - Largo: 6.06 m
 - Ancho: 0.82 m
 - Área Total: 4.97 m²
- Número total de semillas utilizadas por procedencia
 - 540 semillas
- Número de semilla por tratamiento
 - 180 semillas
- Número de semillas por repetición
 - 45 semillas
- Distancia entre semillas
 - 10 x 10 cm

Cuadro 44: Datos para cálculo del Índice de Velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y Tiempo medio de germinación del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata

Día desde la siembra (ti)	Puntos medios (pi)	Germinación sencilla (gi)	SPG (pi x gi)	Velocidad de germinación (gi/ti)
1	0,5	0	0,00	0,00
2	1,5	0	0,00	0,00
3	2,5	0	0,00	0,00
4	3,5	0	0,00	0,00
5	4,5	1	4,50	0,20
6	5,5	4	22,00	0,67
7	6,5	17	110,50	2,43
8	7,5	11	82,50	1,38
9	8,5	20	170,00	2,22
10	9,5	10	95,00	1,00
11	10,5	8	84,00	0,73
12	11,5	13	149,50	1,08
13	12,5	6	75,00	0,46
14	13,5	5	67,50	0,36
15	14,5	6	87,00	0,40
16	15,5	6	93,00	0,38
17	16,5	2	33,00	0,12
18	17,5	4	70,00	0,22
19	18,5	2	37,00	0,11
20	19,5	4	78,00	0,20
21	20,5	2	41,00	0,10
22	21,5	3	64,50	0,14
23	22,5	1	22,50	0,04
24	23,5	1	23,50	0,04
25	24,5	0	0,00	0,00
26	25,5	0	0,00	0,00
27	26,5	0	0,00	0,00
28	27,5	0	0,00	0,00
29	28,5	0	0,00	0,00
30	29,5	0	0,00	0,00
TOTAL		126	1410,00	12,26

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 45: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata

Día desde la siembra (ti)	Puntos medios (pi)	Germinación sencilla (gi)	SPG (pi x gi)	Velocidad de germinación (gi/ti)
1	0,5	0	0,00	0,00
2	1,5	0	0,00	0,00
3	2,5	0	0,00	0,00
4	3,5	0	0,00	0,00
5	4,5	3	13,50	0,60
6	5,5	7	38,50	1,17
7	6,5	36	234,00	5,14
8	7,5	11	82,50	1,38
9	8,5	17	144,50	1,89
10	9,5	5	47,50	0,50
11	10,5	17	178,50	1,55
12	11,5	9	103,50	0,75
13	12,5	4	50,00	0,31
14	13,5	3	40,50	0,21
15	14,5	3	43,50	0,20
16	15,5	2	31,00	0,13
17	16,5	5	82,50	0,29
18	17,5	1	17,50	0,06
19	18,5	1	18,50	0,05
20	19,5	2	39,00	0,10
21	20,5	0	0,00	0,00
22	21,5	3	64,50	0,14
23	22,5	0	0,00	0,00
24	23,5	0	0,00	0,00
25	24,5	0	0,00	0,00
26	25,5	0	0,00	0,00
27	26,5	0	0,00	0,00
28	27,5	0	0,00	0,00
29	28,5	0	0,00	0,00
30	29,5	0	0,00	0,00
TOTAL		129	1230,00	14,45

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 46: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata

Día desde la siembra (ti)	Puntos medios (pi)	Germinación sencilla (gi)	SPG (pi x gi)	Velocidad de germinación (gi/ti)
1	0,5	0	0,00	0,00
2	1,5	0	0,00	0,00
3	2,5	0	0,00	0,00
4	3,5	1	3,50	0,25
5	4,5	1	4,50	0,20
6	5,5	2	11,00	0,33
7	6,5	20	130,00	2,86
8	7,5	13	97,50	1,63
9	8,5	16	136,00	1,78
10	9,5	8	76,00	0,80
11	10,5	7	73,50	0,64
12	11,5	12	138,00	1,00
13	12,5	4	50,00	0,31
14	13,5	5	67,50	0,36
15	14,5	8	116,00	0,53
16	15,5	2	31,00	0,13
17	16,5	8	132,00	0,47
18	17,5	2	35,00	0,11
19	18,5	4	74,00	0,21
20	19,5	4	78,00	0,20
21	20,5	3	61,50	0,14
22	21,5	1	21,50	0,05
23	22,5	0	0,00	0,00
24	23,5	0	0,00	0,00
25	24,5	0	0,00	0,00
26	25,5	0	0,00	0,00
27	26,5	0	0,00	0,00
28	27,5	0	0,00	0,00
29	28,5	0	0,00	0,00
30	29,5	0	0,00	0,00
TOTAL		121	1337,00	11,98

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 47: Frecuencia acumulada de la germinación de las semillas provenientes del distrito de Tambopata

Días de la siembra	T1	T2	T3
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	1
5	1	3	2
6	5	10	4
7	22	46	24
8	33	57	37
9	53	74	53
10	63	79	61
11	71	96	68
12	84	105	80
13	90	109	84
14	95	112	89
15	101	115	97
16	107	117	99
17	109	122	107
18	113	123	109
19	115	124	113
20	119	126	117
21	121	126	120
22	124	129	121
23	125	129	121
24	126	129	121
25	126	129	121
26	126	129	121
27	126	129	121
28	126	129	121
29	126	129	121
30	126	129	121

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 48: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras

Día desde la siembra (ti)	Puntos medios (pi)	Germinación sencilla (gi)	SPG (pi x gi)	Velocidad de germinación (gi/ti)
1	0,5	0	0,00	0,00
2	1,5	0	0,00	0,00
3	2,5	0	0,00	0,00
4	3,5	4	14,00	1,00
5	4,5	9	40,50	1,80
6	5,5	14	77,00	2,33
7	6,5	11	71,50	1,57
8	7,5	5	37,50	0,63
9	8,5	15	127,50	1,67
10	9,5	18	171,00	1,80
11	10,5	12	126,00	1,09
12	11,5	9	103,50	0,75
13	12,5	14	175,00	1,08
14	13,5	7	94,50	0,50
15	14,5	3	43,50	0,20
16	15,5	7	108,50	0,44
17	16,5	1	16,50	0,06
18	17,5	0	0,00	0,00
19	18,5	0	0,00	0,00
20	19,5	0	0,00	0,00
21	20,5	0	0,00	0,00
22	21,5	0	0,00	0,00
23	22,5	0	0,00	0,00
24	23,5	0	0,00	0,00
25	24,5	0	0,00	0,00
26	25,5	0	0,00	0,00
27	26,5	0	0,00	0,00
28	27,5	0	0,00	0,00
29	28,5	0	0,00	0,00
30	29,5	0	0,00	0,00
TOTAL		129	1206,50	14,91

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 49: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras

Día desde la siembra (ti)	Puntos medios (pi)	Germinación sencilla (gi)	SPG (pi x gi)	Velocidad de germinación (gi/ti)
1	0,5	0	0,00	0,00
2	1,5	0	0,00	0,00
3	2,5	0	0,00	0,00
4	3,5	1	3,50	0,25
5	4,5	8	36,00	1,60
6	5,5	26	143,00	4,33
7	6,5	30	195,00	4,29
8	7,5	19	142,50	2,38
9	8,5	10	85,00	1,11
10	9,5	23	218,50	2,30
11	10,5	10	105,00	0,91
12	11,5	9	103,50	0,75
13	12,5	4	50,00	0,31
14	13,5	4	54,00	0,29
15	14,5	1	14,50	0,07
16	15,5	0	0,00	0,00
17	16,5	0	0,00	0,00
18	17,5	0	0,00	0,00
19	18,5	0	0,00	0,00
20	19,5	0	0,00	0,00
21	20,5	0	0,00	0,00
22	21,5	0	0,00	0,00
23	22,5	0	0,00	0,00
24	23,5	0	0,00	0,00
25	24,5	0	0,00	0,00
26	25,5	0	0,00	0,00
27	26,5	0	0,00	0,00
28	27,5	0	0,00	0,00
29	28,5	0	0,00	0,00
30	29,5	0	0,00	0,00
TOTAL		145	1150,50	18,57

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 50: Datos para el cálculo del índice de velocidad de germinación, Porcentaje de germinación y tiempo medio de germinación del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras

Día desde la siembra (ti)	Puntos medios (pi)	Germinación sencilla (gi)	SPG (pi x gi)	Velocidad de germinación (gi/ti)
1	0,5	0	0,00	0,00
2	1,5	0	0,00	0,00
3	2,5	0	0,00	0,00
4	3,5	0	0,00	0,00
5	4,5	3	13,50	0,60
6	5,5	14	77,00	2,33
7	6,5	8	52,00	1,14
8	7,5	16	120,00	2,00
9	8,5	17	144,50	1,89
10	9,5	12	114,00	1,20
11	10,5	20	210,00	1,82
12	11,5	9	103,50	0,75
13	12,5	9	112,50	0,69
14	13,5	5	67,50	0,36
15	14,5	1	14,50	0,07
16	15,5	0	0,00	0,00
17	16,5	0	0,00	0,00
18	17,5	0	0,00	0,00
19	18,5	0	0,00	0,00
20	19,5	0	0,00	0,00
21	20,5	0	0,00	0,00
22	21,5	0	0,00	0,00
23	22,5	0	0,00	0,00
24	23,5	0	0,00	0,00
25	24,5	0	0,00	0,00
26	25,5	0	0,00	0,00
27	26,5	0	0,00	0,00
28	27,5	0	0,00	0,00
29	28,5	0	0,00	0,00
30	29,5	0	0,00	0,00
TOTAL		114	1029,00	12,85

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 51: Frecuencia acumulada de la germinación de las semillas provenientes del distrito de Las Piedras

Días de la siembra	T1	T2	T3
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	4	1	0
5	13	9	3
6	27	35	17
7	38	65	25
8	43	84	41
9	58	94	58
10	76	117	70
11	88	127	90
12	97	136	99
13	111	140	108
14	118	144	113
15	121	145	114
16	128	145	114
17	129	145	114
18	129	145	114
19	129	145	114
20	129	145	114
21	129	145	114
22	129	145	114
23	129	145	114
24	129	145	114
25	129	145	114
26	129	145	114
27	129	145	114
28	129	145	114
29	129	145	114
30	129	145	114

Fuente: Elaboración propia, 2017.

ANEXO IV: FIGURAS

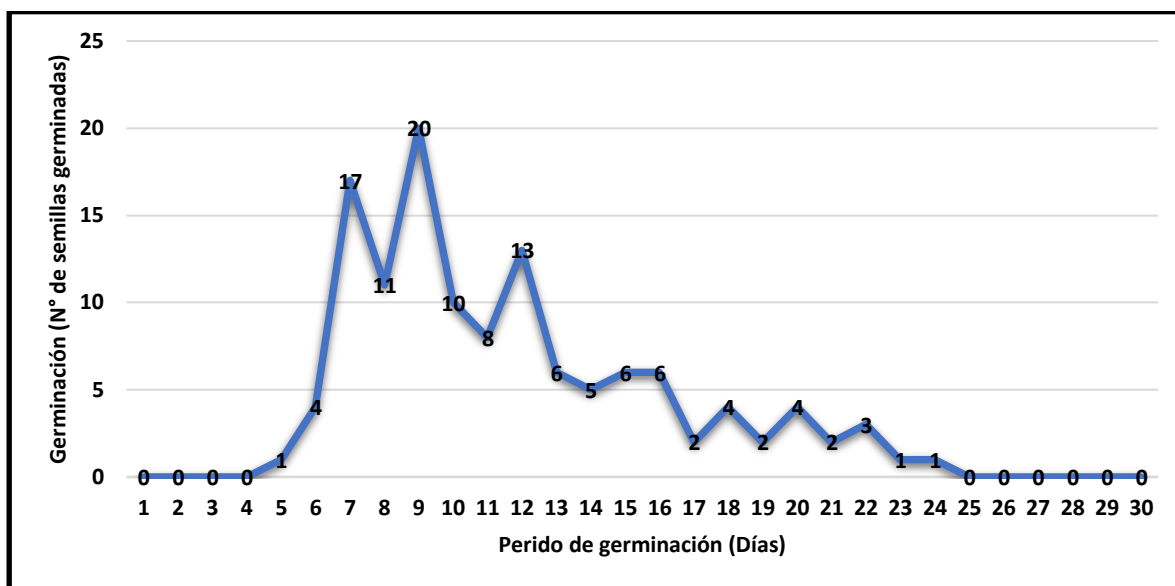


Figura 25: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T1, provenientes del distrito de Tambopata

Fuente: Elaboración propia, 2017.

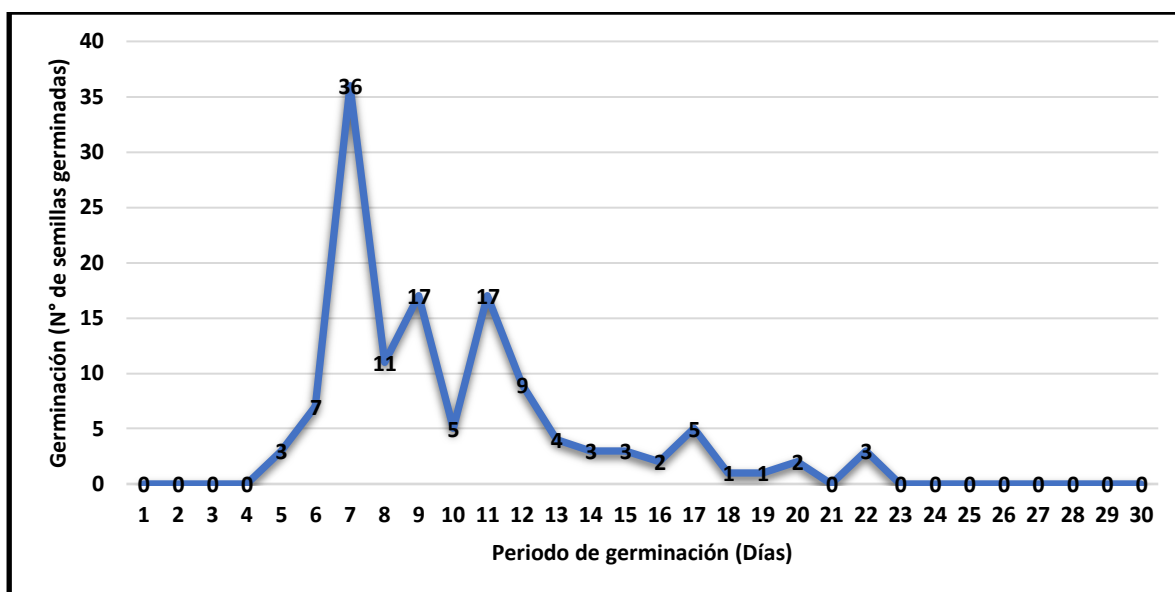


Figura 26: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T2, provenientes del distrito de Tambopata

Fuente: Elaboración propia, 2017.

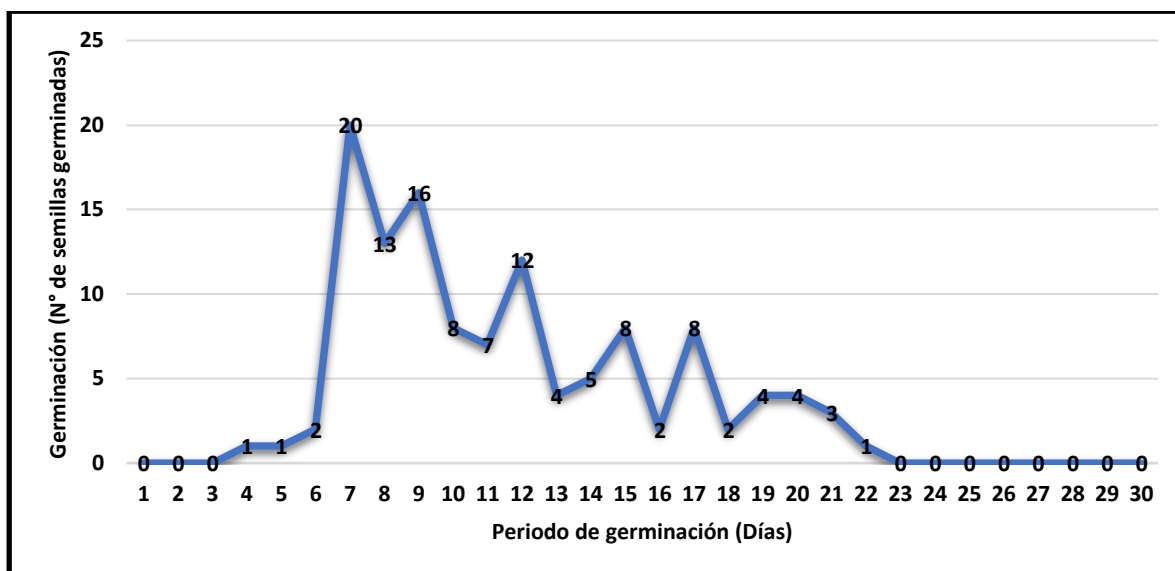


Figura 27: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T3, provenientes del distrito de Tambopata

Fuente: Elaboración propia, 2017.

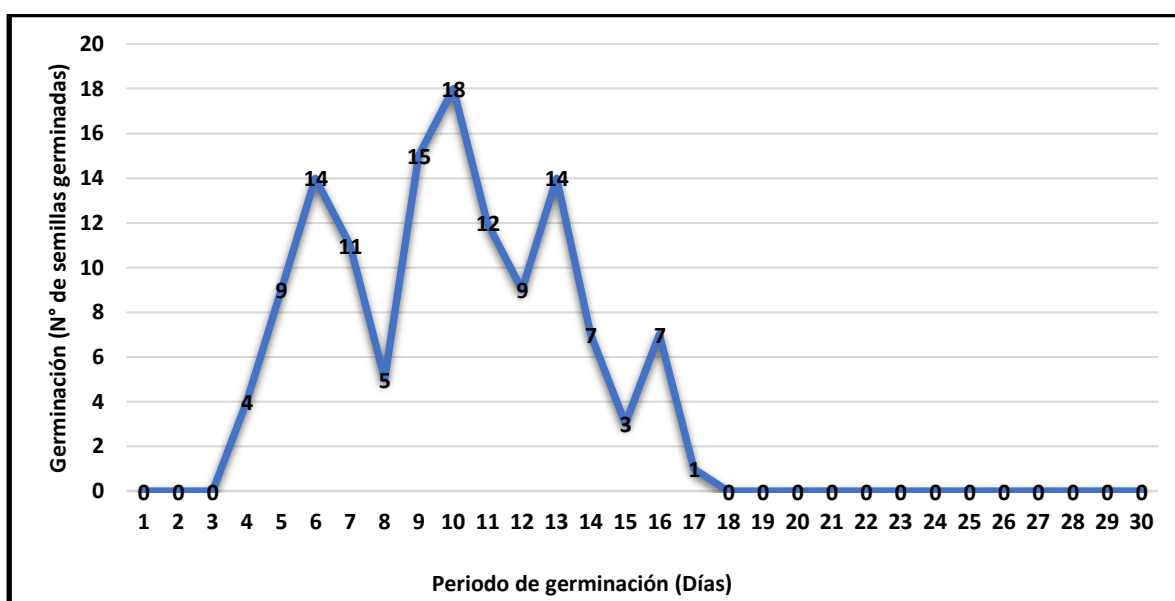


Figura 28: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T1, provenientes del distrito de Las Piedras

Fuente: Elaboración propia, 2017.

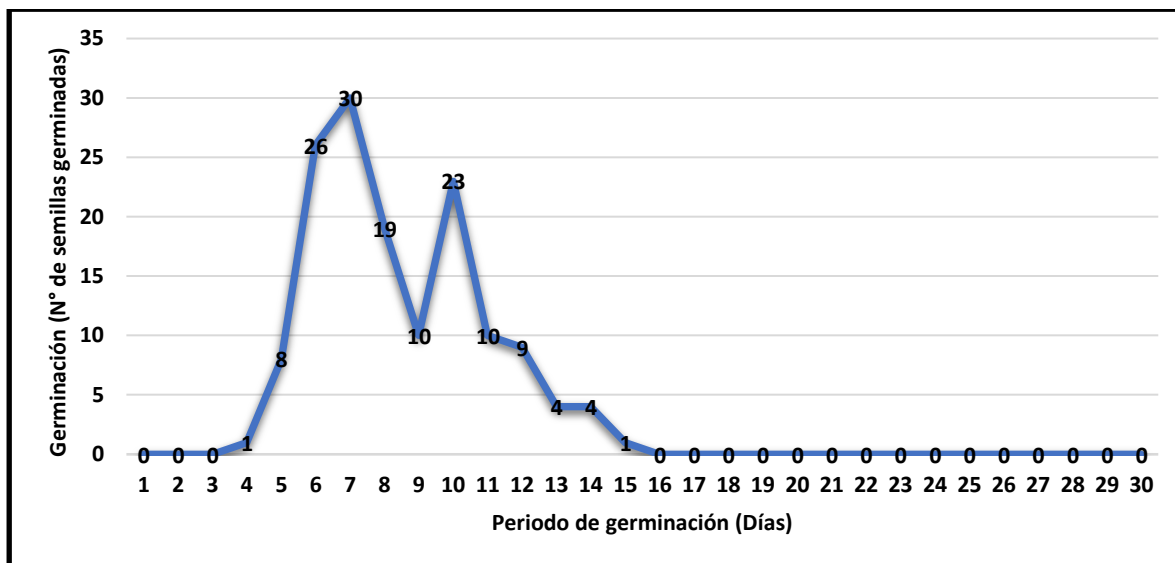


Figura 29: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T2, provenientes del distrito de Las Piedras

Fuente: Elaboración propia, 2017.

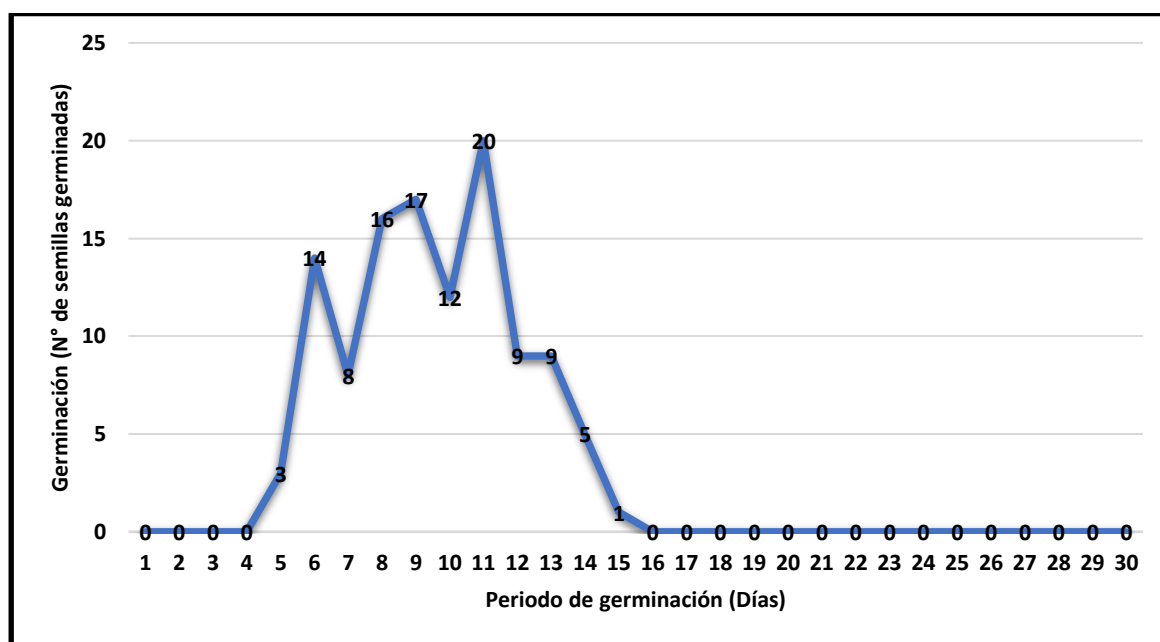
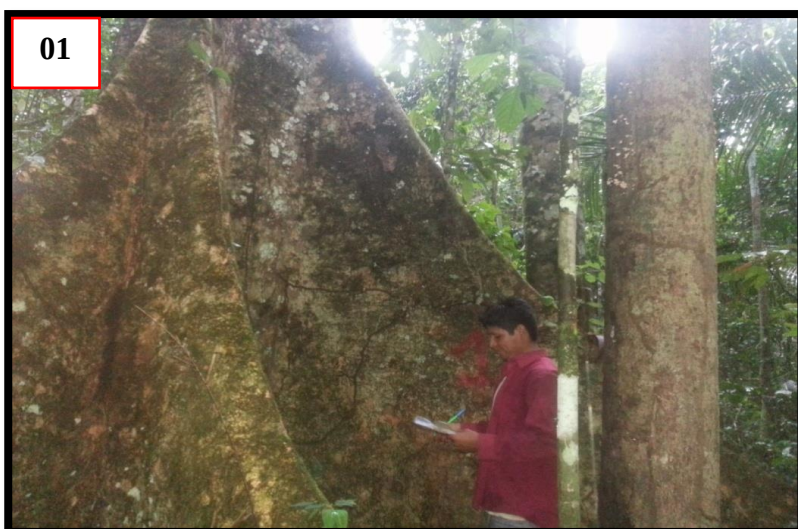


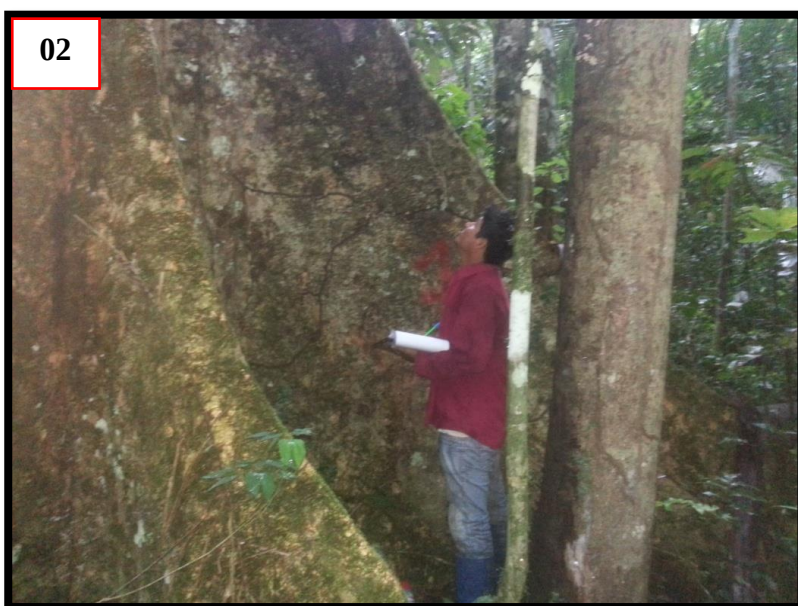
Figura 30: Germinación de semillas bajo efecto del tratamiento T3, provenientes del distrito de Las Piedras

Fuente: Elaboración propia, 2017.

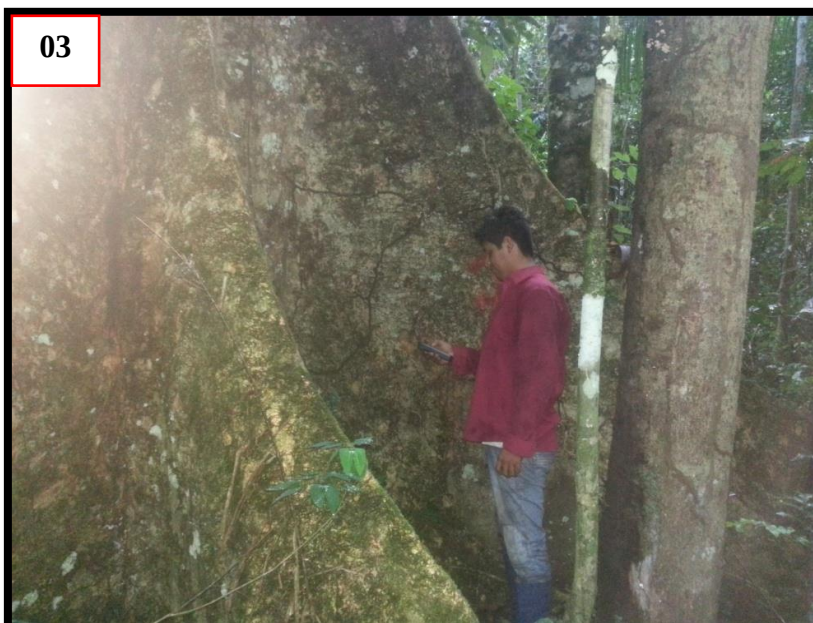
ANEXO V: GALERÍA FOTOGRÁFICA



Fotografía 1: Toma de datos de las características morfológicas de los árboles candidatos en campo, para la recolección de muestras.



Fotografía 2: Calculo de la altura comercial y total de los árboles candidatos en campo



Fotografía 3: Marcación de la ubicación de los árboles en campo con GPS Map 60



Fotografía 4: Tomando la medida del DAP de los árboles candidatos en campo



Fotografía 5: Imagen de la enumeración respectiva con spray rojo de cada uno de los árboles que fueron seleccionados en campo



Fotografía 6: Asistente de campo corroborando la altura de los árboles candidatos en campo



Fotografía 7: Recolección de las muestras desde el suelo, con la participación de los trabajadores de la concesión



Fotografía 8: Recolectando las muestras basado en el radio de la copa del árbol candidato en campo



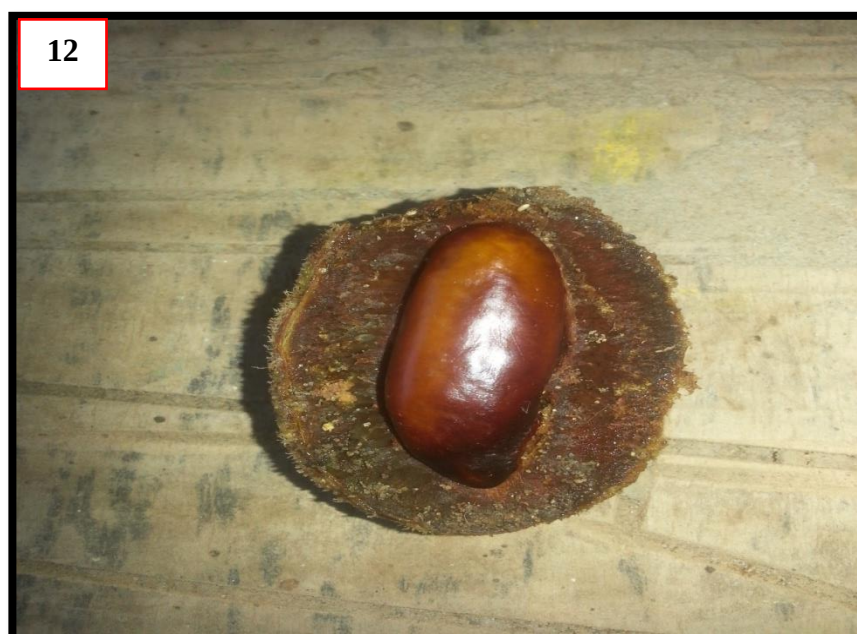
Fotografía 9: Semillas recolectadas de Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) recolectadas en campo



Fotografía 10: Semillas recolectadas de uno de los árboles candidatos en campo con la metodología de ponerlas en un saco húmedo para que conserven la humedad



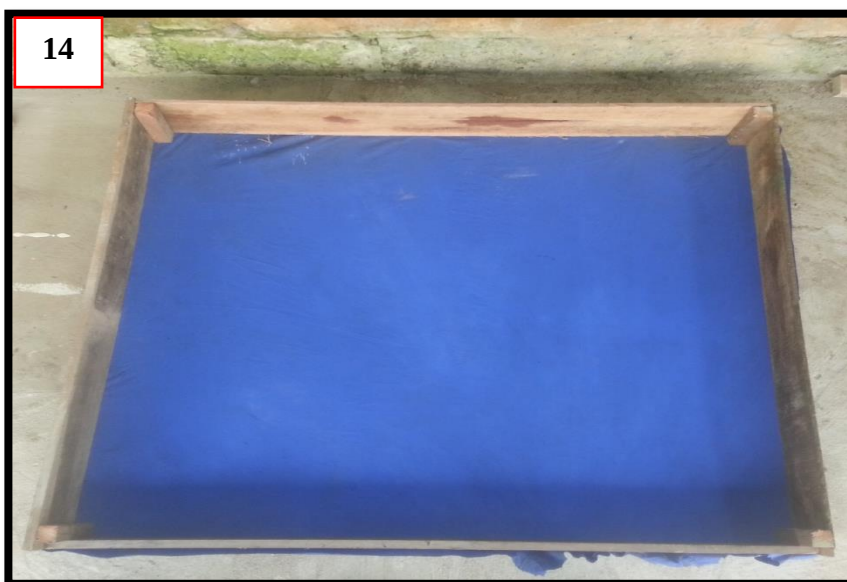
Fotografía 11: Muestra vegetativa de uno de los árboles en campo con la semilla recolecta



Fotografía 12: Almendra expuesta, después del quebrado del mesocarpio del fruto



Fotografía 13: Medida de una de las almendras con una regla de 30 cm, se observó una medida de 3.5 cm de altura y de diámetro 1.5 cm



Fotografía 14: Imagen de la cama de almacenamiento de las semillas con fondo de plástico para que conserve la humedad en el interior



Fotografía 15: Aserrín húmedo que ayudo a que se mantengan las semillas en condiciones óptimas de humedad



Fotografía 16: Tomando las medidas adecuadas para la elaboración de las camas de propagación vegetativa donde se hicieron germinar las semillas



Fotografía 17: Realizando el corte de la madera ya dimensionada que se empleó para la elaboración de las camas de propagación vegetativa con sus medidas correspondientes



Fotografía 18: Clavado y armado de las camas de propagación vegetativa que se emplearon para la germinación de las semillas



Fotografía 19: Perímetro de la cama de propagación vegetativa culminada



Fotografía 20: Realizando la prueba de viabilidad de las semillas de los lotes en un recipiente con agua (semilla no viable dado a que se encuentra flotando y es considerada una semilla vana)



Fotografía 21: Recipiente con una muestra de semilla vana (flotando) y una semilla acta para el ensayo (hundida)



Fotografía 22: Recipientes donde se encuentran las muestras de semillas para realizar la prueba de contenido de humedad (se utilizaron 2 repeticiones por lote)



Fotografía 23: Placas Petri antes de ser utilizadas para realizar los cálculos del contenido de humedad de las semillas



Fotografía 24: Placas Petri vacías colocadas en una estufa para empezar a tomar los datos del contenido de humedad de las semillas



Fotografía 25: Programación de la estufa a una temperatura de 130 grados centígrados por un periodo de una hora, esto para semillas que presentan características de ser oleaginosas (semillas aceitosas)



Fotografía 26: Placas Petri después de ser sometidas en la estufa a una temperatura de 130 grados centígrados por una hora colocada en un desecador por un periodo de una hora



Fotografía 27: Peso de las Placas Petri después de haber transcurrido una hora en el desecador



Fotografía 28: Peso de las Placas Petri con la muestra de 10 semillas por cada una de las 2 repeticiones por lote (Peso húmedo de las muestras)



Fotografía 29: Placas Petri con muestras de semillas llevadas a la estufa a una temperatura de 103 grados centígrados por un periodo de tiempo de 18 horas para poder determinar el peso seco y calcular el contenido de humedad



Fotografía 30: Programación de la estufa a una temperatura de 103 grados centígrados por un periodo de 18 horas, esto para calcular el peso seco de las semillas



Fotografía 31: Muestras ya secadas colocados en un desecador por un periodo de 45 minutos para posteriormente ser pesadas



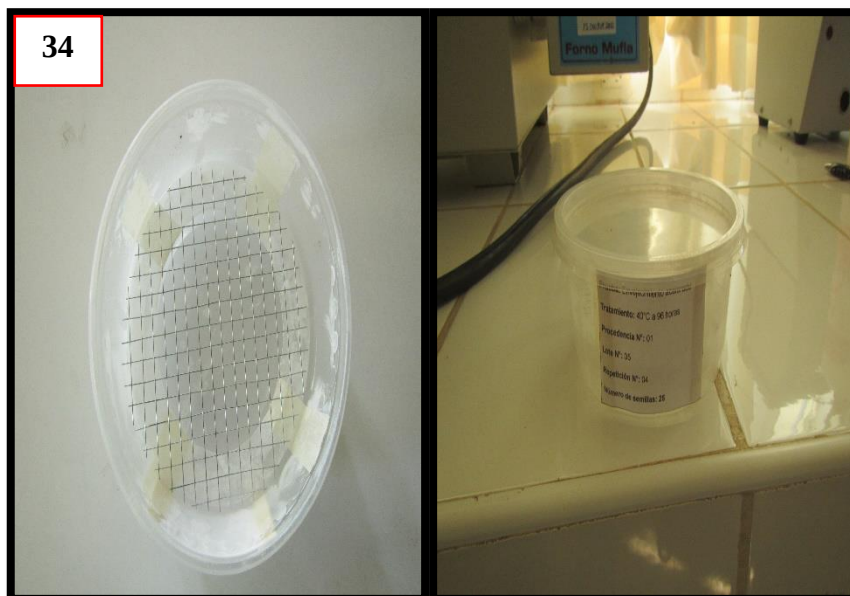
Fotografía 32: Muestra de semillas secas después de haber transcurrido los 45 minutos en el desecador

33



Fotografía 33: Pesado de las muestras secas para calcular el contenido de humedad de cada uno de lotes de semillas que se utilizaron en el ensayo

34



Fotografía 34: Cámara de envejecimiento acelerado artesanal para ser utilizada en el estudio



Fotografía 35: Añadiendo 100 ml de agua oxigenada dentro de las cámaras de envejecimiento



Fotografía 36: Semillas colocadas en las cámaras de envejecimiento acelerado para ser llevadas al horno para cumplir con los siguientes tratamientos (40° C a 48 Horas y 40° C a 96 horas)



Fotografía 37: Cámaras de envejecimiento acelerado etiquetadas y codificadas llevadas al horno para cumplir con los siguientes tratamientos (40° C a 48 Horas y 40°C a 96 horas)



Fotografía 38: Llenado de las camas de propagación vegetativa con piedras de forma uniforme como primera capa en la preparación del sustrato



Fotografía 39: Llenado de arena de forma uniforme encima de la capa de piedra que se encuentra en la parte inferior de la cama de propagación vegetativa



Fotografía 40: Apertura de hoyos en toda el área de la cama de propagación vegetativa



Fotografía 41: Llenado con agua dentro de los hoyos hasta que se humedezca la cama de propagación vegetativa de una manera uniforme



Fotografía 42: Cuadrícula de la cama de todo el perímetro de la cama de propagación vegetativa y siembra de las semillas en el centro de cada cuadrilla



Fotografía 43: Imagen de las dos camas de propagación vegetativa instaladas y con las semillas sembradas



Fotografía 44: Germinación de las semillas de Shihuahuaco (*D. micrantha*) en las camas de propagación vegetativa



Fotografía 45: Enumeración y marcación de las semillas germinadas en distintas fechas que duro el muestreo de 30 días para el índice de germinación



Fotografía 46: Medida de la altura de la planta con una regla de 30 cm desde el nivel sustrato hasta la yema apical (ápice de la planta)



Fotografía 47: Medida del diámetro de la planta con un vernier a dos centímetros por encima de la línea del sustrato a los 30 de días después de la germinación de la planta



Fotografía 48: Realizando la observación de la medida tomada por el vernier de cada una de las plantas germinadas en un periodo de 30 días



Fotografía 49: Tomando apuntes de los datos de cada una de las plantas en una libreta de campo de los cuales fueron sistematizados en una base de datos



Fotografía 50: Retirado de las plántulas de Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) con su respectivo código de tratamiento y el N° de repetición al que pertenece para realizar la toma de información (60 días después de la germinación)



Fotografía 51: Grupo de plántulas retiradas para ser llevadas a gabinete para la toma de información para el estudio de calidad de planta



Fotografía 52: Levantamiento de información de los parámetros para la determinación de la calidad de planta de ambas procedencias (Distrito de Tambopata y el de las Piedras)



Fotografía 53: Peso fresco total de cada una de las plántulas para el levantamiento de información para determinar la calidad de las plántulas



Fotografía 54: Etiquetado y empaquetado de las muestras para ser llevadas al horno



Fotografía 55: Paquetes de las muestras etiquetadas y codificadas por tratamiento, N° de Repetición y lugar de procedencia siendo llevadas al horno para el respectivo secado



Fotografía 56: Paquetes de las muestras etiquetadas y codificadas por tratamiento, N° de Repetición y lugar de procedencia puestas al horno para el respectivo secado a una temperatura de 70° C



Fotografía 57: Planta después de ser sometidas a una temperatura de 70° C en un horno para la obtención del peso seco tanto de la parte aérea y como el de la parte radicular



Fotografía 58: Peso seco de la parte aérea de la plántula después de ser secadas en el horno a una temperatura de 70° C



Fotografía 59: Peso seco de la parte radicular de la plántula después de ser secadas en el horno a una temperatura de 70° C



Fotografía 60: Toma de datos obtenidos de la fase de pesado de las muestras secas a una temperatura de 70° C, esto con la finalidad de obtener la calidad de planta de la especie

