

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TRES
ESPECIES FORESTALES POTENCIALES PARA
LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS
DEGRADADAS EN LA REGIÓN UCAYALI**

Presentado por:

Víctor Raúl Cornejo Badillo

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **VÍCTOR RAÚL CORNEJO BADILLO**, intitulado “**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TRES ESPECIES FORESTALES POTENCIALES PARA LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS EN LA REGIÓN UCAYALI**”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de **INGENIERO FORESTAL**.

La Molina, 15 de Junio de 2018

.....
Ing. Carlos Vargas Salas
Presidente

.....
Ing. Fernando Bulnes Soriano
Miembro

.....
Ing. Roxana Guillén Quispe
Miembro

.....
Mg. Sc. Ignacio Lombardi Indacochea
Asesor

Mg. Sc. Wilson Guerra Arévalo
Coasesor

DEDICATORIA

A mis abuelos paternos Ana Chávez Alvan y Gerardo Bonilla Palacios.

A mi tía abuela Dora Chávez Alvan.

A mis abuelos maternos Ida Espinoza Vargas y Oscar Badillo Bramón.

Quienes fueron el motor y motivo en mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Guillermo Gorbitz Dupuy y Yanina Ratachi Ojeda, socios fundadores de ASSESSFOR SAC, por haberme dado la oportunidad de llevar a cabo mi estudio de tesis en la empresa que representan. Agradezco de igual manera al Ing. Ignacio Lombardi, mi asesor, por su ayuda y seguimiento a lo largo de mi investigación, y por la confianza que me dio.

Extiendo también mis agradecimientos a Bach. Lino Ríos, Ing. Yanisse Basaurí, Mg.Sc. Wilson Guerra por su asistencia en el trabajo de campo, temas estadísticos, consejos y su buen humor a diario. Gracias, igualmente, a Fredy Ponce de la Borda y Rodi Ruiz por su enorme apoyo a distancia y estima personal.

Finalmente, no quiero dejar de lado a mis colegas y amigos en ciencias ambientales y forestales, quienes me dieron su apoyo y alegría en todo momento. Asimismo, mis pensamientos especiales a mis abuelos, quienes del cielo velan por mi constante desarrollo personal y profesional.

RESUMEN

En el marco de las líneas de acción de la empresa ASSESSFOR, se realizó la investigación de propagación vegetativa de Shihuahuaco de hoja grande (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.), Tahuarí negro (*Handroanthus ochraceus* Cham. Mattos) y Lupuna (*Ceiba lupuna* P.E.Gibbs & Semir) especies potenciales para la recuperación de áreas degradadas en Amazonía. La fase experimental se desarrolló en las instalaciones de la empresa, ubicada en San Alejandro, distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, región Ucayali. Se obtuvieron 243 estaquillas para cada especie, las cuales fueron plantadas en mini túneles, bajo 9 tratamientos, con 3 repeticiones. Se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, callosidad, brotación y enraizamiento, así como la longitud de brotes, el número de raíces formadas y la longitud de raíz más larga; a través de un diseño experimental completamente al azar (DCA) con parcelas divididas (PD), donde las parcelas correspondieron a los sustratos (arena, turba y perlita) y las divisiones de las parcelas a las dosis de AIB (0 ppm, 3000 ppm y 6000 ppm de AIB). En estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande, se alcanzó mayor sobrevivencia y brotación con el sustrato arena, y mayor callosidad, longitud de brote, enraizamiento, número de raíces formadas y longitud de raíz más larga con el sustrato turba. Con la concentración de 6000 ppm de AIB, se obtuvo mayor brotación y mayor longitud de brote. Con el tratamiento T3 (sustrato arena+6000 ppm de AIB) se obtuvo mayor sobrevivencia; con el tratamiento T1 (sustrato arena+6000 ppm de AIB), se obtuvo mayor brotación; con el tratamiento T6 (sustrato turba+6000 ppm de AIB) se obtuvo mayor longitud de brote; y con el tratamiento T4 (sustrato turba+0 ppm de AIB) se obtuvo mayor enraizamiento. En estaquillas de Tahuarí negro, se alcanzó los mejores resultados, en todas las variables analizadas, utilizando el sustrato perlita, la dosis de 6000 ppm de AIB y el tratamiento T9 (sustrato perlita+6000 ppm de AIB). En estaquillas de Lupuna, se alcanzó mayor sobrevivencia y callosidad con el sustrato perlita. Y mayor brotación, longitud de brote, enraizamiento, número de raíces formadas y longitud de raíz más larga con el sustrato turba. Con la concentración de 6000 ppm de AIB, se obtuvo mayor brotación. Con el tratamiento T8 (sustrato perlita+3000 ppm de AIB), se obtuvo mayor sobrevivencia y callosidad; con el tratamiento T4 (sustrato turba+0 ppm de AIB), se obtuvo mayor brotación y enraizamiento.

Palabras clave: Propagación vegetativa; minitúneles; sustratos, ácido indolbutírico, brotación, enraizamiento.

ÍNDICE GENERAL

Página

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1. RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS	5
2. SELECCIÓN DE ESPECIES POTENCIALES PARA LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS	10
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS	12
3.1. Shihuahuaco de hoja grande.....	12
3.1.1. Clasificación Taxonómica.....	12
3.1.2. Descripción de la especie	12
3.2. Tahuarí negro.....	13
3.2.1. Clasificación Taxonómica.....	13
3.2.2. Descripción de la especie	14
3.3. Lupuna.....	14
3.3.1. Clasificación Taxonómica.....	14
3.3.2. Descripción de la especie	15
4. PROPAGACIÓN VEGETATIVA	16
5. REGULADOR DE CRECIMIENTO – ACIDO INDOLBUTÍRICO (AIB).....	18
6. SUSTRATO PARA EL ENRAIZAMIENTO	20
7. MINI TÚNEL, TÚNEL BAJO O MINI INVERNADERO.....	21
8. SISTEMATIZACIÓN DE INVESTIGACIONES EN PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ESPECIES FORESTALES TROPICALES.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
1. AREA DE ESTUDIO	35
2. INSUMOS, MATERIALES Y EQUIPOS.....	37
3. METODOLOGÍA	40
3.1. Tipo de investigación.....	40
3.2. Identificación de variables.....	40
3.3. Población y muestra.....	41
3.4. Procesamiento de datos	41
3.5. Obtención del material de propagación y estaquillas.....	44
3.5.1. Shihuahuaco de hoja grande.....	45
3.5.2. Tahuarí negro.....	46
3.5.3. Lupuna.....	47
3.6. Instalación de estaquillas en los propagadores.....	49
3.6.1. Shihuahuaco de hoja grande.....	51
3.6.2. Tahuarí negro.....	52
3.6.3. Lupuna.....	53
3.7. Monitoreo de estaquillas.....	54
3.8. Evaluación final de estaquillas.....	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
1. SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE	56
1.1. Evaluación final de estaquillas.....	58
a. Supervivencia y mortandad (por ciento).....	58
b. Callosidad (por ciento).....	62
c. Brotación (por ciento).....	64
d. Longitud de brotes (mm).....	67
e. Enraizamiento (por ciento).....	70
f. Número de raíces formadas (N°).....	74

g.	Longitud de raíz más larga (mm)	77
2.	TAHUARÍ NEGRO	79
2.1.	Evaluación final de estaquillas	81
a.	Sobrevivencia y mortandad (por ciento)	81
b.	Callosidad (por ciento)	85
c.	Brotación (por ciento).....	88
d.	Longitud de brotes (mm)	92
e.	Enraizamiento (por ciento).....	94
f.	Número de raíces formadas (N°).....	98
g.	Longitud de raíz más larga (mm)	100
3.	LUPUNA.....	102
3.1.	Evaluación final de estaquillas	104
a.	Sobrevivencia y mortandad (por ciento)	104
b.	Callosidad (por ciento)	108
c.	Brotación (por ciento).....	111
d.	Longitud de brotes (mm)	115
e.	Enraizamiento (por ciento).....	116
f.	Número de raíces formadas (N°).....	120
g.	Longitud de raíz más larga (mm)	122
V.	CONCLUSIONES	125
VI.	RECOMENDACIONES.....	127
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
VIII.	ANEXOS.....	137

Índice de tablas

	Página
TABLA 1: PAISAJES DE DEGRADACIÓN PREDOMINANTES EN LA AMAZONIA PERUANA.	7
TABLA 2: ANTECEDENTES EN INVESTIGACIÓN DE ENRAIZAMIENTO Y PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ESPECIES FORESTALES.	23
TABLA 3: INSUMOS, MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN.	37
TABLA 4: VARIABLES IDENTIFICADAS PARA EL ESTUDIO.	40
TABLA 5: ARREGLO BIFACTORIAL (SUSTRATO + CONCENTRACIÓN DE ADITIVO AIB)	41
TABLA 6: TRATAMIENTOS (COMBINACIONES) PARA LAS TRES ESPECIES EN EVALUACIÓN.	42
TABLA 7: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE POR TRATAMIENTOS (COMBINACIONES) PARA LAS TRES REPETICIONES.	51
TABLA 8: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO POR TRATAMIENTOS (COMBINACIONES) PARA LAS TRES REPETICIONES.	52
TABLA 9: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA POR TRATAMIENTOS (COMBINACIONES) PARA LAS TRES REPETICIONES.	53
TABLA 10: VARIABLES A EVALUAR.	55
TABLA 11: NÚMERO Y PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE POR TRATAMIENTO (N°).	59
TABLA 12: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	60
TABLA 13: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	60
TABLA 14: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	61
TABLA 15: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE QUE PRESENTAN CALLOSIDAD (N°)	62
TABLA 16: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	63
TABLA 17: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	63
TABLA 18: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE QUE PRESENTAN NUEVOS BROTES (N°) ..	64
TABLA 19: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	65
TABLA 20: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	66
TABLA 21: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	66
TABLA 22: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	67
TABLA 23: PROMEDIO DE LONGITUD DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (MM)	68
TABLA 24: TABLA N°20. ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LA LONGITUD DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	68
TABLA 25: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE BROTE (MM) DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	69
TABLA 26: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE BROTE (MM) DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	69
TABLA 27: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE BROTE (MM) DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	70

TABLA 28: NÚMERO DE ESTAQUILLAS ENRAIZADAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (N°).....	71
TABLA 29: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.....	72
TABLA 30: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS. (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	73
TABLA 31: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	73
TABLA 32: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	74
TABLA 33: NÚMERO DE RAÍCES PROMEDIO EN LAS ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE ENRAIZADAS (N°).....	75
TABLA 34: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.....	76
TABLA 35: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS. (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	76
TABLA 36: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	76
TABLA 37: PROMEDIO DE LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (MM)	77
TABLA 38: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.....	78
TABLA 39: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	79
TABLA 40: NÚMERO Y PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO POR TRATAMIENTO (N°).....	82
TABLA 41: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.....	83
TABLA 42: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS. (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	83
TABLA 43: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO A LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	84
TABLA 44: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	84
TABLA 45: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO QUE PRESENTAN CALLOSIDAD (N°).....	86
TABLA 46: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.....	86
TABLA 47: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO A LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	87
TABLA 48: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO A LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	87
TABLA 49: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	88
TABLA 50: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO QUE PRESENTAN NUEVOS BROTES (N°)	89
TABLA 51: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.....	90
TABLA 52: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	90
TABLA 53: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	91
TABLA 54: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	91
TABLA 55: PROMEDIO DE LONGITUD DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (MM)	92
TABLA 56: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LONGITUD DE BROTES DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.	93

TABLA 57: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE BROTES DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	94
TABLA 58: NÚMERO DE ESTAQUILLAS ENRAIZADAS DE TAHUARÍ NEGRO (N°)	94
TABLA 59: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.....	95
TABLA 60: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	96
TABLA 61: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	97
TABLA 62: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	97
TABLA 63: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.....	98
TABLA 64: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	99
TABLA 65: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB. (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	99
TABLA 66: PROMEDIO DE LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (MM)	100
TABLA 67: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO.....	101
TABLA 68: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB. (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	101
TABLA 69: NÚMERO Y PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA POR TRATAMIENTO (N°)..	105
TABLA 70: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA.....	106
TABLA 71: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	106
TABLA 72: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB. (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	107
TABLA 73: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	108
TABLA 74: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA QUE PRESENTAN CALLOSIDAD (N°)	108
TABLA 75: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA.	109
TABLA 76: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	110
TABLA 77: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	110
TABLA 78: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	111
TABLA 79: NÚMERO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA QUE PRESENTAN NUEVOS BROTES (N°).....	111
TABLA 80: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE BROTAÇÃO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA.	113
TABLA 81: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTAÇÃO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	113
TABLA 82: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTAÇÃO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE AIB (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	114
TABLA 83: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE BROTAÇÃO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	114
TABLA 84: PROMEDIO DE LONGITUD DE BROTE DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA (MM).....	115
TABLA 85: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LONGITUD DE BROTES DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA.	116
TABLA 86: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE BROTES DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	116
TABLA 87: NÚMERO DE ESTAQUILLAS ENRAIZADAS DE LUPUNA (N°).....	117
TABLA 88: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA.	118
TABLA 89: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	119

TABLA 90: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS TRATAMIENTOS (SUSTRATO + AIB) (PRUEBA DE TUKEY =0,05).....	120
TABLA 91: NÚMERO DE RAÍCES PROMEDIO EN LAS ESTAQUILLAS DE LUPUNA ENRAIZADAS (N°)	120
TABLA 92: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE LUPUNA.	121
TABLA 93: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL NÚMERO DE RAÍCES FORMADAS EN ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	122
TABLA 94: PROMEDIO DE LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA (MM).....	122
TABLA 95: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA. ...	123
TABLA 96: PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA CON RESPECTO DE LOS SUSTRATOS (PRUEBA DE TUKEY =0,05).	124

Índice de figuras

	Página
FIGURA 1: MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	36
FIGURA 2: A LA IZQUIERDA: LUXÓMETRO, A LA DERECHA: TERMO HIGRÓMETRO.	38
FIGURA 3: DOSIS DE 3000 PPM Y 6000 PPM DE ENRAIZADOR AIB.....	38
FIGURA 4: A LA IZQUIERDA: SUSTRATO ARENA, AL CENTRO: SUSTRATO TURBA, A LA DERECHA: SUSTRATO PERLITA.	38
FIGURA 5: ARRIBA: MINITÚNEL CON SISTEMA DE ASPERSIÓN, AL CENTRO: MINITÚNEL CON CUBIERTA DE POLIPROPILENO, ABAJO: MINITÚNEL CON CUBIERTA DE MALLA RASCHELL.....	39
FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN LOS MINITUNELES (DCA).	43
FIGURA 7: A LA IZQUIERDA: BROTES DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE, AL CENTRO: PLANTONES DE TAHUARÍ NEGRO, A LA DERECHA: PLANTONES DE LUPUNA.	44
FIGURA 8: A LA IZQUIERDA: ESTAQUILLA DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE, AL CENTRO: ESTAQUILLA DE TAHUARÍ NEGRO, A LA DERECHA: ESTAQUILLAS DE LUPUNA.	45
FIGURA 9: BROTES DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE USADOS PARA EL ENSAYO	46
FIGURA 10: ESTAQUILLAS ÓPTIMAS PARA ENRAIZAR	46
FIGURA 11: PLANTONES DE TAHUARÍ NEGRO USADOS PARA EL ENSAYO.	47
FIGURA 12: ESTAQUILLAS ÓPTIMAS PARA ENRAIZAR	47
FIGURA 13: PLANTONES DE LUPUNA USADOS PARA EL ENSAYO.	48
FIGURA 14: ESTAQUILLAS ÓPTIMAS PARA ENRAIZAR.	48
FIGURA 15: SUSTRATOS DESINFECTADOS COLOCADOS DENTRO DE LAS BANDEJAS DE PLÁSTICO.	49
FIGURA 16: APLICACIÓN DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) A LAS ESTAQUILLAS.	50
FIGURA 17: BANDEJAS CON ESTAQUILLAS COLOCADAS DENTRO DEL MINITÚNEL.	50
FIGURA 18: INSTALACIÓN DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE EN BANDEJAS.	51
FIGURA 19: INSTALACIÓN DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO EN BANDEJAS.....	52
FIGURA 20: INSTALACIÓN DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA EN BANDEJAS.	53
FIGURA 21: REGISTRO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y LUMINOSIDAD DENTRO DEL MINITÚNEL.....	54
FIGURA 22: REGISTRO DE SOBREVIVENCIA Y MORTANDAD DE ESTAQUILLAS.....	55
FIGURA 23: CONDICIONES AMBIENTALES EN EL MINITÚNEL DURANTE EL ENSAYO CON SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	57
FIGURA 24: INTENSIDAD LUMÍNICA PROMEDIO AL INTERIOR DEL MINITÚNEL DURANTE EL ENSAYO CON SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.....	57
FIGURA 25: PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA Y MORTANDAD DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (%)	59
FIGURA 26: PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	62
FIGURA 27: PORCENTAJE DE NUEVOS BROTES DE LAS ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (%) ...	64
FIGURA 28: ESTAQUILLA DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON PRESENCIA DE NUEVO BROTE.....	65
FIGURA 29: LONGITUD DE BROTE PROMEDIO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (MM)	68
FIGURA 30: PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (%).....	71
FIGURA 31: ESTAQUILLA ENRAIZADA DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE CON PRESENCIA DE RAÍCES SECUNDARIAS.	72
FIGURA 32: NÚMERO DE RAÍCES PROMEDIO EN LAS ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE ENRAIZADAS (N°).....	75
FIGURA 33: LONGITUD PROMEDIO DE LA RAÍZ MÁS LARGA EN ESTAQUILLAS DE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE (MM)	78
FIGURA 34: CONDICIONES AMBIENTALES EN EL MINITÚNEL DURANTE EL ENSAYO CON TAHUARÍ NEGRO.	80
FIGURA 35: INTENSIDAD LUMÍNICA PROMEDIO AL INTERIOR DEL MINITÚNEL DURANTE EL ENSAYO CON TAHUARÍ NEGRO.....	80
FIGURA 36: PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA Y MORTANDAD DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (%)	82
FIGURA 37: PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (%).....	86
FIGURA 38: PORCENTAJE DE NUEVOS BROTES DE LAS ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (%)	89
FIGURA 39: ESTAQUILLA ENRAIZADA DE TAHUARÍ NEGRO CON PRESENCIA DE BROTE.	90
FIGURA 40: LONGITUD DE BROTE PROMEDIO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (MM)	93

FIGURA 41:	PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (%).....	95
FIGURA 42:	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAÍZ MÁS LARGA EN ESTAQUILLAS DE TAHUARÍ NEGRO (MM)	100
FIGURA 43:	CONDICIONES AMBIENTALES EN EL MINITÚNEL DURANTE EL ENSAYO CON LUPUNA.	103
FIGURA 44:	INTENSIDAD LUMÍNICA PROMEDIO AL INTERIOR DEL MINITÚNEL DURANTE EL ENSAYO CON LUPUNA.....	103
FIGURA 45:	PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA Y MORTANDAD DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA (%).....	105
FIGURA 46:	PORCENTAJE DE CALLOSIDAD DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA (%)	109
FIGURA 47:	PORCENTAJE DE NUEVOS BROTES DE LAS ESTAQUILLAS DE LUPUNA (%).....	112
FIGURA 48:	ESTAQUILLA ENRAIZADA DE LUPUNA CON PRESENCIA DE BROTE.....	112
FIGURA 49:	LONGITUD DE BROTE PROMEDIO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA (MM).....	115
FIGURA 50:	PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE LUPUNA (%)	117
FIGURA 51:	ESTAQUILLA ENRAIZADA DE LUPUNA CON PRESENCIA DE RAÍCES SECUNDARIAS	118
FIGURA 52:	NÚMERO DE RAÍCES PROMEDIO EN LAS ESTAQUILLAS DE LUPUNA ENRAIZADAS (N°)	121
FIGURA 53:	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAÍZ MÁS LARGA EN ESTAQUILLAS DE LUPUNA (MM).....	123

Índice de anexos

	Página
ANEXO 1 CUADRO DE DATOS DE LA ESPECIE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	137
ANEXO 2 CUADRO DE DATOS DE LA ESPECIE TAHUARÍ NEGRO	145
ANEXO 3 CUADRO DE DATOS DE LA ESPECIE LUPUNA.....	152
ANEXO 4 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.	159
ANEXO 5 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL TAHUARÍ NEGRO.....	166
ANEXO 6 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA LUPUNA.	173

I. INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2015), el Perú es el segundo país en Latinoamérica con mayor cobertura de bosques amazónicos, el cuarto a escala global en bosque tropical y el sexto en bosques primarios. Los bosques húmedos amazónicos en el Perú constituyen el ecosistema de mayor superficie, con 68 932 196 hectáreas, que representan el 53,9 por ciento del territorio nacional, seguido de los bosques secos de la costa con el 3,2 por ciento, y los bosques relictos andinos con 0,2 por ciento del país (MINAM, 2016).

El Programa Nacional de Conservación de Bosques (2016) señala que las principales amenazas que soportan los bosques húmedos amazónicos peruanos son la deforestación y degradación, es así que en el periodo 2001 al 2014 se alcanzó una deforestación promedio anual de 118 077 hectáreas. De la misma manera, la tendencia sigue creciendo ya que solo en el 2014 la deforestación registró 177 571 hectáreas de bosques (PNCB, 2016).

En ese contexto, la deforestación y degradación de los bosques amazónicos peruanos, más allá de ser la principal amenaza para la pérdida de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, es potencial de oportunidades al sector forestal nacional, en contar con nuevos perfiles y puestos de trabajo enmarcados en la recuperación de áreas degradadas.

Para SERFOR (2016), el potencial para recuperar áreas degradadas por medio de plantaciones comerciales se estima en 10 millones de hectáreas, de las cuales 2.5 millones están localizadas en la Amazonía Peruana. A pesar de este enorme potencial, el área total de plantaciones comerciales apenas llega a las 40 mil hectáreas.

Durante la COP20 en Lima, en el marco del Foro Global de Paisajes (GLF, por sus siglas en inglés), se pudo comprobar el dinamismo y la tendencia mundial en la recuperación de áreas degradadas en la región Latinoamérica, con el lanzamiento de la Iniciativa 20x20, promovida por el World Resources Institute, que busca recuperar al año 2020 un total de 20 millones de hectáreas de tierras degradadas, como aporte de América Latina y el Caribe al cumplimiento de las metas del Reto de Bonn, aprobado en 2011 con un enfoque de paisajes (MINAM, 2016). Asimismo, los objetivos de la Iniciativa 20x20 están alineados con la meta

N.º 15 de Aichi del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la meta de neutralidad de degradación de la tierra de Río+20 y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), y los objetivos de REDD+ de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En particular, Perú ha establecido una meta de restauración de 3.2 millones de hectáreas degradadas; 2 millones correspondientes a bosques a cargo del Servicio Nacional Forestal (SERFOR) y 1.2 millones de hectáreas correspondientes a tierras con aptitud agrícola (en costa, sierra y selva) a cargo de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA). Actualmente, se está diseñando el Programa Nacional de Recuperación de Áreas Degradadas e implementando el Programa de Plantaciones con participación interministerial y sectorial (WRI *et al.* 2016).

En ese contexto, urge la promoción de plantaciones forestales para fines de recuperación de áreas degradadas en Amazonía, la cual será posible con la implementación de viveros de alta tecnología capaces de optimizar los diferentes procesos de propagación, y obtención de plántones forestales de mayor calidad a menores costos.

La empresa forestal Assessfor, ubicada en San Alejandro, Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad, Región Ucayali, tiene por objetivo desarrollar un modelo innovador, rentable y escalable de producción de plántones clonales para reforestación con fines comerciales y para la recuperación de áreas degradadas, viene generando protocolos de clonación de diversas especies forestales en tecnología de mini-túneles, bajo condiciones ambientales controladas y ha identificado a las especies de Shihuahuaco de hoja grande (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.), Tahuarí negro (*Handroanthus ochraceus* Cham. Mattos) y Lupuna (*Ceiba lupuna* P.E.Gibbs & Semir), como potenciales para la recuperación de áreas degradadas en Amazonía; en ese sentido, la presente investigación “Propagación vegetativa de tres especies forestales potenciales para la recuperación de áreas degradadas en la región Ucayali” se ejecutará en el marco de las líneas de acción de la empresa, cuya fase experimental se desarrollará en sus instalaciones.

El presente estudio tienen como objetivos identificar la concentración de aditivo (0, 3000, 6000 ppm), el tipo de sustrato (arena fina, turba, perlita) y una combinación de ambos que genere mejores resultados de enraizamiento, bajo sistema de minitúneles. Así como el de evaluar las condiciones de humedad, temperatura y luminosidad, que den como resultado un

mejor enraizamiento bajo sistema de minitúneles para contribuir a la viabilidad de la propagación vegetativa de las tres especies forestales mediante propagadores tecnificados (mini túneles), con la finalidad de disponer a toda época plantones forestales para la recuperación de áreas degradadas en la Amazonía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS

FAO (2017), indica que, si bien no existe una definición única de degradación de la tierra acordada a nivel internacional, las tierras degradadas se definen como tierras que han perdido hasta cierto grado su productividad natural debido a procesos inducidos por la actividad humana. Las definiciones más actuales de degradación de la tierra engloban también cambios negativos en la capacidad de los ecosistemas de brindar una variedad de bienes y servicios sociales y ambientales. Las causas de la degradación incluyen el uso y la gestión inadecuados de la tierra, lo que puede ir desde la sobreexplotación de la vegetación local, el sobrepastoreo y la labranza excesiva hasta la eliminación de los residuos del cultivo. Los tipos de degradación incluyen la disminución de la fertilidad del suelo, el desequilibrio de nutrientes, la erosión, la compactación, la acidificación y la salinización. A largo plazo, estos fenómenos también pueden producir escorrentías extremas, reducir la humedad del suelo y su capacidad de regular el flujo de las aguas. Además, en lo que respecta al paisaje, la degradación de la tierra puede ser responsable de la pérdida de biodiversidad y producir cambios negativos en el microclima que faciliten la desertificación. La degradación puede también influir negativamente en el cambio climático, al aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Resolución Presidencial N° 129-2016-OSINFOR, define como área degradada al espacio de terreno donde se evidencian cambios graduales o sutiles a la cobertura boscosa, por causas de deforestación o degradación, que reducen la integridad y la salud ecológica.

Meza *et al.* (2006) mencionan que la degradación es un concepto subjetivo ya que depende de quién lo define. Etimológicamente, se define como la disminución gradual de cualidades o características. FAO (1984) señala que la degradación del suelo es el proceso de disminución de su capacidad actual y potencial para producir, cualitativa y

cuantitativamente, bienes y servicios; se entienden como bienes las cosechas agrícolas o maderables y como servicios la seguridad alimentaria. Según FAO (2003), la degradación del bosque es una reducción de la capacidad del mismo para producir bienes y servicios. El término «capacidad» se refiere a una escala de tiempo y al estado referencial de un determinado bosque.

Según la OIMT (2002), un área o tierra forestal degradada es aquella severamente deteriorada por la extracción excesiva de productos maderables y/o no maderables, manejo inadecuado, incendios reiterados, pastoreo u otras perturbaciones y usos de la tierra que degeneraron el suelo y la vegetación, a tal punto que la vegetación forestal después del abandono se ve inhibida o retrasada. En la Amazonia peruana, los mejores indicadores de áreas degradadas son la presencia de vegetación predominantemente herbácea: gramíneas como ‘cashauasha’ (*Imperata*), ‘torourco’ (asociación de *Axonopus*, *Paspalum*, *Homolepsis*), rabo de zorro’ (*Andropogon*), o helechos del género *Pteridium*, conocidos en la región como ‘shapumba’, ‘macorilla’ o ‘gara gara. En el aspecto edáfico, los altos niveles de aluminio (elemento tóxico en la nutrición de la gran mayoría de especies vegetales) y el bajo nivel de nutrimentos (nitrógeno, fósforo y bases intercambiables) son indicadores importantes. Otros indicadores relevantes son el deterioro de la estructura del suelo, expresado como la baja capacidad de infiltración de humedad, aireación y alta resistencia del suelo a la penetración; los bajos niveles de materia orgánica y la composición de la macrofauna; el escaso o nulo nivel de productividad en dichas áreas, tanto en número de especies como en volumen de materia seca vegetal conseguida.

Meza *et al.* (2006), explican el término paisajes de degradación, que se refiere a los paisajes que se configuran en el ecosistema amazónico por acción de agentes causales, principalmente antrópicos y naturales, que promueven cambios o alteraciones en características de la cobertura vegetal y/o las propiedades del suelo.

Estos paisajes corresponden a niveles del proceso de degradación y fragmentación de los ecosistemas amazónicos, y van desde paisajes donde aún predominan bosques primarios sobre-explotados y fragmentados (bosque residual), paisajes donde predominan las purmas progresivamente degradadas por prácticas destructivas de uso de la tierra (segundo y tercer paisaje) hasta áreas donde predominan pastos y vegetación invasora (cuarto paisaje). La actividad minera y de explotación petrolera (quinto paisaje) origina procesos de degradación severa a extrema en las áreas donde se establecen y desarrollan acciones (Ver TABLA 1).

Tabla 1: Paisajes de degradación predominantes en la Amazonia peruana.

Paisaje de degradación	Causas principales	Efectos de cambio	Indicadores característicos	Nivel aparente de degradación
Bosque residual en paisaje antrópico.	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción no controlada de madera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compactación de suelo en accesos viales. • Variación en composición florística. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de especies arbóreas valiosas. 	Incipiente
“Purma” en paisaje de bosque fragmentado.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso agrícola y/o pecuario de baja intensidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento y predominancia de áreas con vegetación secundaria (purmas). • Disminución de biomasa por unidad de área. • Riesgos crecientes de erosión, compactación y/o pérdida de fertilidad natural del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Predominancia de purmas medias y/o altas. • Progresivo empobrecimiento de suelos. • Actividades productivas con rendimientos decrecientes. 	Intermedio o moderado
“Purma” baja con vegetación invasora en paisaje de bosque fragmentado.	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura de roza, tumba y quema de ciclos cortos y quemadas frecuentes. • Cultivos ilícitos y fuegos frecuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasez de cubierta boscosa. • Reducción de biodiversidad. • Alteración de ciclos hídricos. • Erosión y/o pérdida de fertilidad natural del suelo. • Compactación del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas abandonadas e improductivas cubiertas de Imperata, Andropogon y/o Pteridium. 	Severo
Pasto natural de muy baja productividad.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades ganaderas de pequeños productores en áreas inapropiadas. • Actividades ganaderas en pasturas nativas y sin control de la carga animal. • Sobrepastoreo y quemadas frecuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasez de cubierta boscosa. • Reducción de biodiversidad. • Alteración de ciclos hídricos. • Erosión y/o pérdida de fertilidad natural del suelo. • Alto grado de compactación del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas abandonadas o improductivas cubiertas por Axonopus, Paspalum y/o Homolepsis. 	Severo
Área deforestada y suelo erosionado con desechos minerales expuestos.	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación minera. • Explotación petrolera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción total de cubierta vegetal. • Contaminación de suelos y fuentes de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas cubiertas por desechos minerales (relaves). 	Severo a extremo

FUENTE: Adaptado de Meza et al. 2006.

Las estrategias de intervención en áreas degradadas tienen como finalidad recuperar la integridad de los ecosistemas alterados; es decir, el mantenimiento del potencial para brindar ciertos productos y servicios que el área es capaz de producir, lo cual implica el mantenimiento de la diversidad biológica, la estructura y los procesos ecológicos, y las prácticas culturales sostenibles (OIMT 2002).

En la actualidad, existen diversos términos que abordan la recuperación de áreas degradadas pero con enfoques diferentes dependiendo el componente a restaurar y el esfuerzo invertido. En ese sentido, tenemos conceptos como recuperación, restauración ecológica, rehabilitación y reclamación.

La recuperación de áreas degradadas se refiere a la aplicación de técnicas que buscan revertir la situación de un ecosistema degradado a un estado deseable, independientemente del nivel de degradación y del ecosistema original (Aguilar-Garavito M. y Ramírez W, 2015). En cambio, la restauración ecológica es mucho más compleja y se entiende como el proceso de ayudar a la recuperación en estructura y funcionalidad de un ecosistema, que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004). De menor alcance está la rehabilitación, que enfatiza la reparación de algunos procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema (SER, 2004). Por otro lado, la reclamación está enfocada al reemplazo de un ecosistema degradado por otro productivo, pero estas acciones no llevan al ecosistema original.

Munshower (1994), se refiere a la reclamación como las acciones para la construcción de topografía, suelo y condiciones para las plantas después del disturbio, lo cual puede llevar a que el sitio previo al disturbio sea diferente, pero permite a la tierra degradada funcionar adecuadamente en el ecosistema del cual este era y es parte.

Según FAO (2003), la rehabilitación es el proceso de recuperar la capacidad del bosque para volver a proporcionar bienes y servicios; hay que notar, sin embargo, que el estado del bosque rehabilitado no es idéntico al estado anterior a la degradación. En esta estrategia de manejo de bosques se hace énfasis en recuperar la productividad del área y no la estructura original de la misma. De otro lado, la restauración del bosque es el proceso de restablecimiento del bosque a su estado original antes de la degradación; es decir, con funciones, estructura y composición similares al estado original. Por lo general, los insumos necesarios para esta estrategia son mayores a los productos que se espera lograr.

La Resolución Presidencial N° 129-2016-OSINFOR, define a la recuperación de áreas degradadas, como el conjunto de procedimientos y medidas necesarias que buscan la corrección de los impactos ocasionados en tierras que tuvieron cobertura boscosa. Y a la restauración ecológica, como el proceso inducido por el hombre mediante el cual se busca ayudar al restablecimiento de un ecosistema degradado, dañado o destruido. La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica.

Según Guariguata (1999) visto en Flores (2014), la práctica de la recuperación de áreas degradadas debe ser un modelo que conlleve a la aceleración del proceso de sucesión vegetal, a fin de recobrar sus atributos funcionales y estructurales previos a la perturbación y en simultáneo, minimizando el capital económico y humano. En ese sentido, para lograr los objetivos de la recuperación se debe considerar el establecimiento de una cubierta vegetal compuesta por especies nativas, para que conlleve al desarrollo de una comunidad sucesora uniforme con el ecosistema de sus alrededores.

Como medidas para recuperar áreas degradadas está el uso de especies forestales nativas, que tienen como objetivo restablecer la cubierta vegetal en áreas donde la vegetación ha sido degradada, dañada o destruida.

Seleccionar especies nativas se debe a su adaptación “in situ”, a pesar de su exposición a las perturbaciones periódicas del suelo, eventos climáticos, fauna herbívora, plagas y enfermedades.

2. SELECCIÓN DE ESPECIES POTENCIALES PARA LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADAS

Las especies recomendadas para la recuperación deben tener ciertas características que maximicen la posibilidad de éxito y garanticen beneficios a corto y largo plazo. Según Flores (2014), las principales características a tomar son:

- Propagación sencilla y rápida
- Alta disponibilidad de semillas
- Sistema radicular bien desarrollado
- Rápido crecimiento
- Especies nativas
- Especies rústicas (pioneras e invasoras), poco exigentes a la calidad de sitio
- Que requieran labores mínimas de mantenimiento, como riego, fertilización, podas, etc.
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Recomendable especies fijadoras de nitrógeno
- Resistencia al fuego y recuperación rápida después de los incendios
- Que sean poco palatables para los herbívoros

No obstante, las condiciones edáficas del área degradada son un factor importante para que la selección de especies nativas sea la más adecuada.

En la publicación “Especies forestales nativas para la recuperación de áreas degradadas en la región Ucayali” realizado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) en el año 2014, se lista y describe diversas especies forestales nativas con evidencia de buena capacidad para la recuperación de suelos degradados y alterados en la región Ucayali, tales como; Ubos (*Spondias mombin* L.), Ushum (*Spondias testudinis* J.D. Mitch. & Daly),

Quillobordón colorado (*Aspidosperma desmanthum* Benth. Ex Mull. Arg), Shihuahuaco hoja pequeña (*Dipterix micrantha* Harms), Shihuahuaco hoja grande (*Dipterix odorata* (Aubl.) Willd), Tahuari negro (*Handroanthus ochraceus* Cham. Mattos), Marupá (*Simarouba amara* Aubl.), Huamansamana (*Jacaranda copaiba* subsp. *Spectabilis*), Atadijo (*Trema micrantha* (L.) Blume), Yacushapana negra (*Terminalia amazonia* (J.F.Gmel.) Exell), Sangre de grado (*Croton lechleri* Müll. Arg.), Catahua (*Hura crepitans* L.), Guaba (*Inga edulis* Mart.), Huayruro rojo (*Ormosia macrocalyx* Ducke), Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), Huimba negra (*Ceiba samauma* (Mart.)K. Schum.), Huimba blanca (*Ceiba lupuna* P.E. Gibbs & Semir), Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), Topa (*Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb), Capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.f.ex K. Schum), entre otras.

Para el presente estudio, tomando las consideraciones de Flores (2014), así como la disponibilidad de material vegetativo en los viveros de la región de Ucayali y la falta de investigaciones en propagación vegetativa de ciertas especies forestales, se han seleccionado las siguientes:

- Shihuahuaco de hoja grande (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.),
- Tahuarí negro (*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos)
- Lupuna (*Ceiba lupuna* P.E.Gibbs & Semir)

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS

3.1. SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE

3.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

REINO: PLANTAE

CLASE: EQUISETOPSIDA C. AGARDH

ÓRDEN: FBALES BROMHEAD

FAMILIA: FABACEAE LINDL.

GENERO: DIPTERYX SCHREB.

NOMBRE CIENTIFICO: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.

NOMBRE COMUN: “Shihuahuaco”, “Shihuahuaco de hoja grande”, “Cumaru”

SINONIMOS BOTÁNICOS: *Coumarouna odorata* Aubl.

3.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Según INIA (1996), visto en Flores (2014), el nombre del genero se origina de las palabras griegas *di* (dos), y *pteryx* (alas); “con dos alas”; en referencia probablemente a los pétalos externos, que tienen apariencia alada. Posee hojas alternas, compuestas, 4-8 foliolos subopuestos a alternos, coriáceos, raquis alado y con una extensión más allá del último foliolo. Inflorescencias erectas, terminales, de tipo panícula, con una media de 9,8 cm (6 -14 cm) de diámetro por 12,9 cm (7 – 22 cm) de largo, con 2 a 8 ramos por inflorescencia. El largo de la flor varía de 21,9 mm a 25,4 mm; hermafroditas, papilionáceas. Fruto carnoso, alargado, un poco leñoso, en promedio mide 5 cm de longitud, tiene una sola semilla cilíndrica.

Flores (2014), indica que el shihuahuaco de hoja grande se encuentra distribuido en Bolivia, Brasil, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. Crece en Loreto y Ucayali.

De acuerdo a Flores (2014) la especie posee madera muy pesada y dura. Color castaño amarillento oscuro, superficie de poco brillo y lisa al tacto, textura fina a media, grano irregular. Se usa para construcción civil y naval, ebanistería, durmientes, carrocerías, vigas mango de herramientas, ripas, postes, etc. Las semillas se usan como fuente oleaginosa en componente aromatizante para perfumes. Alimenticio y medicinal.

Meza et al (2006) señala que *Dipteryx odorata* es una de las especies nativas maderables valiosas y de uso local que destaca entre las principales especies forestales empleadas para la rehabilitación de áreas degradadas (RAD). Así mismo Ricse y Alegre (2007), indican que el Shihuahuaco (*Dipteryx odorata*), mostro el mejor resultado, como parte de un método para rehabilitar suelos degradados por efecto del corte y quema.

3.2. TAHUARÍ NEGRO

3.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

REINO: PLANTAE

CLASE: EQUISETOPSIDA C. AGARDH

ÓRDEN: LAMIALES BROMHEAD

FAMILIA: BIGNONIACEAE JUSS.

GENERO: HANDROANTHUS MATTOS

NOMBRE CIENTIFICO: *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos

NOMBRE COMUN: Tahuarí negro

SINONIMOS BOTÁNICOS: *Tecoma ochracea* Cham., *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl.

3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El Tahuarí negro (*Handroanthus ochraceus*) es un árbol de hasta 30m de alto y 50cm de diámetro. Corteza grisácea a castaña, con estrías longitudinales. Hojas palmadas, 5-foliadas, opuestas. Folíolos oblongo-obovados a oblongo-elípticos, el folíolo terminal de 3-11 cm de largo por 2.3-9 cm de ancho, ambas caras con presencia de tricomas. Inflorescencias en racimos terminales. Flores con corola amarilla con líneas rojizas en la garganta. Fruto una capsula alargada, cilíndrica, 12-30 cm de largo, indumento amarronado, muy caduco al roce, pudiendo desprenderse en su totalidad (Zapater *et al.* 2009).

La especie se encuentra distribuida en Brasil, Bolivia, Argentina, Perú y Paraguay. En el Perú crece en las regiones de Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Madre de Dios, Pasco y Ucayali (Flores, 2014).

Según la UICN (2015) la especie se encuentra en ámbitos con suelos arenosos incluso rocosos, bien drenados, con pH de 6,0 a 8,5. Temperatura media de 18 a 23 °C y precipitación promedio anual de 800 a 2000 mm.

Sus usos son como árboles aislados en potreros (sombra y refugio para el ganado), cercas vivas y sombra de cultivos permanentes, estabilización de cauces fluviales, protección de mantos acuíferos y restauración de áreas degradadas.

La especie es muy usada como ornamental, pero también su madera es usada para la elaboración de parquet (Flores 2014).

3.3. LUPUNA

3.3.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

REINO: PLANTAE

CLASE: EQUISETOPSIDA C. AGARDH

ÓRDEN: MALVALES JUSS.

FAMILIA: MALVACEAE JUSS.

GENERO: CEIBA MILL.

NOMBRE CIENTIFICO: *Ceiba lupuna* P.E. Gibbs & Semir

NOMBRE COMUN: “Huimba blanca”, “Lupuna”

3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Flores (2014), señala que *Ceiba lupuna* es un árbol de hasta 50 m de altura y 140 cm de diámetro. Fuste de forma ligeramente ahusada en la parte baja y cilíndrica en la parte superior. Hojas alternas, digitadas, agrupadas al extremo, con 3 a 7 folíolos. Flores hermafroditas, de hasta 14 cm, de largo incluyendo el pedúnculo, axilares, solitarias o agrupadas en fascículos de número variable, corola rosada o rojo carmín. Fruto dehiscente, pentavalvar, el interior presenta abundante lanosidad blanca, entre 120-140 semillas pequeñas y redondas.

Se distribuye en Ecuador, Brasil y Perú. En el Perú crece en Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco y Ucayali.

Por la belleza de su floración es cultivada en muchos lugares como ornamental.

4. PROPAGACIÓN VEGETATIVA

La propagación vegetativa se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces. Las células no diferenciadas que los conforman tienen la información genética y las propiedades fisiológicas de producir una nueva planta con iguales características de la planta madre, propiedad conocida como totipotencia (Rojas *et al.*, 2004).

La propagación vegetativa comprende división celular mitótica, es decir, es aquella donde se produce una replicación del material genético (o del sistema cromosómico) y del citoplasma de la célula madre a las dos células hijas. Esta condición origina, posteriormente, crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos (Hartmann H. y Kester D., 1980).

Rojas *et al.* (2004), indican que la propagación vegetativa es una técnica que ha adquirido gran importancia en la multiplicación y conservación de especies en peligro de extinción o amenazadas, principalmente de especies arbóreas tropicales. Con la propagación vegetativa se pretende:

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo ambiente, manifestaciones juveniles y maduras de una misma característica, etc.
- Preservar genotipos y complejos genéticos en bancos clonales y arboretos.
- Acortar ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.
- Conservar genotipos superiores que determinan características genéticas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad o sequía, etc.). Estas características se pueden “perder” por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Ser más eficiente cuando la reproducción sexual no es el método más viable o eficaz.

- Propagar especies que sus semillas presentan problemas de germinación o de almacenamiento o que son de ciclo reproductivo largo.
- Aprovechar las características genéticas favorables de dos plantas en una sola planta.
- Manejar las diferentes fases del desarrollo de las plantas.
- Obtener plantaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética.

Para las plantas superiores, Barbat (2006), visto en Gárate (2010), menciona que las técnicas de mayor importancia comercial son: el estaqueado, injerto y algunas prácticas de cultivos en “vitro” relacionadas con la propagación.

Hartmann H. y Kester D. (1980), señalan que la propagación vegetativa a través de estacas se realiza mediante la corta de la planta madre en una porción de tallo, raíz u hoja, después de lo cual esa porción se coloca en condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre.

La propagación vegetativa a través de estacas de tallo es el medio más importante y más utilizado en el mundo, en la propagación de árboles de interés forestal y arbustos ornamentales, tanto de especies caducas como de hoja ancha y siempre verdes de hoja angosta (coníferas). Las estacas se usan, también, extensamente en la propagación comercial en invernadero de muchos cultivos florales y su empleo es común en la propagación de diversas especies frutales.

Gárate (2010), indica que los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por estacas son: el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en la época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) propicias que induzcan al enraizado.

Una limitante de la propagación vegetativa a tener en cuenta es la dispersión de enfermedades, especialmente bacteriales y virales. Una vez una planta se infecta con un virus a menudo a través de los insectos chupadores como los áfidos o mediante el uso de herramientas, puede transmitirse rápidamente dentro del sistema de la planta. Así mismo, la estrechez genética de las poblaciones propagadas vegetativamente suele convertirse en un problema, pues este tipo de reproducción no permite la recombinación genética que favorece la evolución y adaptación de las especies. En caso de implementarse masivamente este método, debe ser una norma, la búsqueda constante de clones elite con características deseables pero provenientes de diferentes ambientes, que permitan llevar a su vez la variabilidad genética de sus sitios de origen (Rojas *et al.*, 2004).

5. REGULADOR DE CRECIMIENTO – ACIDO INDOLBUTÍRICO (AIB)

Rojas *et al.* (2004), señala que no todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Para favorecer y acelerar la emisión de raíces, se usan productos hormonales reguladores de crecimiento, pudiéndose mezclar o usar simultáneamente varios para aumentar el efecto de los mismos.

El propósito de tratar las estacas con reguladores del crecimiento es aumentar el porcentaje de enraizamiento, reducir el tiempo de iniciación de raíces y mejorar la calidad del sistema radical formado (Hartmann y Kester, 1980).

El Ácido indolbutírico (AIB) (Ácido 4-indol-3-butírico) es un regulador de crecimiento del tipo de auxina, de amplio espectro. Aplicada en bajas cantidades, promueven y aceleran la formación de raíces de todo tipo y muy utilizado en la horticultura. Asimismo, uno de sus principales usos es la multiplicación asexual de plantas, sea por estaquillas, esquejes, etc.

El AIB es la auxina más utilizada por su estabilidad y poca movilidad. No es fotosensible, no es soluble en agua, y ha probado ser efectiva en una gran cantidad de especies.

La concentración óptima de auxina varía con la clase utilizada, la especie a propagar, el tipo de material vegetativo, el método de aplicación, el sistema de propagación, etc. (Mesén, 1998).

Las estacas generalmente responden a las dosis de auxina de una manera típica, mostrando un aumento progresivo en el número y calidad de las raíces formadas con cada aumento en la dosis de auxina hasta alcanzar un punto máximo, a partir del cual se inicia un descenso en la respuesta debido a problemas de toxicidad. Con dosis insuficientes las raíces son escasas, o puede haber formación de callo solamente sin formación de raíces. En dosis supraóptimas puede ocurrir amarillamiento y caída prematura de la hoja de la estaca, necrosis de la base de la estaca o necrosis total. También puede ocurrir una inhibición del crecimiento de los brotes, aun después de que la estaca haya enraizado (Hartmann y Kester; 1980).

De acuerdo a Badilla y Murillo (2005), algunas especies no toleran una dosis tan alta de AIB y requieren no más de 0.2 por ciento ó 2000 ppm (*Eucalyptus spp*, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, entre otras). En estos casos deberá buscarse un producto comercial que indique una dosis baja o conseguirse AIB puro y prepararse en estas dosis (diluido en alcohol). Sin embargo Rojas et al (2004), menciona que para las especies forestales tropicales se recomienda la inmersión de la base de las estacas en soluciones de AIB al 4 por ciento en alcohol etílico como solvente. Por otro lado el IIAP (2008), indica que la mayoría de las especies forestales enraízan bien con dosis de 0.2 por ciento (2000 ppm) a 0.3 por ciento (3000 ppm) de AIB, aunque algunas pueden requerir dosis mayores o menores. Para aplicar el AIB, basta con untar la base de la estaquilla en el polvo o la solución, e introducirla inmediatamente en el sustrato.

6. SUSTRATO PARA EL ENRAIZAMIENTO

El enraizamiento de estaquillas requiere de un medio (sustrato) óptimo para tal fin, que dependerá principalmente de la capacidad de retención de humedad, aireación, fácil manipulación y de si se desea que en el mismo medio de enraizamiento sea luego transferida la nueva planta a la zona aclimatación y finalmente, al sitio de plantación.

El sustrato también tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agentes contaminantes (Hartmann y Kester; 1980). Además, el sustrato no debe presentar obstáculos para el crecimiento de las raíces, debe tener la consistencia suficiente para mantener las estacas en su posición y ser de fácil adquisición en cualquier momento (Mesén, 1998).

En propagación vegetativa la arena es el sustrato más utilizado, la cual proporciona una buena aireación y retención de agua y, facilidad en la apertura de hoyos, inserción y extracción de las estaquillas (Mesen, 1998). La arena es de bajo costo y fácil de obtener, debe ser lo suficientemente fina como para retener humedad alrededor de las estacas y bastante gruesa para permitir que el agua drene a través de esta (Hartmann y Kester, 1980). La turba es excelente para retener el agua y presenta alto contenido de materia orgánica que favorecen al enraizamiento. La perlita es un mineral no metálico y es ideal para germinar semillas y enraizamiento por esquejes debido a su bajo peso y gran retención de humedad.

7. MINI TÚNEL, TÚNEL BAJO O MINI INVERNADERO

El enraizamiento de estaquillas se realizará en minitúneles o mini invernaderos. Estas estructuras pueden ser de diversas dimensiones y revestidos con una cubierta transparente para crear un ambiente hermético e idóneo para el éxito del enraizamiento. (Badilla Y. y Murillo O., 2005) recomienda que tengan 5 m de largo, 1 m de ancho y tener una altura no mayor a los 40 cm para lograr crear una cámara húmeda y alta temperatura. Es importante que estas estructuras se dividan en pequeños compartimientos con plástico, para lograr un mayor control de la producción y un mejor manejo de posibles problemas fitosanitarios y deberán contar con sistema de riego por aspersión nebulizada

Es necesario que el mini túnel o mini invernadero cuente con condiciones óptimas para un adecuado enraizamiento de estaquillas para lograr los tres factores principales: a) una reducción en la actividad fotosintética (sombra de sarán por lo general), b) una humedad relativa alta (>80-90 por ciento) y buen manejo del estrés hídrico, y c) una temperatura ambiente entre 30 y 35°C (Badilla Y. y Murillo O., 2005).

8. SISTEMATIZACIÓN DE INVESTIGACIONES EN PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ESPECIES FORESTALES TROPICALES

Se realizó una sistematización de información bibliográfica referida a investigaciones en propagación vegetativa de especies forestales tropicales en la región latinoamericana, con énfasis en el Perú.

Según lo revisado sobre investigaciones en propagación vegetativa, para especies forestales en el Perú, aún existe una cantidad limitada de estudios (se tuvo acceso a 30 de investigaciones).

Las especies más estudiadas son *Cedrelinga cateniformis*, *Amburana cearensis* y *Swietenia macrophylla*, sin embargo también existen estudios para *Cedrela odorata*, *Simarouba amara*, *Calycophyllum spruceanum*, *Myroxylon balsamun*, *Guazuma crinita*, *Guazuma ulmifolia*, *Hura crepitans*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Ceiba pentandra*, *Copaifera paupera*, *Copaifera officinalis*, *Tabebuia serratifolia*, *Tabebuia rosea*, *Tabebuia crisantha*, *Tabebuia Donnell-Smithii*, entre otras.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y universidades nacionales como UNU, UNALM, UNSM, UNCP, entre otras, son las principales promotoras de estas investigaciones en el Perú, en las cuales se realizan principalmente ensayos para determinar los sustratos y concentraciones de sustancias enraizadoras (principalmente ácido indolbutírico-AIB), óptimas, para lograr la propagación de la especie.

En la gran mayoría de las investigaciones analizadas, se han obtenido los mejores resultados (mayores porcentajes de enraizamiento) con el sustrato arena, y con dosis de AIB de concentraciones de 3000, 4000 y 8000 ppm, mayormente en cámaras o propagadores de subirrigación. (Ver TABLA 2).

Tabla 2: Antecedentes en investigación de enraizamiento y propagación vegetativa de especies forestales

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN						CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL		
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO		MEJOR SUSTRATO	MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Perú	Efecto del ácido indol 3 butírico y cascarilla de arroz carbonizada en el enraizamiento de estaquillas de Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) en cámaras de sub-irrigación en la Amazonía Peruana. IIAP-2008.	YEPES, F., DEL CASTILLO, D., SOUDRE, M., SOPLIN, J., CHUNG, J.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de plantones	56	20%	88	31 °C	29 °C	apical	6	0.4	2 foliolo	20 x 1 foliolo (40)	93	Carbón de cascarilla de arroz	7000	Si
		Análisis técnico y económico en la producción de la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) como sustrato para la propagación vegetativa de estacas juveniles de caoba (<i>Swietenia macrophylla King</i>) en cámara de sub-irrigación. Universidad Nacional de Ucayali. IIAP-2010.	SABOYA, J.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de Jardín clonal	60	35%	55 -85	25 -35	28 °C		media, basal	3 a 5	0.56	1 foliolo	50	96	Arena media/ Carbón de cascarilla de arroz	8000

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Perú	Efecto de niveles de área foliar y dosis de ácido indol butírico en el enraizamiento de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> G. King.) en cámaras de sub irrigación. Universidad Nacional de San Martín-2009.	GRONERTH, C.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	60	20%	66,20 – 89,14	23 - 29 °C	-	media, apical	8	0.42	1 foliolo	18	62.5	Arena media	4000	Si
		Propagación vegetativa de <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba) mediante enraizamiento de estaquillas juveniles en cámaras de subirrigación, en Pucallpa, Perú. IIAP-2011.	VÁSQUEZ, A., ALEGRÍA, W., TELLO, R.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de Jardín clonal	43	30%	79	28.5	-	basal	4.5	-	-	50	57	Arena media	3000	Si
	Costa Rica	Avances recientes en la domesticación de Caoba y Cedro. 6-8 de Noviembre 2001. Campo Experimental 'San Felipe Bacalar'.	CATIE	Cámara de propagación	Brotos de árboles	48	-	-	-	-	-	-	-	-	50 , 100	61.7	Arena fina	3000	No

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	México	Propagación vegetativa de cuatro especies forestales utilizando un propagador de subirrigación. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Tabasco, México. 2011.	SÁNCHEZ, G.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	45	20%	-	37.4	-	Indistinto	11	0.5 a 1	0	0	21.4	Arena fina	1000	Si
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	Perú	Influencia del morfotipo, fitohormona y sustrato en la propagación de estacas juveniles de cedrela odorata l. (cedro colorado), en Pucallpa, Perú. 2010	MURRIETA, C.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de plantones	42	2514.58 luxes	74.19	28.85	28.20	apical y media	6.0	-	-	36	90	Arena gruesa	3000	Si
Ishpingo (<i>Amburana cearensis</i>)	Perú	Evaluación de sustratos alternativos en la propagación vegetativa de <i>Amburana cearensis</i> (Fr. Allem.) A.C. Smith. (Ishpingo) mediante enraizamiento de estacas juveniles bajo condiciones controladas de cámara de nebulización, Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. IIAP-2010.	RAFAEL, L.	Cámara de nebulización	Brotos de Jardín clonal	41	-	-	-	-	apical	4 a 8 cm	0.2 a 0.5	4 foliolos	-	35	Arena gruesa/ Fibra de aguaje	8000	No

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO	
Ishpingo (<i>Amburana cearensis</i>)	Perú	Influencia del diámetro, largo, y profundidad de siembra en la propagación por estacas de <i>Amburana cearensis</i> L. (Ishpingo). Universidad Nacional de Ucayali. 1993.	PINEDO, J.C.	Cama de germinación	Plantación	210	-	-	-	-	-	-	-	-	18.75	Tierra orgánica con arena de río	0	No
		Evaluación del efecto de cinco dosis de fitohormona, tres tipos de arena y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estacas juveniles de <i>Amburana cearensis</i> (Ishpingo) en ambientes controlados, Pucallpa, Perú. Universidad de Ucayali. 2010.	FLORES, M.P.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de Jardín clonal	49	6475 - 656,6 luxes	56-93 %	21,7 - 32,8	-	apical	4.5	-	4 foliolo	20	90	Arena gruesa	8000

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO	
Ishpingo (<i>Amburana cearensis</i>)	Perú	Estudio de propagación vegetativa de 3 especies forestales valiosas para reforestación. Programa Nacional de Investigación de agroforestería y cultivos tropicales. INIA-1998.	INIA	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	4000	No
		Influencia del uso simultáneo de sustratos no convencionales en la sobrevivencia, enraizamiento y crecimiento de estacas juveniles de <i>Amburana cearensis</i> (Ishpingo) propagadas en cámaras de nebulización, Pucallpa, región Ucayali. 2013.	ODICIO, M.	Cámara de nebulización	-	152	-	80.3	30.8	-	-	-	4.7	2.7	2 pares	71.93	Arena + tierra agrícola + compost de gallinaza	8000

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Ishpingo (<i>Amburana cearensis</i>)	Paraguay	Propagación por estacas de trébol (<i>Amburana cearensis</i>). Ministerio de agricultura y ganadería; Servicio Forestal Nacional. CODESU. Centro forestal Alto Paraná. Paraguay. 1985.	MANTA, N.M., SHCWYZER, A.	Invernadero	Estacas del fuste de árbol joven	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76.6	Tierra orgánica con arena	0	No
Tomillo (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)	Perú	Efecto del sustrato, dosis de ácido indolbutírico y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de tornillo (<i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke) utilizando propagadores de sub-irrigación en Pucallpa-Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. IIAP-2010.	MUERAS, L.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	40	70%	55,7-90 (prom = 69,4)	25-31,1 (prom = 28,4)	22-30 (prom=26,7)	media	4.0	-	1 foliolo	30	70	Arena fina	4000	Si
		Enraizamiento de brotes de tornillo (<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke), en la Amazonía peruana. Reforesta. Costa Rica. 2014.	VALLEJOS-TORRES G., TOLEDO L., AREVALO-LOPEZ L.	Mini túnel	Brotos de Jardín clonal	15	-	-	-	-	-	Indistinto	4.0	-	3 foliolos	-	94.8	Turba	3000

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Tornillo (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)	Perú	Enraizamiento de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke, aplicando Seradix-3 y bajo diferentes condiciones ambientales en Pichanaki (Chanchamayo, Junín). UNCP-1983.	CASTILLO, A.	No menciona	No menciona	No menciona	-	-	-	-	No menciona	25	0.3 a 0.5	No menciona	-	20	No menciona	8000	No
		Propagación vegetativa de estaquillas de tornillo (<i>Cedrelinga cateniformis</i>) en cámaras de sub irrigación. IIAP-2008.	SOUDRE, M., PORTAL, E.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	80	45%	-	-	-	media/basal	8	0.3 a 0.4	No menciona	-	14.7	Gravilla	0	Sí
		Propagación vegetativa de tornillo <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación. 2011.	SOUDRE, M.; MUERAS, L.; LIMACHE, A.; GUERRA, H.; MESEN, F.; PEREZ, F.	propagador de subirrigación	Plantones	50	4328 luxes	70.5	29.1	26.9	media	6	-	1	30	70	Arena fina	4000	Sí
		Influencia de la granulometría de arena y la aplicación de Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento de la <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke (Tornillo), bajo el sistema de Propagación por Estaquillas, en Cámaras de Sub irrigación. 2015.	PORTAL, E.	Cámaras de sub irrigación	Plantones	45	3397 luxes	91	33.6	-	media	8	0.5	-	30	100	Arena gruesa	4000	Sí

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN						CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL		
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO		MEJOR SUSTRATO	MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Marupa (<i>Simarouba amara</i>)	Perú	Evaluación de cinco dosis del ácido indolbutírico, sustratos y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de <i>Simarouba amara</i> Aubl. (Marupa), Pucallpa-Perú. Universidad Nacional de Ucayali. IIAP-2010.	VIDAL, F.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de Jardín clonal	30	-	-	-	-	apical y media	6.0	-	6 foliolos	-	64	Perlita o Grava fina	8000	Si
	Costa Rica	Enraizado de estacas de seis especies forestales, con tres niveles de ácido indolbutírico. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA), Centro Tropical de la Enseñanza e Investigación (CTEI), Departamento de Ciencias Forestales, Turrialba, Costa Rica. CATIE-1974.	GARCIA - VILLAMÁN VJ.	Cámara germinadora	Brotos de ramas	75	-	-	-	-	-	15	0.6 a 2.0	-	-	0	Tierra	4000-20000	Si
Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)	Perú	Enraizamiento de brotes de capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum., en la amazonía peruana. REFORESTA. Costa Rica. 2014.	VALLEJOS-TORRES G., TOLEDO L., AREVALO-LOPEZ L.	Mini túnel	Brotos de Jardín clonal	12	-	-	-	-	-	-	-	2 hojas	-	99	Turba	3000	Si

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN						CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL		
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO		MEJOR SUSTRATO	MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Estoraque (<i>Myroxylon balsamun</i>)	Perú	Influencia de diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y sustratos en el enraizamiento de estacas juveniles de <i>Myroxylon balsamun</i> . Harms. "estoraque" en propagadores de sub-irrigación, Pucallpa". Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. 2012.	MERMAO R, T.	Propagador de sub-irrigación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77.78	Arena de río	4000	No	
		Enraizamiento de estaquillas de estoraque (<i>Myroxylon balsamum</i> Linn Harms), a través de la hormona AIB (ácido indolbutírico) en cámara de subirrigación" en el IIAP-San Martín. 2013.	PINEDO, L.	Cámara de subirrigación	Plantones	45	75.09 luxes	66.11 – 89.11	23.26 – 29.96	28.21	intermedia	8	-	1, 2, 4	12	94	Arena gruesa	8000	Sí
Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)	Perú	Propagación por estacas de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> Mart.) provenientes de árboles candidatos a plus en condiciones de cámara de sub-irrigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consorcio Agroforestal SAC - Grupo PLANTAR. 2015.	RAMOS, A.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de árboles inducidos	20	-	-	-	-	Indistinto	3-15	0.2 – 0.8	1 hoja	-	14	Arena fina	0	No

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)	Perú	Propagación vegetativa por estacas de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> Mart.) mediante minitúneles en ambientes controlados en San Alejandro – Irazola, Ucayali. Universidad Nacional Agraria La Molina. Assessfor-2017.	BASAURI, Y.	Mini túnel	Plantones	20	-	-	-	-	Medio y basales	3-6	-	1 hoja	-	100	Arena fina, turba	3000	No
		Efecto del Ácido-indol-3-butírico (AIB) en el enraizamiento de estaquillas juveniles de "Bolaina blanca" <i>Guazuma crinita</i> Mart., mediante propagador de subirrigación en Tingo María, Huánuco. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2009.	CORAS, C.	Cámara de subirrigación	Brotos de arboles inducidos	56	-	-	-	-	-	-	4-6	-	1 hoja	-	50	-	400
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Perú	Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y dos sustratos diferentes en la propagación vegetativa de la bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.). Lima, Perú. 2012.	MEDINA, T., PRIETO, M., YEPES, F., DEL CASTILLO, D.	Cámara de sub-irrigación	Brotos juveniles	28	-	-	-	-	Indistinto	6	-	2 hojas	-	71	Cascarilla de arroz	0	Si
Catahua (<i>Hura crepitans</i>)	Perú	Estudio de propagación vegetativa de 3 especies forestales valiosas para reforestación. Programa Nacional de Investigación de agroforestería y cultivos tropicales. INIA-1998.	INIA	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	4000	No	

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Pumaquiro (<i>Aspidosperma macrocarpon</i>)	Perú	Estudio de propagación vegetativa de 3 especies forestales valiosas para reforestación. Programa Nacional de Investigación de agroforestería y cultivos tropicales. INIA-1998.	INIA	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	2000	No	
Lupuna (<i>Ceiba pentandra</i>)	Perú	Enraizamiento de esquejes de lupuna (<i>Ceiba pentandra</i>) mediante Ácido Indol-3-butírico (AIB), en Jenaro Herrera, Loreto. Lima, Perú. IIAP-2014.	INGA, H., PINEDO, M., FARROÑAY, R., PAREDES, E., DEL CASTILLO, D.	Cámara de sub-irrigación	Brotos de árboles	45	35%	-	-	-	-	3	-	1	-	90	Cascarilla de arroz	3000	Sí
Copaiba (<i>Copaifera paupera</i>)	Perú	Propagación vegetativa de Copaiba (<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyne) mediante enraizamiento de estaquillas juveniles en cámaras de subirrigación, en Jenaro Herrera, Loreto, Perú. 2016.	MORALES, E.	Cámara de subirrigación	Brotos de plantones	72	-	-	20.2 – 36.2	-	-	3 - 5	0.2 – 0.35	2	100	24	Arena media	7000	Sí
Copaiba (<i>Copaifera officinalis</i>)	Perú	Enraizamiento de esquejes de copaiba (<i>Copaifera officinalis</i>) mediante el uso del ácido indol-3-butírico (AIB), en Jenaro Herrera, Loreto. 2015	INGA, H.; PAREDES, E.; DEL CASTILLO, D.	Propagador de sub-irrigación	Brotos juveniles	-	-	-	-	-	-	3	-	2	-	74	Cascarilla de arroz carbonizada	5000 y 7000	Sí

Continuación.

ESPECIE	PAÍS	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN							CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTAQUILLAS				RESULTADOS			VERSIÓN VIRTUAL	
				TECNOLOGÍA	MATERIAL DE ORIGEN	DÍAS DE ENSAYO	LUMINOSIDAD	RANGO DE HUMEDAD RELATIVA (%)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	T° SUSTRATO	POSICIÓN/NIVEL ESTAQUILLA	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO (CM)	N° FOLIOS/FOLIOLOS	AREA FOLIAR (CM2)	% ENRAIZAMIENTO	MEJOR SUSTRATO		MEJOR DOSIS AIB (PPM)
Tahuari (<i>Tabebuia serratifolia</i>)	Perú	Efecto de dos tipos de sustrato y cuatro dosis de ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas juveniles de <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) en propagadores de sub-irrigación, en Pucallpa-Ucayali, Perú. 2014.	TANG, H.	Propagador de sub-irrigación	Ramas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70.8	Aserín	0	Sí	
Guayaca/Tahuari (<i>Tabebuia rosea</i>)	México	Propagación vegetativa de cuatro especies forestales utilizando un propagador de subirrigación. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Tabasco, México. 2011.	SÁNCHEZ, G.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	45	20%	-	37.4	-	Indistinto	-	0.5 a 1	0	0	No hubo	-	Si	
Guayacán (<i>Tabebuia crysantha</i>)	México	Propagación vegetativa de cuatro especies forestales utilizando un propagador de subirrigación. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Tabasco, México. 2011.	SÁNCHEZ, G.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	45	20%	-	37.4	-	Indistinto	-	0.5 a 1	0	0	No hubo	-	Si	
Guayacán Blanco (<i>Tabebuia Donnell-Smithii</i>)	Ecuador	Propagación de <i>Tabebuia Donnell-Smithii</i> Rose (Guayacán blanco) utilizando hormonas de enraizamiento. Ciencia y Tecnología. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2012.	CARRANZA, M., IBARRA, O., NIETO, E., SAUCEDO, S., CEVALLOS, ORLY., ESCOBAR, A., REYES, X., MORANTE, J.	Cámara de sub-irrigación	Plantones	45	10%	88	24	-	Apical	6 a 8 cm	-	3 foliolos cortados a la mitad	50% área foliar	90	Turba	1500	Si

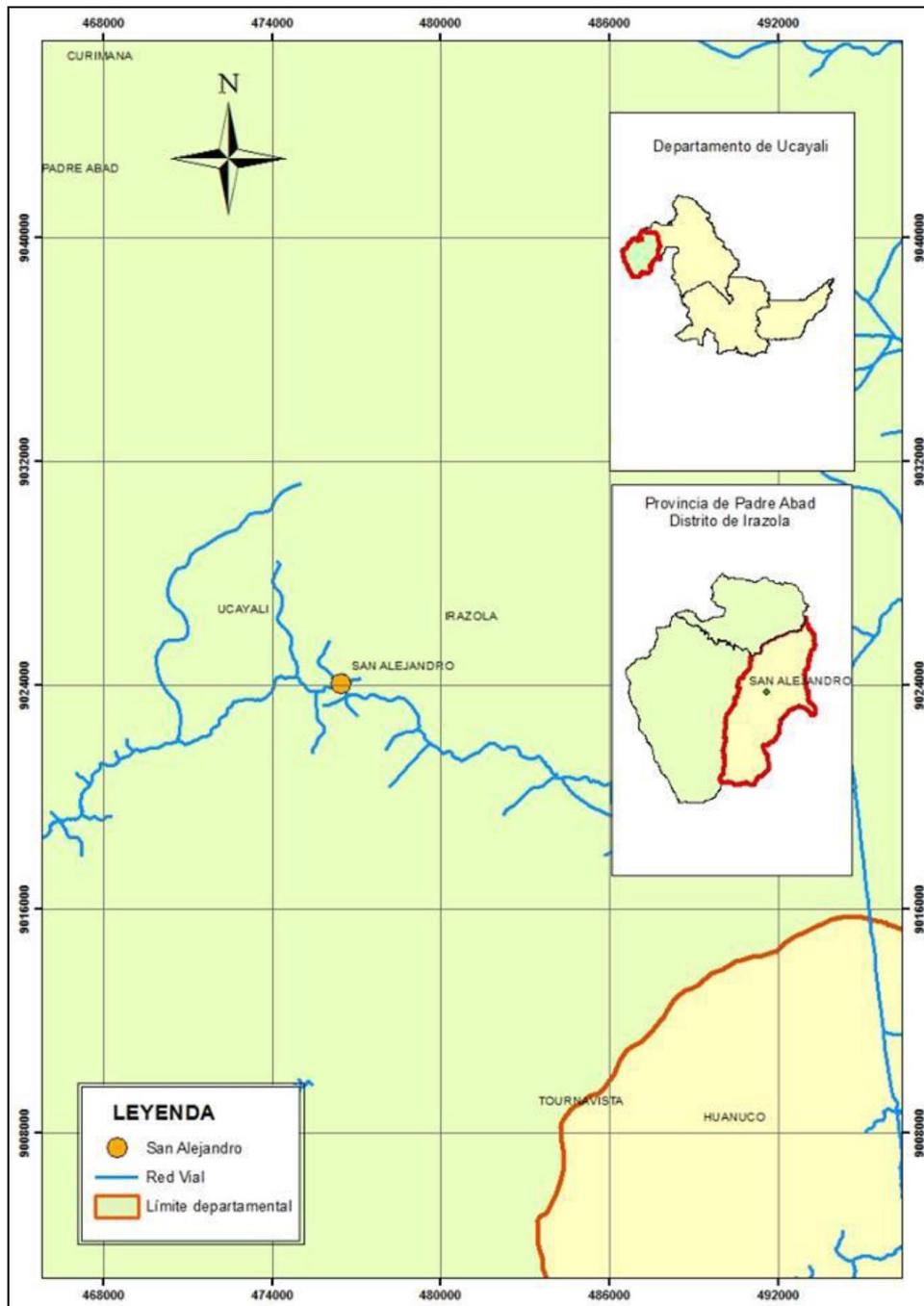
III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. AREA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa ASSESSFOR S.A.C., ubicada en el centro poblado de Villa San Alejandro, capital del distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad, región de Ucayali (FIGURA 1).

El centro poblado de Villa San Alejandro se encuentra a 110 kilómetros de la ciudad de Pucallpa, por la carretera Federico Basadre, y a una altitud media de 220 msnm.

La provincia de Padre Abad, se extiende desde el flanco oriental de la cordillera de los andes (sector comprendido dentro de la cuenca del río Aguaytía) hasta el Caserío Andrés Avelino Cáceres en el Distrito de Curimana, estando conformado por las unidades geográficas que son la cuenca del río Aguaytía y la subcuenca del río San Alejandro. Predomina el clima cálido y húmedo con abundantes precipitaciones, típico clima de la región amazónica, que propicia el crecimiento de abundante vegetación arbórea y arbustiva. Particularmente, el distrito de Irazola presenta altas temperaturas durante todo el año, intensas lluvias concentradas de noviembre a marzo y pocas lluvias durante el resto del año.



FUENTE: Tomado de Basauri 2017:99.

Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

2. INSUMOS, MATERIALES Y EQUIPOS

Para las diferentes fases de la investigación se contó con los siguientes insumos, materiales y equipos:

Tabla 3: Insumos, materiales y equipos utilizados en la evaluación.

<i>FASE</i>	<i>INSUMOS, MATERIALES Y EQUIPOS</i>
Obtención de material de propagación y estaquillas.	<ul style="list-style-type: none"> - Regla metálica - Vernier digital - Papel reciclado - Enraizador AIB (FIGURA 3) - Tijera de podar - Libreta de campo - Cámara fotográfica - Útiles de escritorio - Fungicida agrícola - Mascarilla y guantes quirúrgicos - Recipientes
Instalación de estaquillas en los propagadores.	<ul style="list-style-type: none"> - Minitúnel con sistema de aspersion (FIGURA 5) - Bandejas de plástico - Sustratos: Arena, turba y perlita (FIGURA 4) - Codificadores y plumones indeleble
Monitoreo de estaquillas y de las condiciones de temperatura, humedad y luminosidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Regla metálica - Vernier digital - Libreta de campo - Cámara fotográfica - Termo higrómetro (FIGURA 2) - Luxómetro (FIGURA 2)
Evaluación final de estaquillas.	<ul style="list-style-type: none"> - Regla metálica - Vernier digital - Libreta de campo - Cámara fotográfica - Fungicidas - Útiles de escritorio
Otras mediciones: pH	<ul style="list-style-type: none"> - Ph-metro - Agua destilada - Vaso de precipitado - Embudo de vidrio



Figura 2: A la izquierda: Luxómetro, a la derecha: Termo higrómetro.



Figura 3: Dosis de 3000 ppm y 6000 ppm de enraizador AIB.

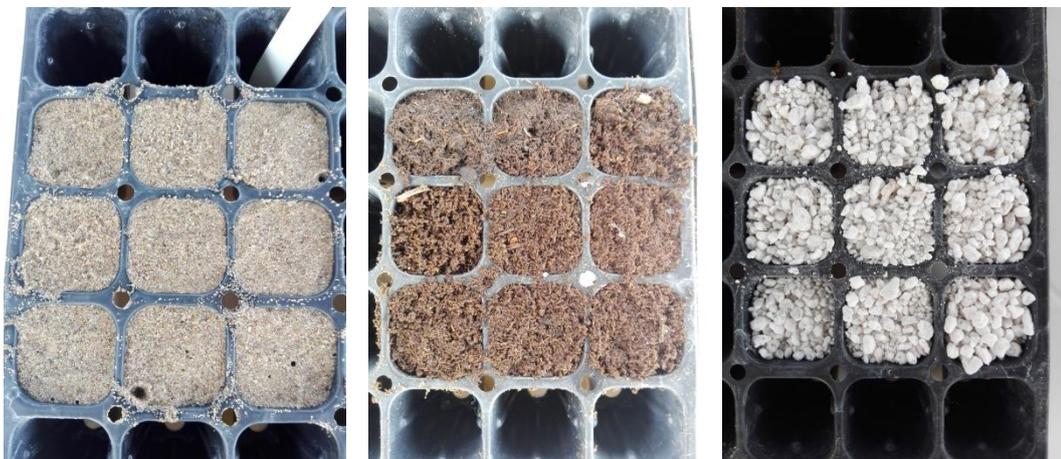


Figura 4: A la izquierda: sustrato arena, al centro: sustrato turba, a la derecha: sustrato perlita.



Figura 5: Arriba: minitúnel con sistema de aspersión, al centro: minitúnel con cubierta de polipropileno, abajo: minitúnel con cubierta de malla Raschell.

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación pretende establecer las bases para la elaboración de metodologías de propagación vegetativa mediante minitúneles (propagadores tecnificados) para las especies Shihuahuaco de hoja grande (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.), Tahuari negro (*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos) y Lupuna (*Ceiba lupuna* P.E.Gibbs & Semir) las cuales son especies potenciales para la recuperación de áreas degradadas en la Amazonía y para plantaciones comerciales.

3.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Para la identificación de las variables se revisó trabajos de investigación relacionados a la propagación vegetativa por medio de enraizamiento con hormonas. Se identificó las variables independientes y dependientes que se listan en la TABLA 4. Dichas variables se evaluaron en cada una de las estacas de las tres especies propuestas en la investigación.

Tabla 4: Variables identificadas para el estudio.

<i>Variables independientes</i>	<i>Variables dependientes</i>
a) Tipo de sustrato	a) Supervivencia (%)
• Arena	b) Mortandad (%)
• Turba	c) Callosidad (%)
• Perlita	d) Brotación (%)
b) Concentración de ácido indolbutírico	e) Longitud de brotes (mm)
• Testigo (0 partes por millón)	f) Enraizamiento (%)
• 3000 partes por millón	g) Número de raíces formadas (N°)
• 6000 partes por millón	h) Longitud de raíz más larga (mm)

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fueron todas las estaquillas juveniles obtenidas de los plántones y/o brotes de las especies forestales; Shihuahuaco de hoja grande, Tahuarí negro y Lupuna. La muestra lo conformaron 243 estaquillas sembradas por cada especie en los minitúneles, teniendo en cuenta lo revisado sobre investigaciones en propagación vegetativa (ver TABLA 2) donde se considera un rango de 8 a 30 estaquillas, como unidad experimental, para los ensayos en especies forestales tropicales (Coras 2009, Tang 2014, Portal 2015, Morales 2016, Basauri 2017, entre otros).

3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Como se ha mencionado el ensayo de enraizamiento contó con un diseño experimental completamente al azar (DCA) y con parcelas divididas (PD), donde las parcelas corresponden a los sustratos y las divisiones de las parcelas a las dosis de AIB (ver FIGURA 6). Tendrá un arreglo factorial de 3A x 3B, con 9 tratamientos, tres repeticiones y 81 estaquillas por repetición para cada especie. Siendo 243 estaquillas por cada especie sembrada en los minitúneles.

Tabla 5: Arreglo bifactorial (Sustrato + concentración de aditivo AIB)

<i>Diseño experimental : arreglo bifactorial</i>		
Sustrato	A1	Arena fina
	A2	Turba
	A3	Perlita
Aditivo AIB (concentración)	B1	0 partes por millón (testigo)
	B2	3000 partes por millón
	B3	6000 partes por millón

Tabla 6: Tratamientos (combinaciones) para las tres especies en evaluación.

<i>SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE, TAHUARI NEGRO Y LUPUNA</i>		
<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>
T1	A1B1	Arena fina, 0 ppm
T2	A1B2	Arena fina, 3000 ppm
T3	A1B3	Arena fina, 6000 ppm
T4	A2B1	Turba, 0 ppm
T5	A2B2	Turba, 3000 ppm
T6	A2B3	Turba, 6000 ppm
T7	A3B1	Perlita, 0 ppm
T8	A3B2	Perlita, 3000 ppm
T9	A3B3	Perlita, 6000 ppm

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y a la prueba de Tukey, con un nivel de significación de ($p < 0.05$), para determinar la naturaleza de las diferencia entre los tratamientos. Los datos fueron registrados mediante el software Microsoft Excel y para el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT.

Minitunel								
Bloque I			Bloque II			Bloque III		
T1: Testigo 	T6: 6000 ppm 	T8 : 3000 ppm 	T2: 3000 ppm 	T6: 6000 ppm 	T7 : Testigo 	T3: 6000 ppm 	T5: 3000 ppm 	T7 : Testigo
T3: 6000 ppm 	T5: 3000 ppm 	T7 : Testigo 	T1: Testigo 	T5: 3000 ppm 	T9 : 6000 ppm 	T2: 3000 ppm 	T4: Testigo 	T8 : 3000 ppm
T2: 3000 ppm 	T4: Testigo 	T9 : 6000 ppm 	T3: 6000 ppm 	T4: Testigo 	T8 : 3000 ppm 	T1: Testigo 	T6: 6000 ppm 	T9 : 6000 ppm
Arena	Turba	Perlita	Arena	Turba	Perlita	Arena	Turba	Perlita

Con estaquilla
 Sin estaquilla

Figura 6: Distribución de los tratamientos en los minituneles (DCA).

3.5. OBTENCIÓN DEL MATERIAL DE PROPAGACIÓN Y ESTAQUILLAS.

El material de propagación para la obtención de estaquillas provino de plántones y/o brotes juveniles de las especies en estudio (ver FIGURA 7). Los cuales fueron sanos, vigorosos y presentaron hojas verdes sin síntomas de ninguna deficiencia nutricional o ataque de insectos o patógenos.

Los plántones y/o brotes fueron juveniles y homogéneos en tamaño. Se contó con dos a cuatro estaquillas óptimas por cada plánton y/o brote.



Figura 7: A la izquierda: brotes de Shihuahuaco de hoja grande, al centro: plántones de Tahuarí negro, a la derecha: plántones de Lupuna.

Para la obtención de las estaquillas se cortó en segmentos el plánton o brote con tijera de podar previamente esterilizada. Cada segmento contó con una yema axilar o entrenudo y conservó al menos una hoja.

Mesen (1998) recomienda reducir la hoja a $\frac{2}{3}$ de su tamaño para evitar el marchitamiento por transpiración pero con suficiente área foliar para acelerar el proceso de enraizamiento ya que esta actúa como fuente de asimilación, generador de auxinas y otras sustancias vitales para el éxito del enraizamiento de la estaquilla.

Al dimensionarse se eliminó el ápice o entrenudo terminal (últimos 1-2 cm superiores de cada plánton o brote) ya que al ser demasiado succulento es propenso al marchitamiento.

También, se descartó los segmentos basales ya que al presentar mayor grado de lignificación en esta zona dificulta el enraizamiento posterior (Wightman *et al.*, 2006).

Las estaquillas fueron de diferentes tamaños entre 1,8 a 7,2 cm de longitud y diámetros centrales de 2,4 a 6,8 mm. (Ver FIGURA 8).

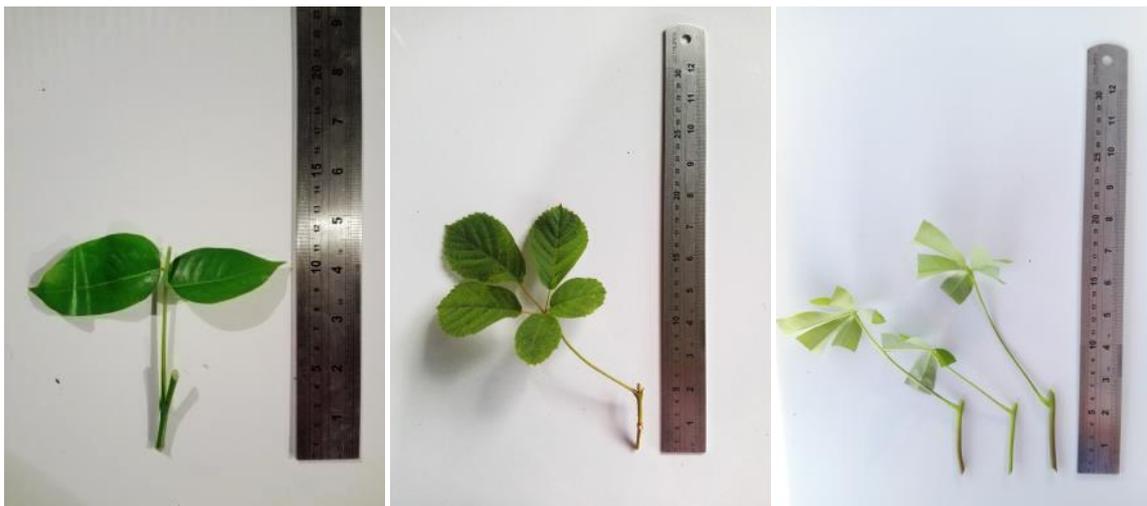


Figura 8: A la izquierda: estaquilla de Shihuahuaco de hoja grande, al centro: estaquilla de Tahuarí negro, a la derecha: estaquillas de Lupuna.

3.5.1. SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE

Se utilizaron 100 brotes de Shihuahuaco de hoja grande, provenientes del Jardín Clonal del Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), Ucayali. Los brotes de 4 meses de edad tenían un tamaño promedio de 32,4 cm de longitud y 3,5 mm de diámetro central (FIGURA 9).

Los brotes de Shihuahuaco de hoja pequeña presentaban en promedio 7 hojas compuestas y alternadas. Presentaba espacios inter nodales muy reducidos donde se obtuvo en promedio 2 a 3 estaquillas por brote. (FIGURA 10).

En total, se obtuvieron 243 estaquillas con tamaños que varían de 1,8 a 7,2 cm de longitud y diámetros centrales de 2,4 a 6,8 mm.



Figura 9: Brotes de Shihuahuaco de hoja grande usados para el ensayo



Figura 10: Estaquillas óptimas para enraizar

3.5.2. TAHUARÍ NEGRO

Se utilizaron 100 plantones de Tahuarí negro provenientes del Vivero Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali. Los plantones de 12 meses de edad tenían un tamaño promedio de 30,9 cm de longitud y 4,3 mm de diámetro central (FIGURA 11).

Los plantones de Tahuarí negro presentaban en promedio 5 hojas compuestas. Presentaba espacios inter nodales muy reducidos donde se obtuvo en promedio 2 a 3 estaquillas por plantón.

Para reducir el área foliar de cada estaquilla de Tahuarí negro se procedió a retirar un 50 por ciento de los folíolos de cada hoja compuesta (FIGURA 12).

En total, se obtuvieron 243 estaquillas con tamaños que varían de 3,1 a 6,8 cm de longitud y diámetros centrales de 2,4 a 6,4 mm.



Figura 11: Plantones de Tahuarí negro usados para el ensayo.



Figura 12: Estaquillas óptimas para enraizar

3.5.3. LUPUNA

Se utilizaron 100 plantones de Lupuna provenientes del Vivero Forestal de Pucallpa, Ucayali. Los plantones de 6 meses de edad tenían un tamaño promedio de 40,5 cm de longitud y 4,3 mm de diámetro central (FIGURA 13).

Los plantones de Lupuna presentaban en promedio 5 hojas compuestas y alternadas. Presentaba espacios inter nodales muy reducidos donde se obtuvo en promedio 2 a 3 estaquillas por plantón.

Para reducir el área foliar de cada estaquilla de Lupuna se procedió a retirar un 50 por ciento de los folíolos de cada hoja compuesta (FIGURA 14).

En total, se obtuvieron 243 estaquillas con tamaños que varían de 3,5 a 6,9 cm de longitud y diámetros centrales de 3 a 6,6 mm.



Figura 13: Plantones de Lupuna usados para el ensayo.



Figura 14: Estaquillas óptimas para enraizar.

3.6. INSTALACIÓN DE ESTAQUILLAS EN LOS PROPAGADORES.

Previo a la instalación de las estaquillas en los mini túneles se les aplicó una desinfección. Se utilizó un fungicida agrícola, CUPRAVIT (Oxicloruro de Cobre) a una solución de 0.3 por ciento. Las estaquillas fueron sumergidas por un lapso de 15 a 30 minutos y oreadas posteriormente por 15 minutos (Paredes *et al.*, 2010).

Para el enraizamiento de las estaquillas, se probó tres tipos de sustrato; arena, turba y perlita. La arena es el sustrato más utilizado, la cual proporciona una buena aireación y retención de agua y, facilidad en la apertura de hoyos, inserción y extracción de las estaquillas (Mesen, 1998). La turba es excelente para retener el agua y presenta alto contenido de materia orgánica que favorecen al enraizamiento. La perlita es un mineral no metálico y es ideal para germinar semillas y enraizamiento por esquejes debido a su bajo peso y gran retención de humedad.

Los sustratos empleados fueron desinfectados y colocados en bandejas de plástico para vivero, siendo la profundidad de los hoyos para la colocación de las estaquillas de 2 cm. (Ver FIGURA 15).



Figura 15: Sustratos desinfectados colocados dentro de las bandejas de plástico.

Para mejorar el éxito del enraizamiento, se aplicó a las estaquillas hormonas aceleradoras (ver FIGURA 16). Para esta investigación se probó con 3 diferentes dosis de ácido indolbutírico (AIB) a concentraciones de 0 (testigo), 3000 y 6000 ppm. El enraizador es responsable de inducir el rápido crecimiento radicular y vigorosidad de las estaquillas facilitando la formación de raíces y pelos absorbentes.



Figura 16: Aplicación de ácido indolbutírico (AIB) a las estaquillas.

Las estacas que fueron colocadas en los minitúneles (ver FIGURA 17) siguieron un diseño completamente al azar (DCA) con parcelas divididas (PD), en donde las parcelas corresponden a los sustratos y las divisiones de las parcelas pequeñas a las dosis de AIB.



Figura 17: Bandejas con estaquillas colocadas dentro del minitúnel.

3.6.1. SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE

Se aplicó una desinfección a las estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con CUPRAVIT (Oxicloruro de Cobre) a una solución de 0,3 por ciento, estas fueron sumergidas por un lapso de 15 a 30 minutos y oreadas posteriormente por 15 minutos.

Luego se procedió a impregnar en la parte basal de las estaquillas solución de AIB (3000ppm y 6000 ppm). Finalmente, según diseño experimental planteado, se colocaron las 243 estaquillas en las bandejas con sustrato para cada repetición (TABLA 7 y FIGURA 18).

Tabla 7: Número de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande por tratamientos (combinaciones) para las tres repeticiones.

<i>SHIHUAHUACO DE HOJA PEQUEÑA</i>			
<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de estaquillas</i>
T1	A1B1-S	Arena fina, 0 ppm	27
T2	A1B2-S	Arena fina, 3000 ppm	27
T3	A1B3-S	Arena fina, 6000 ppm	27
T4	A2B1-S	Turba, 0 ppm	27
T5	A2B2-S	Turba, 3000 ppm	27
T6	A2B3-S	Turba, 6000 ppm	27
T7	A3B1-S	Perlita, 0 ppm	27
T8	A3B2-S	Perlita, 3000 ppm	27
T9	A3B3-S	Perlita, 6000 ppm	27



Figura 18: Instalación de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande en bandejas.

3.6.2. TAHUARÍ NEGRO

Se aplicó una desinfección a las estaquillas de Tahuarí negro con CUPRAVIT (Oxicloruro de Cobre) a una solución de 0,3 por ciento, estas fueron sumergidas por un lapso de 15 a 30 minutos y oreadas posteriormente por 15 minutos.

Luego se procedió a impregnar en la parte basal de las estaquillas con solución de AIB (3000ppm y 6000 ppm). Finalmente, según diseño experimental planteado, se colocaron las 243 estaquillas en las bandejas con sustrato para cada repetición (TABLA 8 y FIGURA 19).

Tabla 8: Número de estaquillas de Tahuarí negro por tratamientos (combinaciones) para las tres repeticiones.

<i>TAHUARÍ NEGRO</i>			
<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de estaquillas</i>
T1	A1B1-T	Arena fina, 0 ppm	27
T2	A1B2-T	Arena fina, 3000 ppm	27
T3	A1B3-T	Arena fina, 6000 ppm	27
T4	A2B1-T	Turba, 0 ppm	27
T5	A2B2-T	Turba, 3000 ppm	27
T6	A2B3-T	Turba, 6000 ppm	27
T7	A3B1-T	Perlita, 0 ppm	27
T8	A3B2-T	Perlita, 3000 ppm	27
T9	A3B3-T	Perlita, 6000 ppm	27



Figura 19: Instalación de estaquillas de Tahuarí negro en bandejas.

3.6.3. LUPUNA

Se aplicó una desinfección a las estaquillas de Lupuna con CUPRAVIT (Oxicloruro de Cobre) a una solución de 0,3 por ciento, estas fueron sumergidas por un lapso de 15 a 30 minutos y oreadas posteriormente por 15 minutos.

Luego se procedió a impregnar en la parte basal de las estaquillas solución de AIB (3000 ppm y 6000 ppm). Finalmente, según diseño experimental planteado, se colocaron las 243 estaquillas en las bandejas con sustrato para cada repetición (TABLA 9 y FIGURA 20).

Tabla 9: Número de estaquillas de Lupuna por tratamientos (combinaciones) para las tres repeticiones

<i>LUPUNA</i>			
<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de estaquillas</i>
T1	A1B1-L	Arena fina, 0 ppm	27
T2	A1B2-L	Arena fina, 3000 ppm	27
T3	A1B3-L	Arena fina, 6000 ppm	27
T4	A2B1-L	Turba, 0 ppm	27
T5	A2B2-L	Turba, 3000 ppm	27
T6	A2B3-L	Turba, 6000 ppm	27
T7	A3B1-L	Perlita, 0 ppm	27
T8	A3B2-L	Perlita, 3000 ppm	27
T9	A3B3-L	Perlita, 6000 ppm	27



Figura 20: Instalación de estaquillas de Lupuna en bandejas.

3.7. MONITOREO DE ESTAQUILLAS

La prueba de enraizamiento duró 54 días para el Shihuahuaco de hoja grande y 40 días para el Tahuarí negro y la Lupuna, teniendo en cuenta lo revisado sobre investigaciones en propagación vegetativa realizadas por el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), donde se considera un promedio de 48 días para la duración de los ensayos en especies forestales tropicales.

Un primer monitoreo se enfocó al control de temperatura, humedad y luminosidad óptimos para el proceso de enraizamiento dentro de los propagadores especiales llamados minitúneles. En zonas tropicales, la temperatura promedio recomendada no debe superar los 32 °C al interior del mini túnel. Por ello, en horas de intenso calor, se aplicó riegos frecuentes de dos minutos, cada media hora, para disminuir la temperatura y evitar la transpiración de las estaquillas. Asimismo, la humedad relativa fue constante y superior al 80 por ciento.

La temperatura y humedad fueron registradas diariamente a las 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 y 18:00 horas por medio de un termo-higrómetro digital instalado al interior del mini túnel y la luminosidad fue registrada a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas por medio de un luxómetro digital.

Shihuahuaco		10 Dic					11 Dic				
T ⁱⁿ	28.9	31.5	34.2	35.9	29.8	26.9	38	39.6	38.4	33.0	
T ^{out}	34.2	34.6	35.9	29.9	24.3	27.9	34.5	33.8	34.7	31.8	
H.R. %	99.9	98.4	79.3	87.0	99.9	99.9	87.00	92.9	81.3	94.9	
Luminosidad	4400	16320	18400	1540	1066	9520		47900		17000	
Luminosidad In	1236	4080	7200	260	300	2040		12300		14850	
Luminosidad Fin	40400	31600	52000	3080	2860	26800		89600		39900	
12 Dic		13 Dic					14 Dic				
T ⁱⁿ	24.8	26.2	23.9	24.2	24.8	28.0	23.9	26.8	26.8	26.5	
T ^{out}	25.8	23.8	29.7	35.1	28.5	26.6	20.6	23.0	23.9	24.2	
H.R. %	91.3	95.2	89.6	70.0	96.1	99.9	83.5	81.9	64.3	86	
L. - out	6820		18300		4720	2340		2380	33300	52300	
L. - in	2400		6000		1050	830		16300	8200	15400	
L. - Fin	50000		57900		7800	6240		23900	13000	16000	
15 Dic		16 Dic					17 Dic				
T ⁱⁿ	31	33.1	39.4	34.9	33.2	29.2	23.8	24.9	23.7	23.4	
T ^{out}	28.2	29.5	35.3	26.9	24.2	23.7	20.0	21.3	26.2	27.1	
H.R. %	90.8	79.2	87.9	75	84.3	99.9	83.0	80.3	73.1	79.9	
L. - out	8300	27200	25300	8300	11200	5000		12300		60000	
L. - in	3500	1100	6000	1100	2200	4400		3600		3000	
L. - Fin	12300	48000	60000	23000	60000	6270		4000		25000	

Figura 21: Registro de temperatura, humedad y luminosidad dentro del minitúnel.

Un segundo monitoreo se enfocó a la sobrevivencia y mortandad de las estaquillas evaluados visualmente y analizados por medio de porcentajes. Las variables fueron evaluadas cada 5 días desde la instalación de las estaquillas en los minitúneles.



Figura 22: Registro de sobrevivencia y mortandad de estaquillas.

3.8. EVALUACIÓN FINAL DE ESTAQUILLAS

Al final de los ensayos se evaluaron ocho (8) variables:

Tabla 10: Variables a evaluar.

Variable	Descripción
Sobrevivencia (%)	Relación porcentual entre el número de estaquillas que presentaron signos de adaptación al medio y el número total de estaquillas sembradas.
Mortandad (%)	Relación porcentual entre el número de estaquillas muertas y el total de estacas sembradas.
Callosidad (%)	Relación entre el número de estaquillas que forman callosidad y el número total de estaquillas sembradas.
Brotación (%)	Relación porcentual entre el número de estaquillas que reportan brotes nuevos y el número total de estaquillas sembradas.
Longitud de Brotes (mm)	Medida de la longitud de los brotes nuevos de las estaquillas sembradas.
Enraizamiento (%)	Relación entre el número de estaquillas que forman por lo menos una raíz y el número total de estaquillas sembradas.
Número de raíces formadas (N°)	Número total de raíces formado en cada una de las estaquillas al final del ensayo
Longitud de raíz más larga (mm)	Medida de la longitud de raíz más larga de las estaquillas enraizadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE

La fecha de instalación de las estaquillas en el minitúnel fue el 9 de diciembre 2016 y la fecha final de evaluación se realizó el 31 de enero 2017. En total, el ensayo de enraizamiento duró 54 días.

La temperatura interna (°C) y la humedad relativa (por ciento) dentro de los minitúneles se registraron por medio de un termo higrómetro digital. Los datos fueron tomados cada 2 horas durante las horas de sol siendo el inicio a las 8:00 horas y termino a las 18:00 horas. Asimismo, se midió la luminosidad por medio de un luxómetro digital a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas.

Durante las horas de sol en los 54 días del ensayo, la temperatura promedio dentro del minitúnel fue de 30,5 °C con intervalos de 22,8°C – 40,1 °C y la humedad relativa (por ciento) de 86,7 por ciento con intervalos de 47 por ciento – 99,9 por ciento (FIGURA 23).

Adicionalmente, se tomaron valores de intensidad lumínica, mediante un luxómetro digital, estas medidas fueron tomadas a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas. Cabe precisar, que el minitúnel fue cubierto con malla Raschell para disminuir la intensidad lumínica teniendo en promedio hasta 15 por ciento de luminosidad.

El rango promedio de intensidad lumínica en el invernadero es de 5828 luxes al mediodía mientras que a las 8:00 y 16:00 son de 2505 y 2502 luxes respectivamente (FIGURA 24).

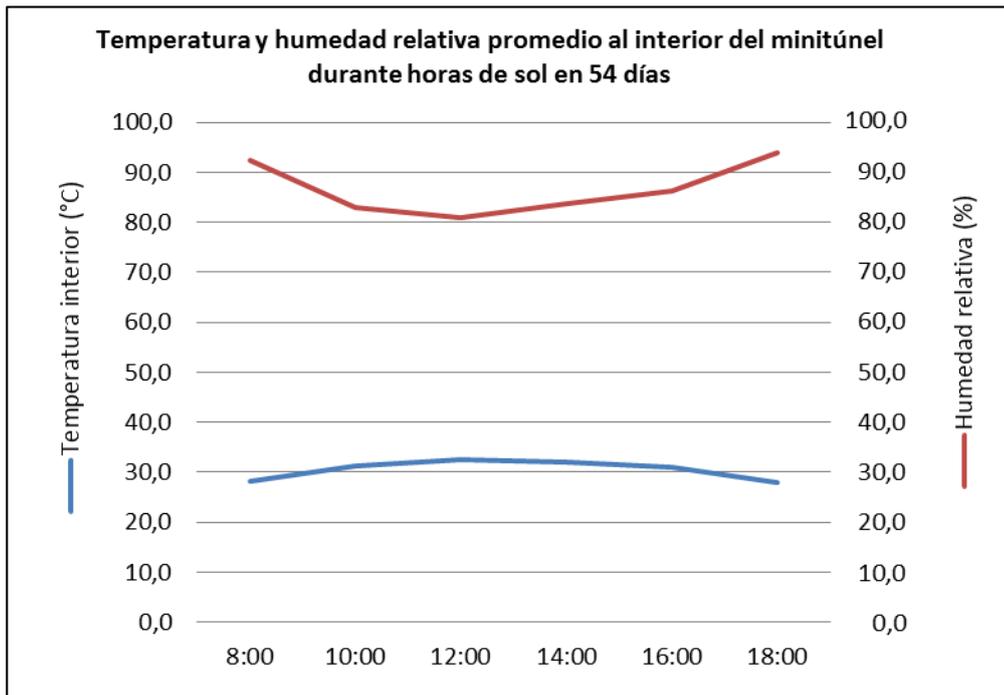


Figura 23: Condiciones ambientales en el minitúnel durante el ensayo con Shihuahuaco de hoja grande.

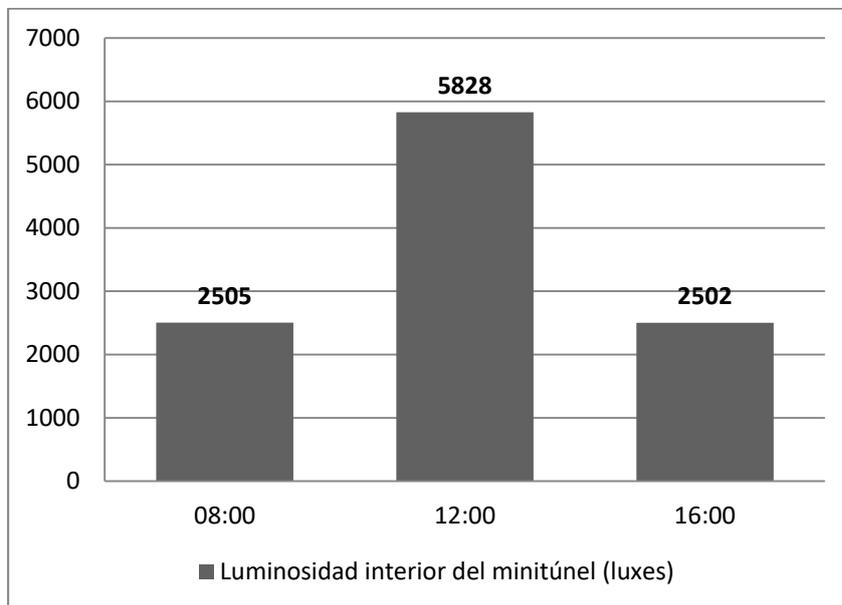


Figura 24: Intensidad lumínica promedio al interior del minitúnel durante el ensayo con Shihuahuaco de hoja grande.

1.1. EVALUACIÓN FINAL DE ESTAQUILLAS

a. Sobrevivencia y mortandad (por ciento)

La sobrevivencia se determina mediante la relación porcentual entre el número de estaquillas que presentaron signos de adaptación al medio y el número total de estaquillas sembradas.

En cambio, la mortandad se determina mediante la relación porcentual entre el número de estaquillas muertas y el total de estaquillas sembradas. Este porcentaje, es contrario a la variable de sobrevivencia.

Una estaquilla es considerada muerta cuando tiene 50 por ciento ó más porcentaje de necrosamiento a partir de su parte basal.

De las 243 estaquillas sembradas correspondientes a todos los tratamientos y repeticiones se mantuvieron vivas 223 estaquillas (91,8 por ciento de sobrevivencia).

Considerando la sobrevivencia y mortandad por cada tratamiento, tenemos:

- El tratamiento T3 obtuvo la mayor sobrevivencia y menor mortandad con un 100 por ciento y 0 por ciento respectivamente.
- El tratamiento T7 obtuvo la menor sobrevivencia y mayor mortandad con 81,5 por ciento y 18,5 por ciento respectivamente.
- Según el tipo de sustrato, las estaquillas en sustrato arena obtuvieron la mayor sobrevivencia con un 97,5 por ciento en promedio.
- Según el tipo de aditivo, las estaquillas con dosis 3000 y 6000 ppm obtuvieron una mayor sobrevivencia con un 92,6 por ciento en promedio.

Ver TABLA 11 y FIGURA 25.

Tabla 11: Número y porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande por tratamiento (N°).

<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de estaquillas sembradas</i>	<i>N° de estaquillas vivas</i>	<i>% sobrevivencia</i>	<i>N° de estaquillas muertas</i>	<i>% de mortandad</i>
T1	A1B1-S	Arena fina, 0 ppm	27	26	96,3	1	3,7
T2	A1B2-S	Arena fina, 3000 ppm	27	26	96,3	1	3,7
T3	A1B3-S	Arena fina, 6000 ppm	27	27	100,0	0	0,0
T4	A2B1-S	Turba, 0 ppm	27	25	92,6	2	7,4
T5	A2B2-S	Turba, 3000 ppm	27	26	96,3	1	3,7
T6	A2B3-S	Turba, 6000 ppm	27	25	92,6	2	7,4
T7	A3B1-S	Perlita, 0 ppm	27	22	81,5	5	18,5
T8	A3B2-S	Perlita, 3000 ppm	27	23	85,2	4	14,8
T9	A3B3-S	Perlita, 6000 ppm	27	23	85,2	4	14,8

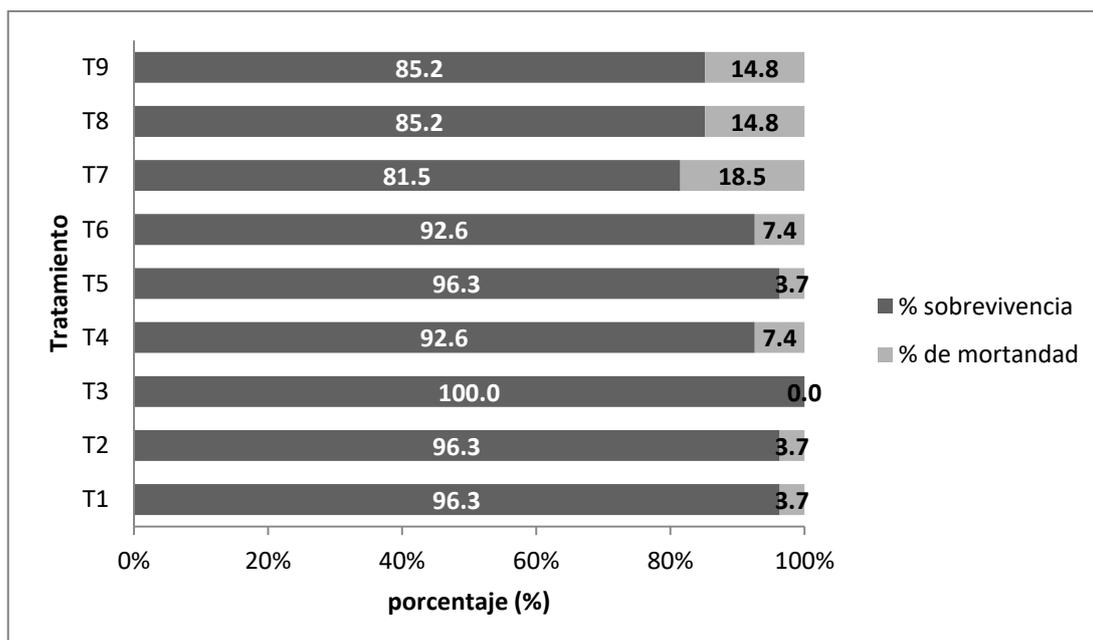


Figura 25: Porcentaje de sobrevivencia y mortandad de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (por ciento).

Tras el análisis de varianza (ANVA) se determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) en el porcentaje de sobrevivencia debido al tipo de sustratos y tratamiento (TABLA 12).

Tabla 12: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	1,89	<0,0001
AIB	0,03	0,4847
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,17	0,0037

Con respecto a la prueba de comparación de medias (Tukey), el porcentaje de sobrevivencia en todos los sustratos, es significativamente diferente, siendo mayor la sobrevivencia en el sustrato arena (97,5 por ciento) frente a los otros dos sustratos, turba y perlita (TABLA 13). Cumpliéndose lo mencionado por Mesen (1998), en propagación vegetativa la arena proporciona una buena aireación y retención de agua, lo que de acuerdo a las características de la especie que está presente en suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados (Reynel *et al.*, 2003), pudo resultar beneficioso, ya que se mantuvo una adecuada retención de la humedad, buen drenaje y buena aireación en el sustrato arena, lo que favoreció la sobrevivencia.

Tabla 13: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Arena	97,5	A
Turba	93,8	B
Perlita	84,0	C

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

De acuerdo a los tratamientos, según la prueba de Tukey (comparación de medias), los tratamientos T3, T1, T2, T5 y T4, obtuvieron mayores porcentajes de sobrevivencia (100; 96,3; 96,3; 96,3 y 92,6 por ciento, respectivamente), siendo significativamente diferentes de los demás tratamientos. Estos tratamientos, con mayores porcentajes de sobrevivencia, tienen como sustrato la arena y la turba, con dosis de 0 a 6000 ppm de AIB. Sin embargo el tratamiento T3 (sustrato arena con 6000 ppm de AIB), fue el más efectivo, con una sobrevivencia del 100 por ciento.

Si bien es cierto que en todos los tratamientos se obtuvieron porcentajes de sobrevivencia altos (mayores al 80 por ciento), se puede presumir que la retención de agua en los sustratos jugó un papel importante, pues la perlita (sustrato con mayor drenaje y por ende menor retención de agua, en comparación con la turba y la arena) tuvo los menores porcentajes de sobrevivencia (85,2 y 81,5).

De acuerdo a los antecedentes de investigaciones en propagación vegetativa de especies de la familia Fabaceae, también podemos encontrar a la arena como el sustrato con mejores porcentajes de sobrevivencia (Odicio, 2013; Mermao, 2012 y Morales, 2016).

Tabla 14: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	100,00	A
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	96,3	A B
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	96,3	A B
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	96,3	A B
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	92,6	A B C
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	92,6	B C D
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	85,2	C D
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	85,2	D
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	81,5	D

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

b. Callosidad (por ciento)

La callosidad se determina por la relación entre el número de estaquillas que forman callosidad y el número total de estaquillas sembradas.

Considerando 27 estaquillas sembradas por tratamiento, los tratamientos T5 y T6 (Turba con dosis de 3000 y 6000 ppm AIB respectivamente) presentaron el mayor número de estaquillas con callosidad. En términos de porcentaje representan 85,2 por ciento de callosidad (TABLA 15 y FIGURA 26).

Según el tipo de sustrato, los mejores resultados de callosidad lo tuvo la turba y las dosis de 3000 ppm y 6000 ppm como mejor aditivo.

Tabla 15: Número de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande que presentan callosidad (N°)

<i>Estaquillas con callosidad</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	17	22	12
3000 ppm	17	23	16
6000 ppm	15	23	16

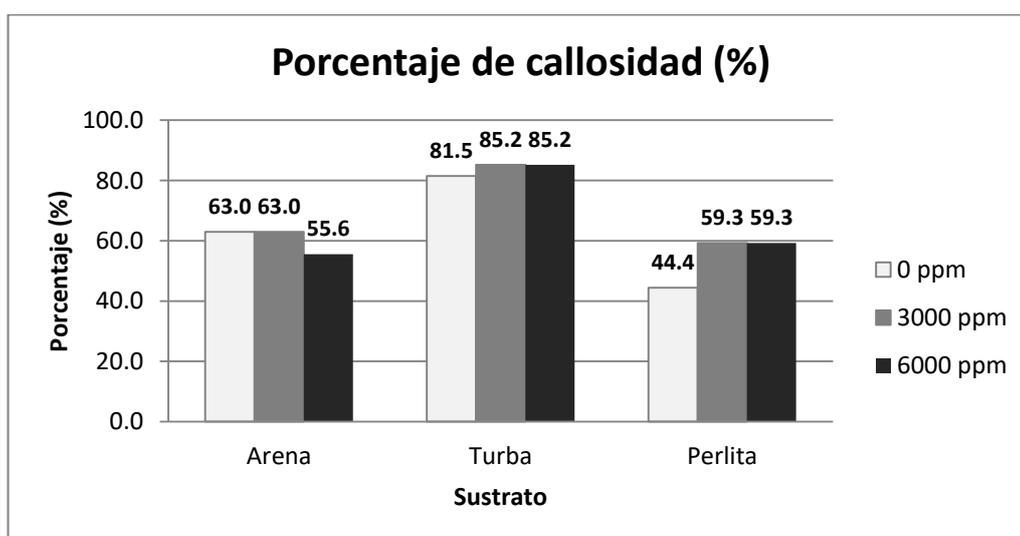


Figura 26: Porcentaje de callosidad de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el porcentaje de callosidad debido al tipo de sustrato (TABLA 16).

Tabla 16: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de callosidad de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	4,26	<0,0001
AIB	0,12	0,0877
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,12	0,0542

Con respecto a la prueba de comparación de medias (Tukey), el porcentaje de callosidad en el sustrato turba, es el mayor (84 por ciento) y es significativamente diferente de los porcentajes de callosidad obtenidos en los sustratos arena y perlita (60,5 por ciento y 54,3 por ciento), que se encuentran muy por debajo del primero (TABLA 17), la callosidad está relacionada directamente al porcentaje de enraizamiento y lo óptimo es tener un éxito de enraizamiento (callosidad) superior al 80 por ciento para propagación masiva en vivero. Que el mayor porcentaje de callosidad se haya obtenido con el tipo de sustrato turba, puede deberse a que la turba presenta alto contenido de materia orgánica y alta retención de humedad, lo que favorece la formación de callos y el enraizamiento.

Tabla 17: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Turba	84,0	A
Arena	60,5	B
Perlita	54,3	B

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

c. Brotación (por ciento)

La brotación se determina como la relación porcentual entre el número de estaquillas que reportan brotes nuevos y el número total de estaquillas sembradas.

De las 27 estaquillas sembradas de Shihuahuaco de hoja grande por tratamiento, el tratamiento T6 presentó mayor cantidad de estaquillas con brotes nuevos. El peor tratamiento fue el T7 con 13 estaquillas con brotes nuevos (TABLA 18).

Tabla 18: Número de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande que presentan nuevos brotes (N°)

<i>Estaquillas con brotes nuevos</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	21	14	13
3000 ppm	15	15	14
6000 ppm	19	22	17

En términos de porcentaje, el tratamiento T6 tiene un 81,5 por ciento de generación de brotes nuevos, seguido del tratamiento T1 con 77,8 por ciento (FIGURA 27).

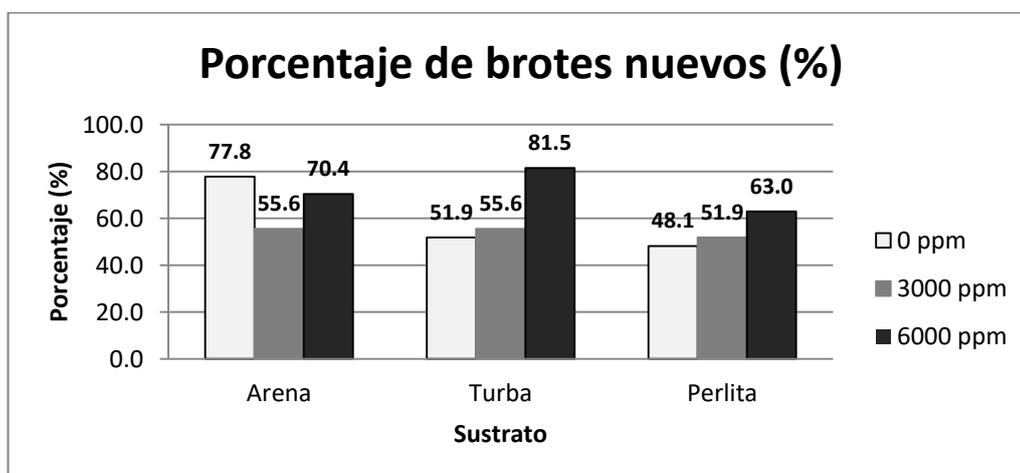


Figura 27: Porcentaje de nuevos brotes de las estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (por ciento).



Figura 28: Estaquilla de Shihuahuaco de hoja grande con presencia de nuevo brote.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), se hallaron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) en el porcentaje de brotación debido al tipo de sustrato, dosis de AIB y tratamiento (TABLA 19).

Tabla 19: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de brotación de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	0,74	<0,0001
AIB	0,65	<0,0001
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,56	<0,0001

En relación a la prueba de comparación de medias (Tukey), el porcentaje de brotación en todos los sustratos, es significativamente diferente entre sí, siendo mayores los porcentajes de brotación obtenidos en los sustratos arena y turba (67,9 por ciento y 63 por ciento), en los cuales también se observó una mayor tasa de aparición de brotes en los primeros 20 días de evaluación (TABLA 20).

Tabla 20: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Arena	67,9	A
Turba	63,0	B
Perlita	54,3	C

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

Con respecto a las dosis de AIB (Ácido indolbutírico), se hallaron diferencias significativas, en el porcentaje de brotación, entre todas las dosis (0, 3000 y 6000 ppm), obteniéndose una mayor brotación al utilizar una dosis de 6000 ppm de AIB, lo que podría indicar la actuación beneficiosa del regulador de crecimiento, sin embargo la dosis de 3000 ppm de AIB, fue la que tuvo el menor porcentaje de brotación (54,3 por ciento), superándola la muestra testigo (0 ppm de AIB). Ver TABLA 21.

Tabla 21: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	71,6	A
0 ppm	59,3	B
3000 ppm	54,3	C

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

La prueba de Tukey (comparación de medias) del porcentaje de brotación con respecto a los tratamientos, muestran que los mayores valores de brotación se obtienen en los tratamientos T1 y T6 y estos no difieren entre sí, es decir se podrán obtener valores (por ciento) de brotación sin diferencias significativas utilizando arena con 0 ppm de AIB o turba con 6000 ppm de AIB (TABLA 22).

Los porcentajes de brotación obtenidos en los diferentes tratamientos no muestran una tendencia clara, sin embargo, tomándolo de forma global, se observa mejores resultados en

los que la dosis de AIB fue mayor (6000 ppm), lo que podría indicar que la mayor concentración de AIB favorece la brotación. Resultados similares se obtuvieron en el estudio realizado por Mermao (2012), donde se obtuvo mayores porcentajes de raíz y brotes, con dosis de 4000 ppm de ácido indolbutírico, en estacas juveniles de *Myroxylon balsamun*. Harms. (Estoraque) en propagadores de sub-irrigación en Pucallpa.

Tabla 22: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	77,8	A
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	81,5	A B
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	70,4	B C
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	63,0	C D
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	55,6	C D E
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	55,6	D E
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	51,9	D E
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	51,9	D E
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	48,1	E

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

d. Longitud de brotes (mm)

Esta variable se determina como la longitud de los brotes nuevos de las estaquillas sembradas considerándose solo las estaquillas que presentaron brotación. La expresión de la medida de longitud de brote es en milímetros.

Como principales resultados se tiene que el brote más largo registrado fue de 4,6 mm (T6) y el más corto de 1,6 mm (T7).

La dosis de AIB que tuvo mejor promedio de longitud de brote fue 6000 ppm con 3,3 mm y mejor el sustrato turba con 3,5 mm (TABLA 23 y FIGURA 29).

Tabla 23: Promedio de longitud de brote de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (mm)

<i>Longitud de brote promedio (mm)</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	3,4	2,5	1,6
3000 ppm	2,2	2,8	2,2
6000 ppm	3,1	4,6	1,9

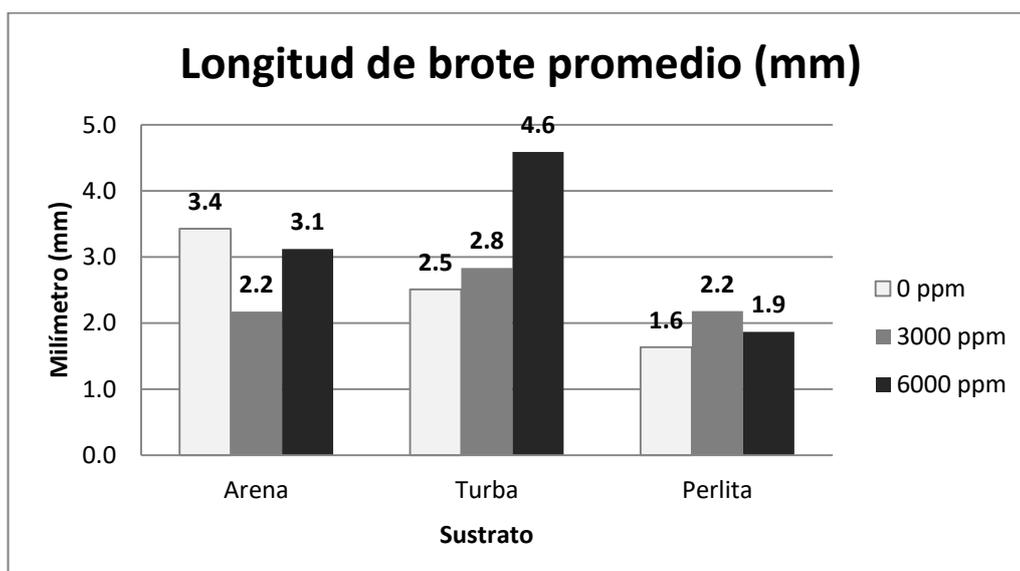


Figura 29: Longitud de brote promedio de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (mm)

Respecto al análisis de variancia de la longitud de brote, se encontraron diferencias significativas debido al tipo de sustrato, concentración de AIB y tratamiento. (Ver TABLA 24).

Tabla 24: Análisis de variancia (ANVA) de la longitud de brote de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	32,33	0,0011
AIB	24,74	0,0052
Tratamiento (Sustrato + AIB)	19,82	0,0022

En relación a la prueba de Tukey (comparación de medias), de la longitud de brotes promedio, con respecto al tipo de sustrato, la turba y la arena no presentan diferencias significativas entre sí, obteniéndose en estos dos sustratos las mayores longitudes de brote (3,5 y 3,0 mm), Por otro lado en el sustrato perlita se obtuvo la longitud de brote más corta (1,9 mm), presentando diferencias significativas con respecto a los demás sustratos (TABLA 25).

Tabla 25: Prueba de comparación de medias de la longitud de brote (mm) de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

Sustrato	Medias	Significancias
Turba	3,5	A
Arena	3,0	A
Perlita	1,9	B

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

En la TABLA 26 se muestra la prueba de comparación de medias, de la longitud de brotes promedio, con respecto de las concentraciones de AIB, donde se encontraron diferencias significativas entre las dosis de 6000 y 3000 ppm, de las cuales, con la primera se obtuvo la longitud de brote más larga (3,31 mm).

Tabla 26: Prueba de comparación de medias de la longitud de brote (mm) de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

AIB	Medias	Significancias
6000 ppm	3,31	A
0 ppm	2,67	A B
3000 ppm	2,40	B

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

De acuerdo a los tratamientos (sustrato + AIB), la prueba de Tukey, indica resultados con una longitud de brote mayor, en los tratamientos T6, T1 y T3, además no se encuentran diferencias significativas entre estos. Con respecto a los tratamientos donde el sustrato es la perlita (T9, T8 y T7), son los que presentan las longitudes de brotes más cortas, sin embargo, estos solo presentan diferencias significativas con los tratamientos T6 y T1.

Tabla 27: Prueba de comparación de medias de la longitud de brote (mm) de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	4,6	A
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	3,4	A B
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	3,1	A B C
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	2,8	B C
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	2,5	B C
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	2,2	B C
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	1,9	B C
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	2,2	B C
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	1,6	C

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

e. Enraizamiento (por ciento)

Se determina como la relación porcentual entre el número de estaquillas que formaron por lo menos una raíz y el número total de estaquillas plantadas en los minitúneles.

Según la TABLA 28 y FIGURA 30, como principales resultados se tiene que:

- El testigo (sin dosis de AIB) tiene un porcentaje de enraizamiento de 48,1 por ciento.
- Se observa un mejor enraizamiento en el tratamiento que tienen dosis de 6000 ppm de AIB, obteniéndose un 43,2 por ciento de enraizamiento sobre el total de estaquillas sembradas, sin embargo este no supera al testigo.

- De acuerdo a los sustratos, se tiene un mayor enraizamiento en Turba, con un 70,4 por ciento en dosis de 0 ppm de AIB (testigo), seguido por un 66,7 por ciento en dosis de 6000 ppm de AIB.

Tabla 28: Número de estaquillas enraizadas de Shihuahuaco de hoja grande (N°)

<i>Estaquillas enraizadas</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	14	19	6
3000 ppm	8	12	7
6000 ppm	8	18	9

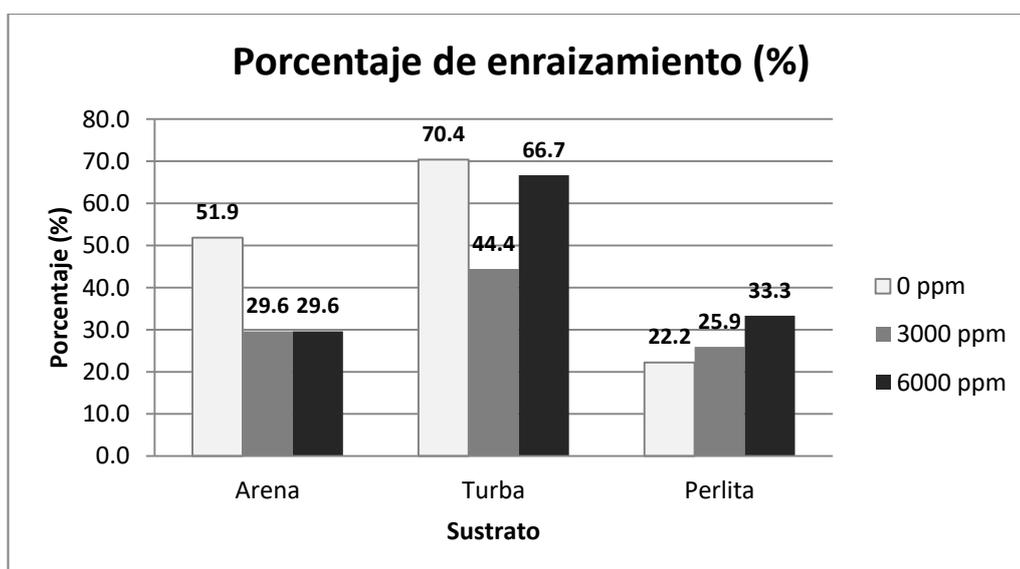


Figura 30: Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (por ciento)

Por otro lado, tomando en cuenta el total de estaquillas enraizadas (101), 31 de ellas presentaban raíces secundarias, siendo 11 estaquillas proveniente del testigo, 7 estaquillas en dosis de 3000 ppm de AIB y 13 estaquillas en dosis de 6000 ppm de AIB. Con respecto al sustrato, 5 se desarrollaron en arena, 14 en turba y 12 en perlita.



Figura 31: Estaquilla enraizada de Shihuahuaco de hoja grande con presencia de raíces secundarias.

De acuerdo al análisis de variancia del porcentaje de enraizamiento, se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) debido al tipo de sustrato, concentración de AIB y tratamiento (TABLA 29).

Tabla 29: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	3,30	<0,0001
AIB	0,90	<0,0001
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,48	<0,0001

En relación a la prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento, según el tipo de sustrato, los resultados arrojan diferencias altamente significativas entre todos los tipos. Donde el sustrato turba es en el que se obtuvo un mayor porcentaje de enraizamiento de las estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (60,5 por ciento), muy por encima de los resultados obtenidos en los sustratos arena y perlita (37 y 27,2 por ciento). Lo que indica que el sustrato turba presentó mejores resultados porque tuvo un pH bajo, alta aireación, una adecuada retención de agua y un adecuado drenaje, además de los aportes de la materia orgánica en su composición, que los otros sustratos no presentan (TABLA 30).

Tabla 30: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos. (Prueba de Tukey =0,05).

Sustrato	Medias	Significancias
Turba	60,5	A
Arena	37,0	B
Perlita	27,2	C

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

Respecto de la prueba de Tukey o comparación de medias, debido a las concentraciones de AIB (ácido indolbutírico), se encuentran diferencias altamente significativas entre todas las concentraciones. El mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo en las muestras testigos (0 ppm de AIB), lo cual puede indicar que la especie no necesita de un regulador de crecimiento o que el AIB no es la sustancia hormonal óptima para que provoque la formación de raíces en la especie en altos porcentajes. Los resultados encontrados difieren de investigaciones anteriores en especies forestales de la familia Fabaceae, donde dosis de 2000 a 4000 ppm de AIB dieron mayores porcentajes de enraizamiento (Mueras, 2010; Soudre *et al.*, 2011; Mermao, 2012; Portal, 2015; Vallejos *et al.*, 2014), inclusive Inga *et al.* (2015) y Morales (2016), encontraron que las dosis de 7000 ppm de AIB en *Copaifera paupera* y *Copaifera officinalis* tenían mejores resultados en enraizamiento (TABLA 31).

Tabla 31: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

AIB	Medias	Significancias
0 ppm	48,1	A
6000 ppm	43,2	B
3000 ppm	33,3	C

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

Con respecto a los tratamientos, la prueba de comparación de medias, indica un mayor porcentaje de enraizamiento en el tratamiento T4 (sustrato turba + 0 ppm de AIB), el mismo presenta diferencias altamente significativas con el resto de tratamientos. Este resultado

ratifica lo encontrado en relación a las pruebas de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento debido al tipo de sustrato y debido a las concentraciones de AIB (independientes), lo que indica que se lograría un enraizamiento de estaquillas de la especie Shihuahuaco de hoja pequeña, en sustrato turba y sin necesidad de aplicar ácido indolbutírico. Habría que realizar mayor investigación en propagación vegetativa con sustratos orgánicos (aserrín, cascarilla de arroz, tierra agrícola, etc.) así como con sustancias que promuevan el enraizamiento.

Tabla 32: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	70,4	A
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	66,7	B
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	51,9	B C
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	44,4	C D
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	33,3	D E
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	29,6	E
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	29,6	E
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	25,9	E
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	22,2	E

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

f. Número de raíces formadas (N°)

El parámetro se determina como el número total de raíces formado en cada una de las estaquillas enraizadas al final del ensayo.

Como principales resultados, se tiene que el mayor número de raíces fueron obtenidas en el tratamiento T3 teniendo como máximo 5 raíces.

El sustrato que tuvo mejor respuesta en la formación de raíces fue la arena con 1,9 raíces en promedio en los tratamientos, seguido, de los tratamientos con sustrato turba con 1,7 raíces

en promedio y por último el sustrato perlita con 1,4 raíces en promedio (TABLA 33 y FIGURA 32).

Tabla 33: Número de raíces promedio en las estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande enraizadas (N°)

<i>Número de raíces promedio en estaquillas enraizadas</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	2,1	1,8	1,0
3000 ppm	1,1	1,8	1,1
6000 ppm	2,4	1,5	1,9

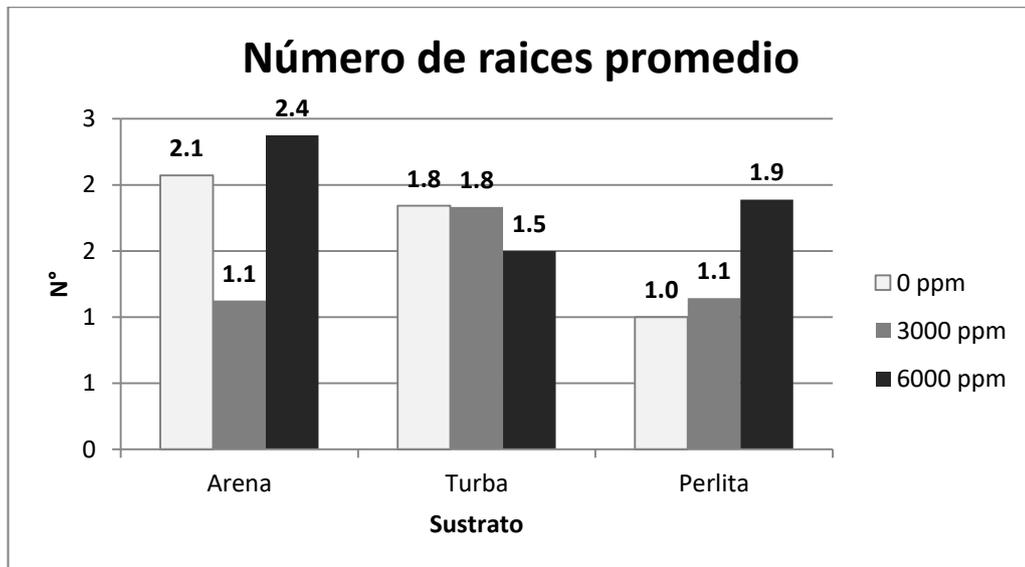


Figura 32: Número de raíces promedio en las estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande enraizadas (N°)

En el análisis de varianza, con respecto al número de raíces formadas (TABLA 34), se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) debido al tipo de sustrato y a las dosis de AIB.

Tabla 34: Análisis de varianza (ANVA) del número de raíces formadas en estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	8,67	0,0002
AIB	3,26	0,0386
Tratamiento (Sustrato + AIB)	1,65	0,1576

De acuerdo al tipo de sustrato, la prueba de comparación de medias (TABLA 35), muestra diferencias significativas entre la turba y la perlita, mas no encuentra diferencias significativas de la arena con ninguno de los otros dos tipos de sustrato.

Por otro parte, en relación a las dosis de AIB, la prueba de comparación de medias muestra diferencias significativas entre las dosis de 0 ppm y 3000 ppm, no encontrando diferencias significativas de ninguna de las dos con respecto a la dosis de 6000 ppm (TABLA 36).

Tabla 35: Prueba de comparación de medias del número de raíces formadas en estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos. (Prueba de Tukey =0.05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Turba	1,7	A
Arena	1,9	A B
Perlita	1,4	B

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

Tabla 36: Prueba de comparación de medias del número de raíces formadas en estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
0 ppm	1,8	A
6000 ppm	1,8	A B
3000 ppm	1,4	B

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

g. Longitud de raíz más larga (mm)

El parámetro se determina como la medida de la longitud de raíz más larga de las estaquillas enraizadas. La expresión de medida es en milímetros.

Se tiene que la raíz más larga fue obtenida en el tratamiento T6 con 40,4 mm de longitud en promedio.

El sustrato que tuvo mejor respuesta en la formación de la raíz más larga fue la turba con 40,4 mm en promedio en el tratamiento T6 (6000 ppm de AIB). Seguido, del sustrato perlita con 34,7 mm en promedio en el tratamiento T8 (3000 ppm de AIB). El sustrato arena con raíces más cortas teniendo como promedio de raíz más larga una medida de 31,6 mm en promedio en el tratamiento T3 (6000 ppm de AIB). (TABLA 37).

Finalmente, se observa que en el tratamiento con aplicación de dosis de 6000 ppm de AIB se obtiene raíces más largas principalmente en los sustratos arena y turba. (FIGURA 33).

Tabla 37: Promedio de longitud de raíz más larga de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (mm)

<i>Longitud de raíz más larga promedio (mm)</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	20,5	36,5	30,5
3000 ppm	19,1	29,6	34,7
6000 ppm	31,6	40,4	30,6

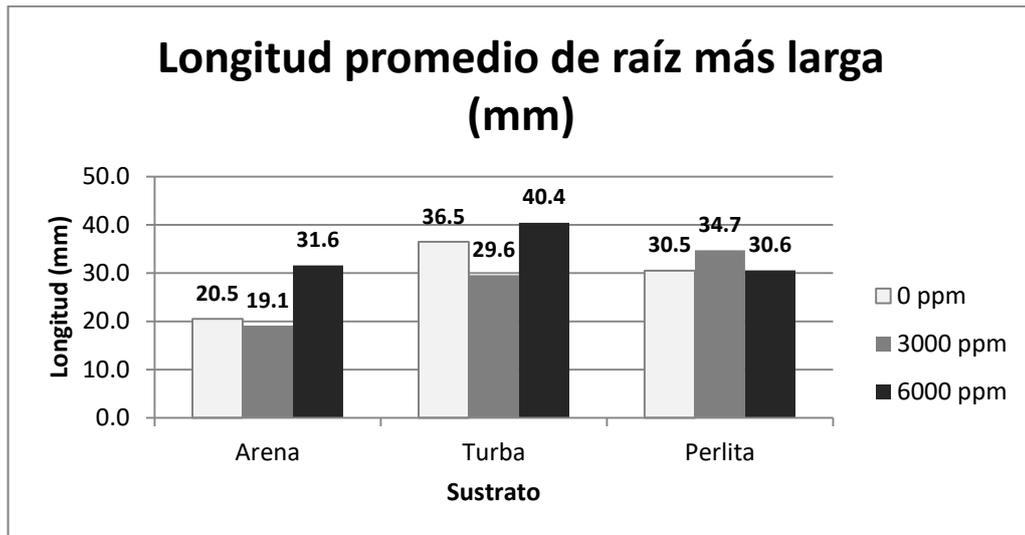


Figura 33: Longitud promedio de la raíz más larga en estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande (mm)

En el análisis de varianza, con respecto de la longitud de raíz más larga (TABLA 38), se encontró diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) debido al tipo de sustrato.

Tabla 38: Análisis de varianza (ANVA) de longitud de raíz más larga de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	4794,40	<0,0001
AIB	891,33	0,0986
Tratamiento (Sustrato + AIB)	471,43	0,2957

La prueba de comparación de medias de la longitud de raíz más larga con respecto de los tipos de sustratos, indican que la mayor longitud promedio se obtuvo en el sustrato turba, siendo estos diferentes significativamente de los sustratos perlita y arena (TABLA 39).

Tabla 39: Prueba de comparación de medias de la longitud de raíz más larga de estaquillas de Shihuahuaco de hoja grande con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Turba	36,3	A
Perlita	31,9	B
Arena	23,1	B

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

2. TAHUARÍ NEGRO

La fecha de instalación de las estaquillas en el minitúnel fue el 20 de diciembre del 2016 y la fecha final de evaluación se realizó el 29 de enero del 2017. En total, el ensayo de enraizamiento duró 40 días.

La temperatura interna ($^{\circ}\text{C}$) y la humedad relativa (por ciento) dentro de los minitúneles se registraron por medio de un termo higrómetro digital. Los datos fueron tomados cada 2 horas durante las horas de sol siendo el inicio a las 8:00 horas y termino a las 18:00 horas. Asimismo, se midió la luminosidad por medio de un luxómetro digital a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas.

Durante las horas de sol en los 40 días del ensayo, la temperatura promedio dentro del minitúnel fue de $29,9^{\circ}\text{C}$ con intervalos de $22,8^{\circ}\text{C} - 39,4^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa (por ciento) de 86,9 por ciento con intervalos de 47,0 por ciento – 99,9 por ciento (FIGURA 34).

Adicionalmente, se tomaron valores de intensidad lumínica, mediante un luxómetro digital, estas medidas fueron tomadas a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas. Cabe precisar, que el minitúnel fue cubierto con malla Raschell para disminuir la intensidad lumínica teniendo en promedio hasta 15 por ciento de luminosidad.

El rango promedio de intensidad lumínica en el invernadero es de 5367 luxes al mediodía mientras que a las 8:00 y 16:00 son de 2549 y 2169 luxes respectivamente (FIGURA 35).

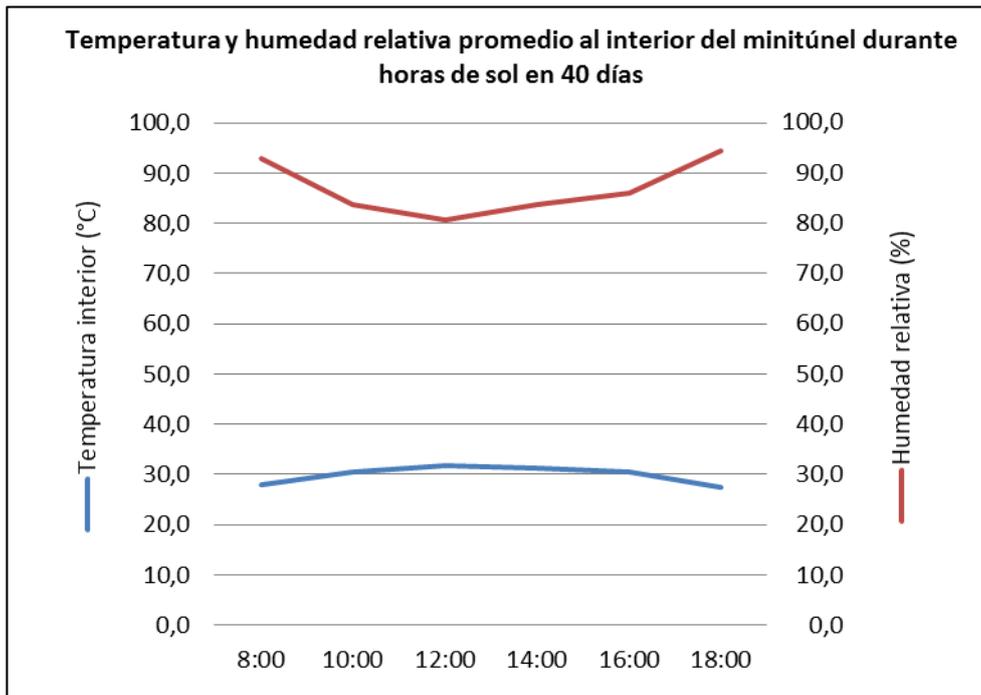


Figura 34: Condiciones ambientales en el minitúnel durante el ensayo con Tahuarí negro.

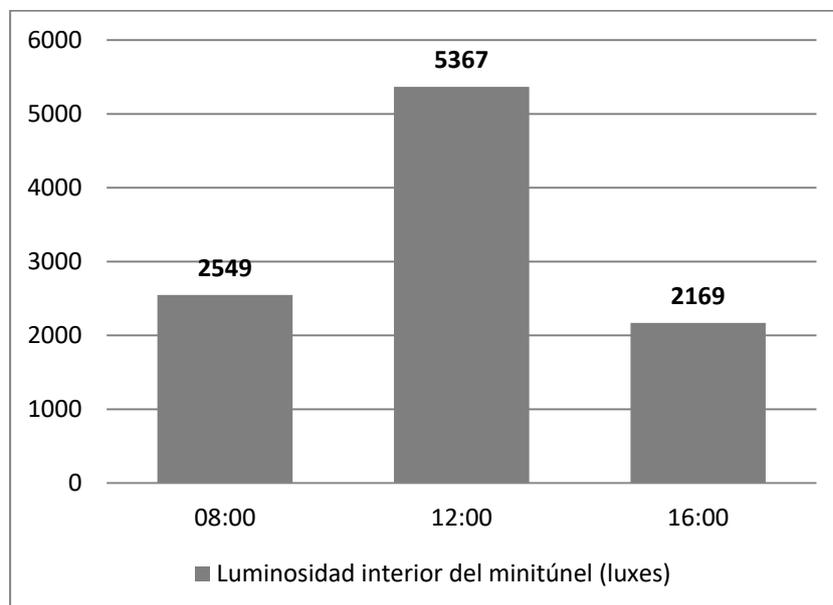


Figura 35: Intensidad lumínica promedio al interior del minitúnel durante el ensayo con Tahuarí negro

2.1. EVALUACIÓN FINAL DE ESTAQUILLAS

a. Sobrevivencia y mortandad (por ciento)

La sobrevivencia se determina mediante la relación porcentual entre el número de estaquillas que presentaron signos de adaptación al medio y el número total de estaquillas sembradas.

En cambio, la mortandad se determina mediante la relación porcentual entre el número de estaquillas muertas y el total de estaquillas sembradas. Este porcentaje, es contrario a la variable de sobrevivencia.

Una estaquilla es considerada muerta cuando tiene 50 por ciento ó más porcentaje de necrosamiento a partir de su parte basal.

De las 243 estaquillas sembradas correspondientes a todos los tratamientos y repeticiones se mantuvieron vivas 68 estaquillas (28,0 por ciento de sobrevivencia).

Considerando la sobrevivencia y mortandad por cada tratamiento, tenemos:

- El tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB) obtuvo la mayor sobrevivencia y menor mortandad con un 70,4 por ciento y 29,6 por ciento respectivamente.
- El tratamiento T2 (Sustrato Arena, 3000 ppm de AIB) obtuvo la menor sobrevivencia y mayor mortandad con 3,7 por ciento y 96,3 por ciento respectivamente.
- Según el tipo de sustrato, las estaquillas en sustrato perlita obtuvieron un 44,4 por ciento de sobrevivencia en promedio.
- Según el tipo de aditivo, las estaquillas con dosis 6000 ppm de AIB obtuvieron un 39,5 por ciento de sobrevivencia en promedio.

Ver TABLA 40 y FIGURA 36.

Tabla 40: Número y porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Tahuarí negro por tratamiento (N°)

Tratamiento	Clave	Descripción	Número de estaquillas sembradas	N° de estaquillas vivas	% sobrevivencia	N° de estaquillas muertas	% de mortandad
T1	A1B1-T	Arena fina, 0 ppm	27	4	14,8	23	85,2
T2	A1B2-T	Arena fina, 3000 ppm	27	1	3,7	26	96,3
T3	A1B3-T	Arena fina, 6000 ppm	27	8	29,6	19	70,4
T4	A2B1-T	Turba, 0 ppm	27	8	29,6	19	70,4
T5	A2B2-T	Turba, 3000 ppm	27	6	22,2	21	77,8
T6	A2B3-T	Turba, 6000 ppm	27	5	18,5	22	81,5
T7	A3B1-T	Perlita, 0 ppm	27	8	29,6	19	70,4
T8	A3B2-T	Perlita, 3000 ppm	27	9	33,3	18	66,7
T9	A3B3-T	Perlita, 6000 ppm	27	19	70,4	8	29,6

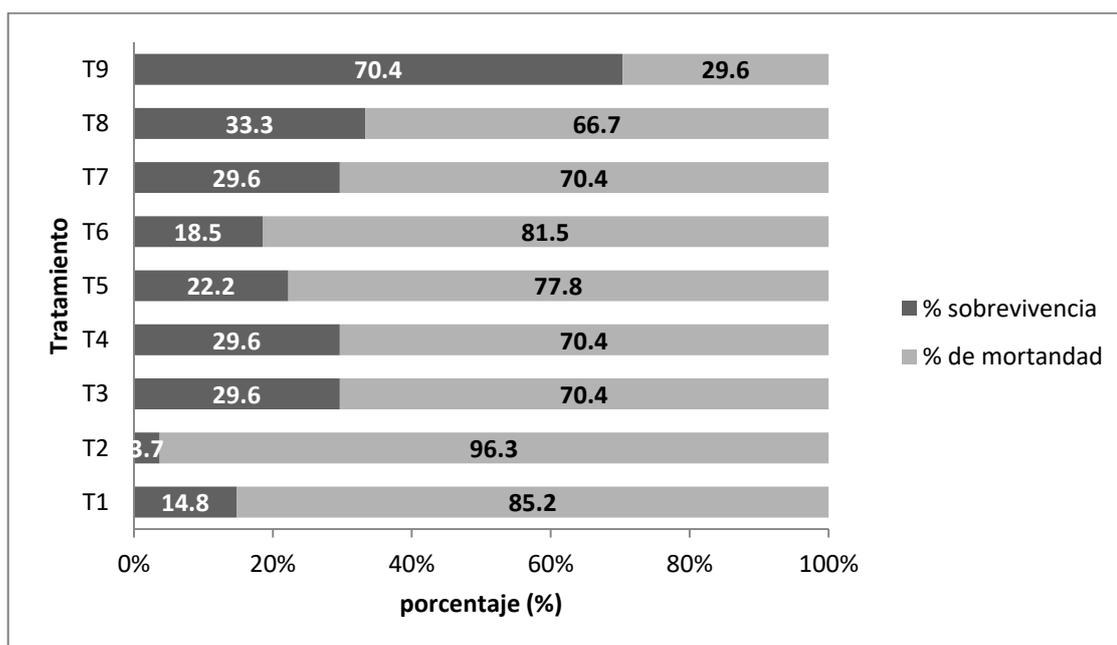


Figura 36: Porcentaje de sobrevivencia y mortandad de estaquillas de Tahuarí negro (por ciento)

La TABLA 41 muestra el análisis de varianza de porcentaje de sobrevivencia, el cual indica diferencias altamente significativas debido al tipo de sustrato, dosis de ácido indolbutírico y tratamiento (sustrato + AIB).

Tabla 41: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	3,37	<0,0001
AIB	1,30	<0,0001
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,92	<0,0001

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de la sobrevivencia (por ciento), debido al tipo de sustrato (ver TABLA 42), se tiene diferencias significativas entre todos los tipos de sustrato, obteniéndose una mayor sobrevivencia con el sustrato perlita. Sin embargo, en general la sobrevivencia de las estaquillas de Tahuarí negro resulto baja (<45 por ciento). El mejor sustrato proporcionará un balance óptimo entre capacidad de retención de agua y aireación, aunque este varía entre las especies (Mesén, 1998).

Tabla 42: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los sustratos. (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Perlita	44,4	A
Turba	23,5	B
Arena	16,0	C

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

La sobrevivencia de las estaquillas de la especie Tahuarí negro, resulto ser inversamente proporcional al incremento de días de permanencia en los minitúneles, es decir la sobrevivencia mostró un comportamiento descendente (más drástico a partir del día 20 de evaluación) al incrementarse el número de días. Se observó una alta defoliación de las estaquillas, sobre todo en los sustratos arena y turba. En el sustrato perlita se pudo ver una mayor cantidad de brotes nuevos.

En relación a la prueba de comparación de medias de la sobrevivencia (por ciento), debido a las concentraciones de AIB (ver TABLA 43), se tiene diferencias significativas entre la dosis de 6000 ppm, con respecto a las demás dosis (0 y 3000 ppm), obteniéndose una mayor sobrevivencia en la dosis mayor, sin embargo, la sobrevivencia de las estaquillas de Tahuarí negro resulto baja (<40 por ciento).

Tabla 43: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Tahuarí negro con respecto a las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	39,5	A
0 ppm	24,7	B
3000 ppm	19,8	B

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

Con respecto a la prueba de comparación de medias de la sobrevivencia (por ciento), debido a los tratamientos (ver TABLA 44), se tiene diferencias significativas entre tratamientos, observándose una mayor sobrevivencia en el tratamiento T9 (sustrato Perlita con 6000 ppm de AIB), muy por encima de los resultados de los demás tratamientos, considerándose a esta combinación como la más óptima para la especie, con respecto a la sobrevivencia (70,4 por ciento).

Tabla 44: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	70,4	A
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	33,3	B
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	29,6	B
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	29,6	B
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	29,6	B C
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	22,2	B C
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	18,5	C
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	14,8	C
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	3,7	D

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

Una probable razón del bajo porcentaje de sobrevivencia de estaquillas pudo ser el constante riego para disminuir la temperatura del minitunel, a fin de que la temperatura se mantenga dentro de los rangos recomendados, ocasionando un exceso de agua, lo cual funciona como una barrera para la difusión del oxígeno, causando en el peor de los casos, anoxia y muerte de los tejidos. Además, una reducción en el nivel de oxígeno en el medio provoca el cierre de los estomas lo cual reduce el enraizamiento al limitar la fotosíntesis Loach (1986).

La baja sobrevivencia de las estaquillas puede atribuirse también al agotamiento de las reservas en las estaquillas al desarrollar las yemas, los nutrientes que necesita para su sobrevivencia y crecimiento pudieron verse limitados por el tamaño de la estaca o época de corte y por la condición fisiológica de la planta donante, repercutiendo en la sobrevivencia de las estaquillas (Sanchez, 2011).

Los resultados obtenidos en esta variable, se asemejan a los encontrados por Morales (2016), Ramos (2015) y Sanchez (2011), en los que la sobrevivencia disminuyó al incrementarse los días de evaluación en estaquillas de *Copaifera paupera*, *Guazuma crinita* y *Tabebuia chrysantha* respectivamente. Además las estaquillas de la especie *Guazuma crinita* y *Tabebuia chrysantha* reportaron un porcentaje de sobrevivencia bajo en el primer caso y nulo en el segundo, mostrando signos de necrosis en ambas especies.

b. Callosidad (por ciento)

La callosidad se determina por la relación entre el número de estaquillas que forman callosidad y el número total de estaquillas sembradas.

Considerando 27 estaquillas sembradas por tratamiento, el tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB) presentó mayor número de estaquillas con callosidad. En términos de porcentaje representa 59,3 por ciento de callosidad (TABLA 45 y FIGURA 37).

Según el tipo de sustrato, los mejores resultados de callosidad lo tuvo la Perlita y la dosis 6000 ppm como mejor aditivo. Sin embargo, estos valores son muy bajos ya que están relacionados directamente al porcentaje de enraizamiento y lo óptimo es tener un éxito de enraizamiento (callosidad) superior al 80 por ciento para propagación masiva en vivero.

Tabla 45: Número de estaquillas de Tahuarí negro que presentan callosidad (N°)

<i>Estaquillas con callosidad</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	2	1	8
3000 ppm	0	5	8
6000 ppm	7	4	16

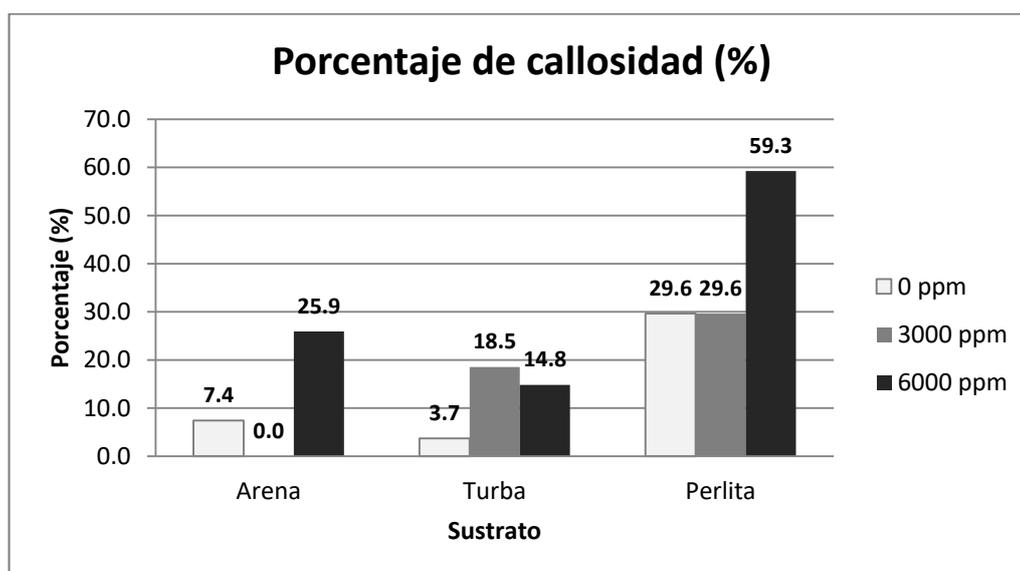


Figura 37: Porcentaje de callosidad de estaquillas de Tahuarí negro (por ciento)

En la TABLA 46 se observa el análisis de varianza del porcentaje de callosidad, el cual indica diferencias altamente significativas ($<0,0001$) debido al tipo de sustrato, dosis de ácido indolbutírico y tratamiento (sustrato + AIB).

Tabla 46: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de callosidad de estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	4,40	$<0,0001$
AIB	1,79	$<0,0001$
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,82	$<0,0001$

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de la callosidad (por ciento), debido al tipo de sustrato (ver TABLA 47), se tiene diferencias significativas entre el sustrato perlita, con respecto a los sustratos turba y arena, obteniéndose una mayor callosidad con el sustrato perlita, muy por encima de los porcentajes de callosidad obtenido en con los sustratos arena y turba. Sin embargo, en la callosidad en estaquillas de Tahuarí negro no sobrepasa el 40 por ciento.

Tabla 47: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Tahuarí negro con respecto a los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

Sustrato	Medias	Significancias
Perlita	39,5	A
Turba	12,3	B
Arena	11,1	B

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

En relación a la prueba de comparación de medias de la callosidad (por ciento), debido a las concentraciones de AIB (ver TABLA 48), se tiene diferencias significativas entre la dosis de 6000 ppm, con respecto a las demás dosis (0 y 3000 ppm), obteniéndose un mayor porcentaje de callosidad con la dosis mayor de AIB, sin embargo, la callosidad en las estaquillas es baja (<34 por ciento).

Los estudios realizados por Tang (2014), en estaquillas de *Tabebuia serratifolia* (especie de la misma familia que el Tahuarí negro) también muestran los mayores resultados de callosidad con la dosis de 6000 ppm de AIB pero con sustratos arena y aserrín.

Tabla 48: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Tahuarí negro con respecto a las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

AIB	Medias	Significancias
6000 ppm	33,3	A
3000 ppm	16,0	B
0 ppm	13,6	B

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

Con respecto a la prueba de comparación de medias de la callosidad (por ciento), debido a los tratamientos (ver TABLA 49), se tiene diferencias significativas entre tratamientos, observándose un mayor porcentaje de callosidad en el tratamiento T9 (sustrato Perlita con 6000 ppm de AIB), muy por encima de los resultados de los demás tratamientos, además el tratamiento T9 es el único que tiene diferencias significativas con todos los otros tratamientos, es decir no es similar estadísticamente a ningún otro tratamiento.

Tabla 49: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Tahuarí negro con respecto a los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0.05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	59,3	A
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	29,6	B
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	29,6	B C
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	25,9	B C
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	18,5	C D
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	14,8	D E
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	7,4	E F
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	3,7	F G
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	0,0	G

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

c. Brotación (por ciento)

La brotación se determina como la relación porcentual entre el número de estaquillas que reportan brotes nuevos y el número total de estaquillas sembradas.

De las 27 estaquillas sembradas de Tahuarí negro por tratamiento, el tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB) presentó mayor cantidad de estaquillas con brotes nuevos. El peor tratamiento fue la combinación T2 (Sustrato Arena, 3000 ppm de AIB) que no tuvo ninguna estaquilla con brotes nuevos (TABLA 50).

Tabla 50: Número de estaquillas de Tahuarí negro que presentan nuevos brotes (N°)

<i>Estaquillas con brotes nuevos</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	2	7	3
3000 ppm	0	2	2
6000 ppm	4	3	10

En términos de porcentaje, el tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB) tiene el mayor valor, con un 37,0 por ciento de generación de brotes nuevos, seguido del tratamiento T3 (Sustrato Turba, 0ppm de AIB) con 25,9 por ciento (FIGURA 38).

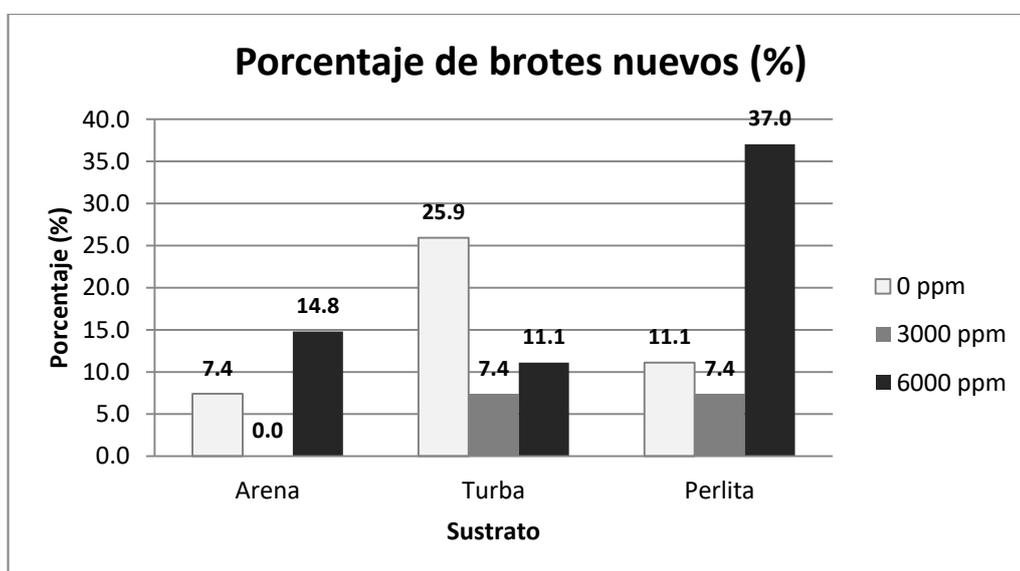


Figura 38: Porcentaje de nuevos brotes de las estaquillas de Tahuarí negro (por ciento)



Figura 39: Estaquilla enraizada de Tahuarí negro con presencia de brote.

En la TABLA 51 se observa el análisis de varianza del porcentaje de brotación, el cual indica diferencias altamente significativas ($<0,0001$) debido al tipo de sustrato, dosis de ácido indolbutírico y tratamiento (sustrato + AIB).

Tabla 51: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de brotación de estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	1,04	$<0,0001$
AIB	1,50	$<0,0001$
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,45	$<0,0001$

En relación a la prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación, de acuerdo al tipo de sustrato (ver TABLA 52), se tiene diferencias significativas entre todos los tipos de sustrato (perlita, turba y arena), presentándose una mayor brotación en el sustrato perlita.

Tabla 52: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey $=0,05$).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Perlita	18,5	A
Turba	14,8	B
Arena	7,4	C

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

De acuerdo a la prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación, debido a las concentraciones de AIB (ver TABLA 53), se tiene diferencias significativas entre todas las dosis de AIB, obteniéndose un mayor porcentaje de brotación con la dosis de 6000 ppm de AIB. Resultados similares se pueden encontrar en Tang (2014) donde los mayores porcentajes de brotación en estaquillas de *Tabebuia serratifolia*, también se obtuvieron con una dosis de 6000 ppm de AIB, pero en sustrato arena.

Tabla 53: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	21,0	A
0 ppm	14,8	B
3000 ppm	4,9	C

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

Con respecto a la prueba de comparación de medias de la brotación (por ciento), debido a los tratamientos (ver TABLA 54), se tiene diferencias significativas entre los tratamientos, observándose un mayor porcentaje de brotación en el tratamiento T9 (sustrato Perlita con 6000 ppm de AIB), teniendo diferencias significativas con todos los otros tratamientos, es decir no es similar estadísticamente a ningún otro.

Tabla 54: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	37,0	A
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	25,9	B
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	14,8	B C
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	11,1	B C
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	11,1	C
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	7,4	C
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	7,4	C
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	7,4	C
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	0,0	D

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

Cabe resaltar que se observó una mayor brotación en las estaquillas a los 15 días de evaluación, lo que podría haber agotado las reservas de las mismas, conforme a lo dicho por Sanchez (2011), en consecuencia hubo una mayor mortandad de estaquillas a los 20 días de evaluación, lo que podría significar que la mayor aparición de brotes o yemas ocasiono un agotamiento de las estaquillas y en consecuencia una alta mortandad en las mismas.

d. Longitud de brotes (mm)

Esta variable se determina como la longitud de los brotes nuevos de las estaquillas sembradas considerándose solo las estaquillas que presentaron brotación. La expresión de la medida de longitud de brote es en milímetros.

Como principales resultados se tiene que el brote más largo registrado fue de 5,6 mm (Sustrato Perlita, 0 ppm de AIB) y el más corto de 2,2 mm (Sustrato Perlita, 3000 ppm de AIB).

La dosis de AIB que tuvo mejor promedio de longitud de brote fue 6000 ppm con 4,6 mm y mejor el sustrato perlita con 4,7 mm (TABLA 55 y FIGURA 40).

Tabla 55: Promedio de longitud de brote de estaquillas de Tahuarí negro (mm)

<i>Longitud de brote promedio (mm)</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	5,0	3,2	5,6
3000 ppm	0,0	4,4	2,2
6000 ppm	4,3	3,8	4,9

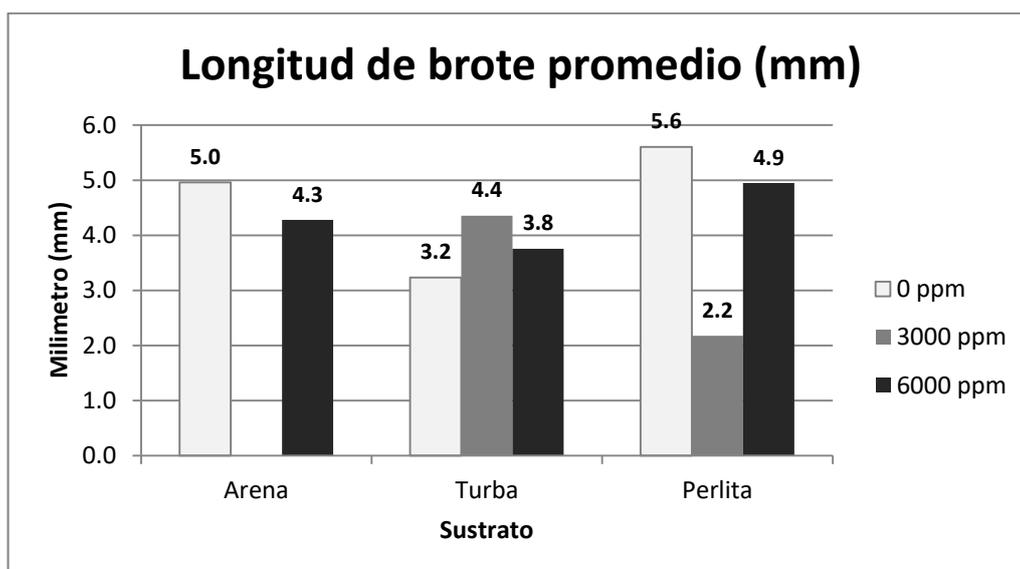


Figura 40: Longitud de brote promedio de estaquillas de Tahuarí negro (mm)

En la TABLA 56 se puede observar el análisis de varianza, existiendo diferencias significativas para la longitud de brotes de estaquillas de Tahuarí negro, debido a la dosis de AIB.

Tabla 56: Análisis de varianza (ANVA) de longitud de brotes de estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	5,56	0,1627
AIB	13,11	0,0144
Tratamiento (Sustrato + AIB)	5,95	0,1014

En referencia a la prueba de tukey o comparación de medias de la longitud de brotes, se observa diferencias significativas entre las dosis de 6000 ppm y 3000 ppm de AIB, obteniéndose mayores longitudes con la mayor dosis, sin embargo ambas dosis no difieren significativamente de la dosis testigo (0 ppm de AIB).

Tabla 57: Prueba de comparación de medias de la longitud de brotes de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	4,6	A
0 ppm	4,1	A B
3000 ppm	3,3	B

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

e. Enraizamiento (por ciento)

Se determina como la relación porcentual entre el número de estaquillas que formaron por lo menos una raíz y el número total de estaquillas plantadas en los minitúneles.

Solo 19 estaquillas de Tahuarí negro enraizaron, de las cuales 7 fueron del tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB). Este resultado guarda relación con el alto porcentaje de callosidad obtenido para esta combinación. En términos de porcentaje, solo enraizó un 25,9 por ciento del tratamiento T9.

Tabla 58: Número de estaquillas enraizadas de Tahuarí negro (N°)

<i>Estaquillas enraizadas</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	1	0	1
3000 ppm	0	3	3
6000 ppm	3	1	7

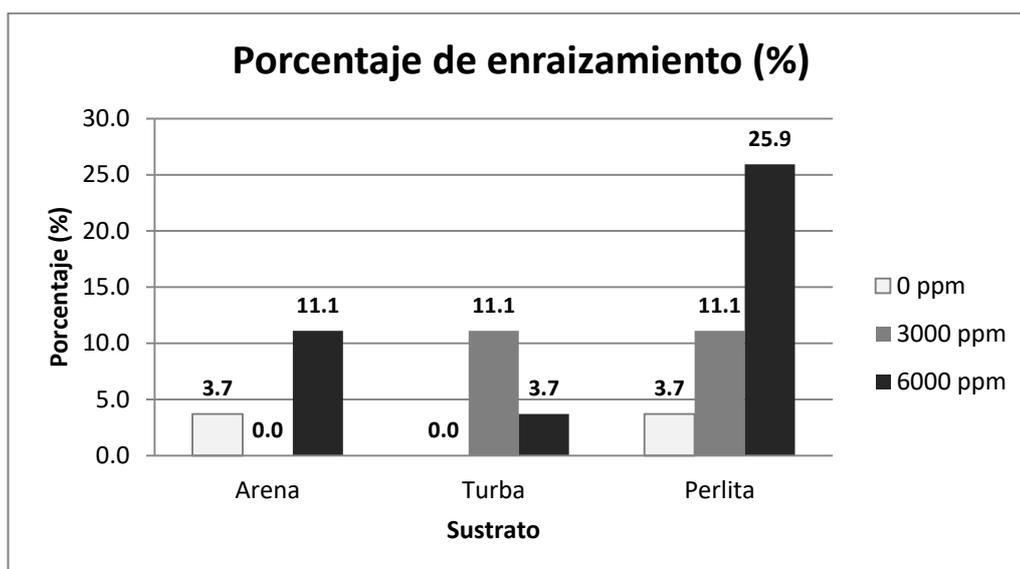


Figura 41: Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Tahuarí negro (por ciento)

Por otro lado, tomando en cuenta el total de estaquillas enraizadas (19), 5 de ellas presentaban raíces secundarias, siendo 4 estaquillas provenientes de la dosis de aditivo de 6000 ppm de AIB.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de enraizamiento, se tienen diferencias altamente significativas ($<0,0001$), debido al tipo de sustrato, dosis de AIB y tratamiento (sustrato +AIB) como se indica en la TABLA 59.

Tabla 59: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	0,76	$<0,0001$
AIB	1,30	$<0,0001$
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,62	$<0,0001$

Respecto a la prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento debido al tipo de sustrato (TABLA 60), se observa el mayor enraizamiento (por ciento) en el sustrato

perlita, presentando valores significativamente diferentes de los obtenidos en los otros dos sustratos (arena y turba) los cuales son muy bajos.

El mayor porcentaje de enraizamiento obtenido en el sustrato perlita, puede deberse a que este tienen una mayor retención de agua, adecuado drenaje y/o que su pH es cercano a la neutralidad, lo que va de acuerdo a los requerimientos de la especie, indicada en UICN (2015), que indica que la especie se encuentra en ámbitos con pH de 6,0 a 8,5.

Tabla 60: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

Sustrato	Medias	Significancias
Perlita	13,6	A
Arena	4,9	B
Turba	4,9	B

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

Estudios realizados en *Tabebuia serratifolia* (Tang, 2014), tuvieron mejores resultados de enraizamiento (40,63 por ciento) en sustratos arena y aserrín. En la especie *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose (Carranza *et al.*, 2012), se obtuvo 84,7 y 71,5 por ciento de enraizamiento en los sustratos turba y arena respectivamente. En las especies *Tabebuia rosea* y *Tabebuia chrysantha* (Sanchez, 2011), utilizando una mezcla de arenilla, grava y piedra como sustrato, no se obtuvo formación de raíces para ninguna de las dos especies.

En la TABLA 61 se puede observar la prueba tukey para el porcentaje de enraizamiento debido a las dosis de AIB, donde se encuentran diferencias significativas entre todas las dosis, obteniendo los resultados más altos en la mayor dosis (6000 ppm de AIB). Podría decirse entonces que la aplicación de la sustancia enraizante es positiva, ya que a mayor dosis de esta mayor porcentaje de enraizamiento. Similares resultados se pueden encontrar en Tang (2014), donde se obtuvo el mayor porcentaje de enraizamiento promedio (56,3 por ciento), con una dosis de 6000 ppm de AIB en estaquillas de *Tabebuia serratifolia*. Al contrario en Carranza (2012), los resultados arrojaron un porcentaje de enraizamiento mayor (84,4 por ciento) en las dosis testigo (0 ppm de AIB). Cabe resaltar que los porcentajes de

enraizamientos obtenidos en este estudio, para las estaquillas de Tahuarí negro son muy bajos, en comparación con los estudios antes mencionados.

Tabla 61: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	13,6	A
3000 ppm	7,4	B
0 ppm	2,5	C

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

Con respecto a la prueba de Tukey del porcentaje de enraizamiento, debido al tratamiento (sustrato+AIB), en la TABLA 62 se indica las diferencias significativas entre tratamientos, mostrando los valores más altos el tratamiento T9 (sustrato Perlita+6000 ppm de AIB), y este a su vez es el único que presenta diferencias significativas con todos los demás tratamientos. Estos resultados ratifican lo encontrado en las pruebas de comparación de medias o Tukey respecto al tipo de sustrato y dosis de AIB, donde la perlita y la dosis de 6000 ppm de AIB, obtuvieron los mejores porcentajes de enraizamiento (TABLA 60 y 61).

Tabla 62: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	25,9	A
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	11,1	B
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	11,1	B
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	11,1	B
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	3,7	C
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	3,7	C
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	3,7	C
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	0,0	D
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	0,0	D

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

Estudios de enraizamiento en la especie *Tabebuia serratifolia* (Tang, 2014), muestran los porcentajes más altos con tratamientos con sustrato aserrín y 0 ppm de AIB, seguido de tratamiento con sustrato arena y 6000 ppm de AIB. Por otra parte estudios en la especie *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose (Carranza *et al.*, 2012), obtuvieron mayores porcentajes de enraizamiento con sustrato turba y 0 ppm de AIB, seguido de sustrato turba y 1500 mg/kg de AIB.

f. Número de raíces formadas (N°)

El parámetro se determina como el número total de raíces formado en cada una de las estaquillas enraizadas al final del ensayo.

En referencia al punto anterior, de las 19 estaquillas de Tahuarí negro que enraizaron, las provenientes del tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB), tuvieron mayor cantidad de raíces (4 y 5).

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) del número de raíces formadas, se tienen diferencias significativas (<0,05), debido al tipo de sustrato y dosis de AIB, como se muestra en la TABLA 63.

Tabla 63: Análisis de varianza (ANVA) del número de raíces formadas en estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	1,10	0,0332
AIB	1,16	0,0275
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,64	0,0945

En la TABLA 64, se puede observar los resultados de la prueba de comparación de medias del número de raíces formadas, debido al tipo de sustrato, donde se tienen diferencias significativas entre los sustratos perlita y arena. La mayor cantidad de raíces formadas se obtuvieron con los sustratos perlita y turba (2 raíces en promedio por estaquilla).

Tabla 64: Prueba de comparación de medias del número de raíces formadas en estaquillas de Tahuarí negro con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Perlita	2	A
Turba	2	A B
Arena	1	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Estudios de enraizamiento en estaquillas de las especies *Tabebuia serratifolia* (Tang, 2014), y *Tabebuia donnell-Smithii* (Carranza *et al.*, 2012), mostraron un mayor número de raíces formadas en sustrato arena (1,69) y turba (7) respectivamente.

En relación a la prueba de comparación de medias del número de raíces formadas debido a la dosis de AIB, la TABLA 65 muestra diferencias significativas entre la dosis de 6000 ppm y la testigo (0 ppm de AIB), siendo la dosis mayor con la que se obtuvo mayor número de raíces. Similares resultados se muestran en Tang (2014), donde estaquillas de las especie de *Tabebuia serratifolia* tuvieron mayor número de raíces (2,11 en promedio) con dosis de AIB de 6000 ppm.

Tabla 65: Prueba de comparación de medias del número de raíces formadas en estaquillas de Tahuarí negro con respecto de las concentraciones de AIB. (Prueba de Tukey =0.05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	2,0	A
3000 ppm	1,5	A B
0 ppm	1,5	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

g. Longitud de raíz más larga (mm)

El parámetro se determina como la medida de la longitud de raíz más larga de las estaquillas enraizadas. La expresión de medida es en milímetros.

Se tiene que la raíz más larga fue obtenida en el tratamiento T6 (Sustrato Turba, 6000 ppm de AIB) con 40,8 mm de longitud en promedio.

El sustrato que tuvo mejor respuesta en la formación de la raíz más larga fue la turba con 40,8 mm en promedio en el tratamiento T6. Mucho menores fueron el sustrato perlita con 20,6 mm en promedio en el tratamiento T9 (6000 ppm de AIB) y el sustrato arena con 17,7 mm en promedio en el tratamiento T1 (0 ppm de AIB). (TABLA 66 y FIGURA 42).

Tabla 66: Promedio de longitud de raíz más larga de estaquillas de Tahuarí negro (mm)

<i>Longitud de raíz más larga promedio (mm)</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	17,7	-	10,2
3000 ppm	-	16,2	12,7
6000 ppm	16,2	40,8	20,6

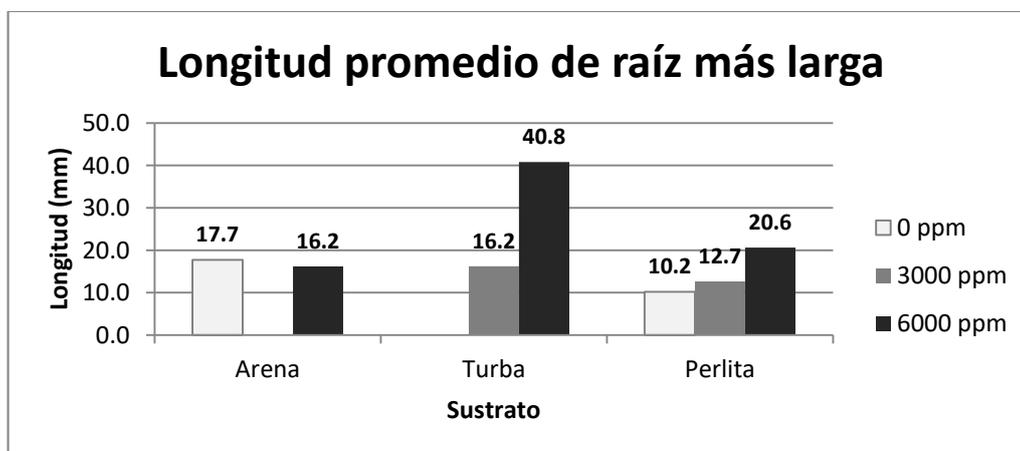


Figura 42: Longitud promedio de la raíz más larga en estaquillas de Tahuarí negro (mm)

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) de la longitud de raíz más larga, se tienen diferencias significativas ($<0,05$), debido a la dosis de AIB, como se muestra en la TABLA 67.

Tabla 67: Análisis de varianza (ANVA) de longitud de raíz más larga de estaquillas de Tahuarí negro.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	55,87	0,1514
AIB	138,89	0,0097
Tratamiento (Sustrato + AIB)	47,37	0,1715

En la TABLA 68, se observa la prueba de comparación de medias de la longitud de raíz más larga, con respecto a las dosis o concentraciones de AIB, donde se tienen diferencias significativas entre la dosis de 6000 ppm y la testigo (0ppm), obteniendo mayores longitudes de raíz, con la dosis de 6000 ppm. Similares resultados se pueden encontrar en Tang (2014), donde se observó una mayor longitud de raíz (12,88 mm en promedio) con una concentración de 6000 ppm de AIB en estaquillas de *Tabebuia serratifolia*. Podría decirse entonces, de acuerdo al presente estudio, que a mayores concentraciones de AIB, se pueden obtener longitudes de raíces más largas.

Tabla 68: Prueba de comparación de medias de la longitud de raíz más larga de estaquillas de Tahuarí negro con respecto de las concentraciones de AIB. (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	21,3	A
3000 ppm	14,4	A B
0 ppm	14,0	B

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

3. LUPUNA

La fecha de instalación de las estaquillas en el minitúnel fue el 14 de diciembre del 2016 y la fecha final de evaluación se realizó el 23 de enero del 2017. En total, el ensayo de enraizamiento duró 40 días.

La temperatura interna (°C) y la humedad relativa (por ciento) dentro de los minitúneles se registraron por medio de un termo higrómetro digital. Los datos fueron tomados cada 2 horas durante las horas de sol siendo el inicio a las 8:00 horas y termino a las 18:00 horas. Asimismo, se midió la luminosidad por medio de un luxómetro digital a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas.

Durante las horas de sol en los 54 días del ensayo, la temperatura promedio dentro del minitúnel fue de 30,6 °C con intervalos de 22,5°C – 41,1 °C y la humedad relativa (por ciento) de 83,0 por ciento con intervalos de 42,1 por ciento – 99,9 por ciento (FIGURA 43).

Adicionalmente, se tomaron valores de intensidad lumínica, mediante un luxómetro digital, estas medidas fueron tomadas a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas. Cabe precisar, que el minitúnel fue cubierto con malla Raschell para disminuir la intensidad lumínica teniendo en promedio hasta 15 por ciento de luminosidad.

El rango promedio de intensidad lumínica en el invernadero es de 9099 luxes al mediodía mientras que a las 8:00 y 16:00 son de 4511 y 4078 luxes respectivamente (FIGURA 44).

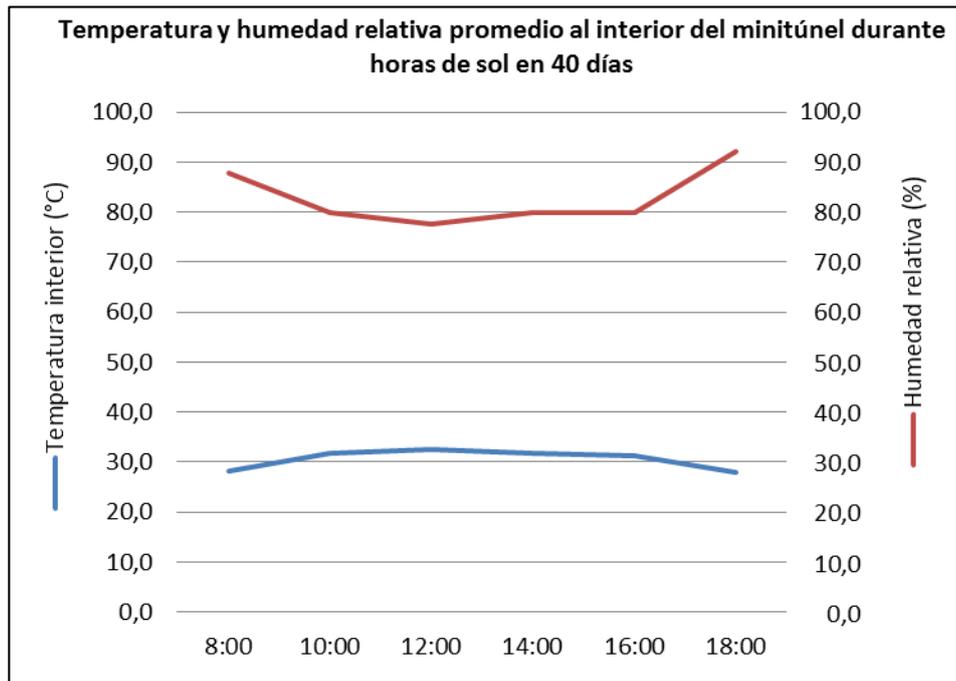


Figura 43: Condiciones ambientales en el minitúnel durante el ensayo con Lupuna.

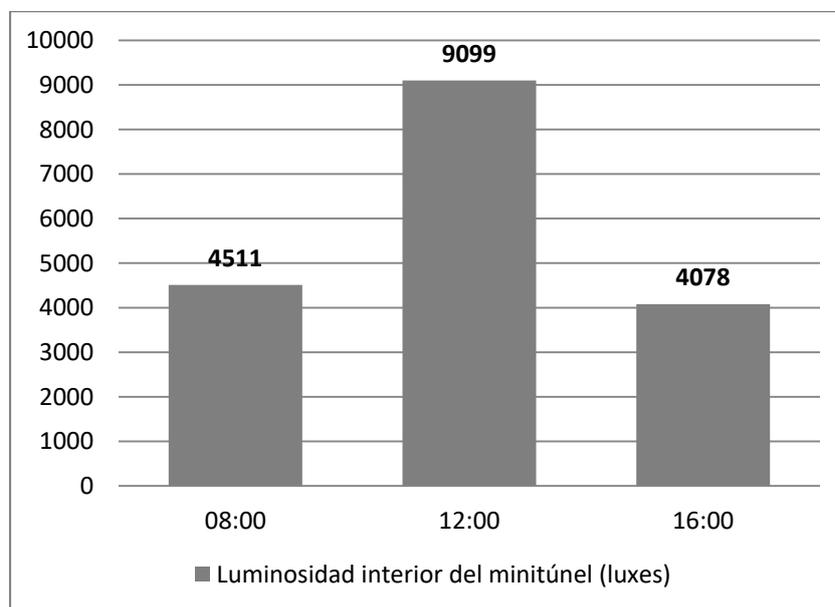


Figura 44: Intensidad lumínica promedio al interior del minitúnel durante el ensayo con Lupuna.

3.1. EVALUACIÓN FINAL DE ESTAQUILLAS

a. Sobrevivencia y mortandad (por ciento)

La sobrevivencia se determina mediante la relación porcentual entre el número de estaquillas que presentaron signos de adaptación al medio y el número total de estaquillas sembradas.

En cambio, la mortandad se determina mediante la relación porcentual entre el número de estaquillas muertas y el total de estaquillas sembradas. Este porcentaje, es contrario a la variable de sobrevivencia.

Una estaquilla es considerada muerta cuando tiene 50 por ciento ó más porcentaje de necrosamiento a partir de su parte basal.

De las 243 estaquillas sembradas correspondientes a todos los tratamientos y repeticiones se mantuvieron vivas 233 estaquillas (95,9 por ciento de sobrevivencia).

Considerando la sobrevivencia y mortandad por cada tratamiento, tenemos:

- Los tratamientos T4, T7, T8 y T9 obtuvieron una sobrevivencia del 100 por ciento de las estaquillas.
- El tratamiento T3 (Sustrato Arena, 6000 ppm de AIB) obtuvo la menor sobrevivencia y mayor mortandad con 85,2 por ciento y 14,8 por ciento respectivamente.
- Según el tipo de sustrato, las estaquillas en sustrato perlita obtuvieron un 100 por ciento de sobrevivencia.
- Según el tipo de aditivo, las estaquillas con dosis 0 y 3000 ppm obtuvieron un 98 por ciento de sobrevivencia en promedio.

Ver TABLA 69 y FIGURA 45.

Tabla 69: Número y porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Lupuna por tratamiento (N°)

<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de estaquillas sembradas</i>	<i>N° de estaquillas vivas</i>	<i>% sobrevivencia</i>	<i>N° de estaquillas muertas</i>	<i>% de mortandad</i>
T1	A1B1-T	Arena fina, 0 ppm	27	25	92,6	2	7,4
T2	A1B2-T	Arena fina, 3000 ppm	27	26	96,3	1	3,7
T3	A1B3-T	Arena fina, 6000 ppm	27	23	85,2	4	14,8
T4	A2B1-T	Turba, 0 ppm	27	27	100,0	0	0,0
T5	A2B2-T	Turba, 3000 ppm	27	26	96,3	1	3,7
T6	A2B3-T	Turba, 6000 ppm	27	25	92,6	2	7,4
T7	A3B1-T	Perlita, 0 ppm	27	27	100,0	0	0,0
T8	A3B2-T	Perlita, 3000 ppm	27	27	100,0	0	0,0
T9	A3B3-T	Perlita, 6000 ppm	27	27	100,0	0	0,0

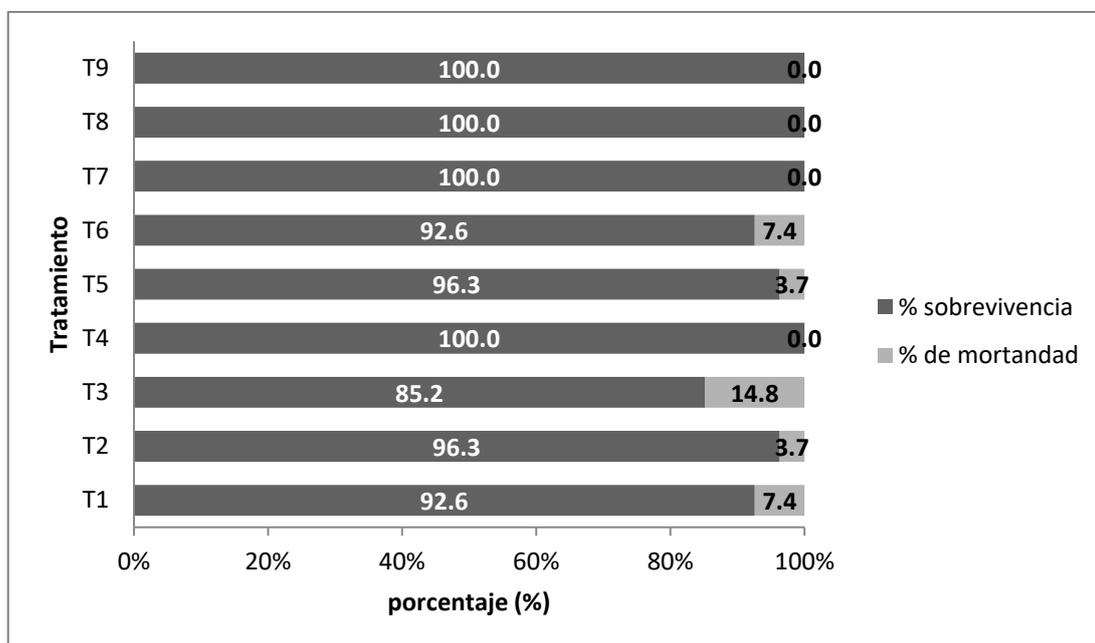


Figura 45: Porcentaje de sobrevivencia y mortandad de estaquillas de Lupuna (por ciento)

Tras el análisis de varianza (ANVA) se determinó la existencia de diferencias significativas en el porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Lupuna, debido al tipo de sustrato, concentración de AIB y tratamiento (sustrato+AIB), como se observa en la TABLA 70.

Tabla 70: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	0,76	<0,0001
AIB	0,32	0,0001
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,14	0,0018

De acuerdo a la prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas debido al tipo de sustrato (ver TABLA 71), se encontraron diferencias significativas entre el sustrato perlita y los demás sustratos (turba y arena). Con el sustrato perlita se consiguió una sobrevivencia de todas las estaquillas de Lupuna (100 por ciento), esto pudo deberse a las características benéficas que tienen el sustrato perlita, como un adecuado drenaje y retención de agua y un pH cercano a la neutralidad, entre otras, que le brindo a las estaquillas de Lupuna las condiciones necesarias para su sobrevivencia. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y debe estar libre de agentes contaminantes (Hartmann y Kester, 1980). El mejor sustrato proporcionará un balance óptimo entre capacidad de retención de agua y aireación, aunque este varía entre las especies (Mesén, 1998).

Tabla 71: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Perlita	100,00	A
Turba	96,00	B
Arena	91,00	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

En relación a la prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia debido a la dosis de AIB (ver TABLA 72), se encontraron diferencias significativas entre la dosis de 6000 ppm con las demás dosis (0 ppm y 3000 ppm), siendo la dosis testigo y la de 3000 ppm, con las que se alcanzaron mayores porcentajes de sobrevivencia. Podría decirse entonces que a partir de dosis mayores de 3000 ppm de AIB, las estaquillas de *Lupuna* disminuyen sus porcentajes de sobrevivencia. Ocurre lo contrario en Coras (2009), donde se presentan los menores porcentajes de sobrevivencia en estaquillas de *Guazuma crinita*, con la dosis testigo (0ppm de AIB).

Tabla 72: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *Lupuna* con respecto de las concentraciones de AIB. (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
0 ppm	98,00	A
3000 ppm	98,00	A
6000 ppm	93,00	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Con respecto a la prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia debido al tratamiento (ver TABLA 73), los tratamientos T8, T9, T4 y T7, con los que se alcanzó una sobrevivencia de 100 por ciento, presentan diferencias significativas con los tratamientos T1, T6 y T3. Los tratamientos T5 y T2 no presentan diferencias significativas con ningún otro tratamiento.

Tabla 73: Prueba de comparación de medias del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Lupuna con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	100,0	A
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	100,0	A
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	100,0	A
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	100,0	A
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	96,3	A B
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	96,3	A B
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	92,6	B
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	92,6	B
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	85,2	B

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

b. Callosidad (por ciento)

La callosidad se determina por la relación entre el número de estaquillas que forman callosidad y el número total de estaquillas sembradas.

Considerando 27 estaquillas sembradas por tratamiento, los tratamientos T4, T7, T8 y T9 presentan el 100 por ciento de estaquillas con callosidad. (TABLA 74 y FIGURA 46).

Según el tipo de sustrato, los mejores resultados de callosidad lo tuvo la perlita y las dosis de 0 y 3000 ppm de AIB.

Tabla 74: Número de estaquillas de Lupuna que presentan callosidad (N°)

<i>Estaquillas con callosidad</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	24	27	27
3000 ppm	25	26	27
6000 ppm	23	25	27

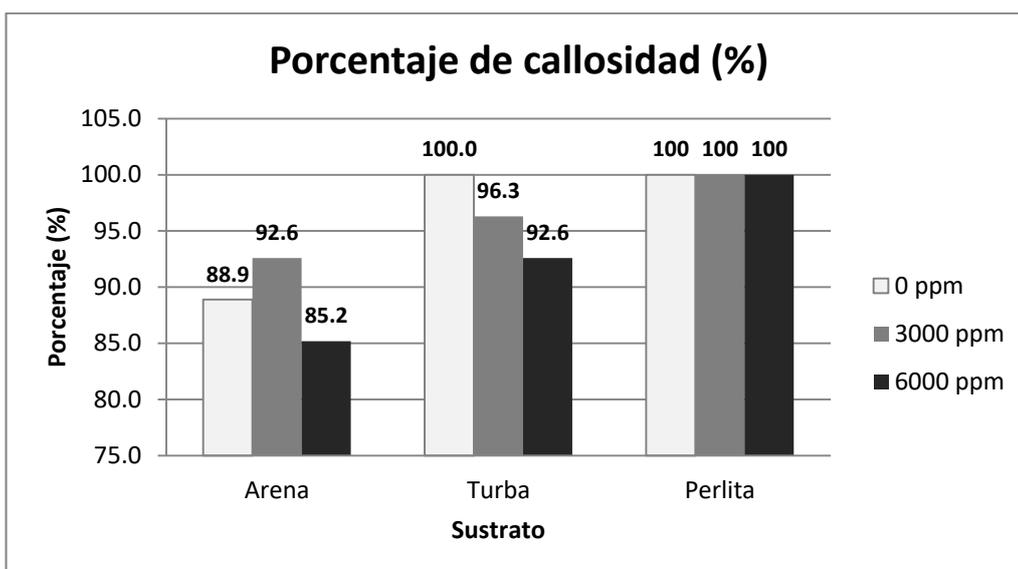


Figura 46: Porcentaje de callosidad de estaquillas de Lupuna (por ciento)

Los resultados del análisis de varianza (ANVA), del porcentaje de callosidad se puede observar en la TABLA 75, donde se encuentran diferencias significativas debidas al tipo de sustrato, concentración de AIB y tratamiento.

Tabla 75: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de callosidad de estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	1,56	<0,0001
AIB	0,16	0,0094
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,23	<0,0001

En relación a la prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad debido al tipo de sustrato, en la TABLA 76, se observa que existen diferencias significativas entre todos los tipos de sustrato, siendo el sustrato perlita con el que se consiguió que todas las estaquillas de Lupuna presentaran callosidad.

Tabla 76: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Perlita	100,0	A
Turba	96,3	B
Arena	88,9	C

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

En cuanto a la prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad debido a las concentraciones de AIB, en la TABLA 77 se indica que existen diferencias significativas entre la dosis testigo y la dosis de 6000 ppm, obteniéndose el mayor porcentaje de callosidad con la dosis testigo. Podría decirse entonces que para el desarrollo de callos en las estaquillas de Lupuna no es necesaria la aplicación de algún regulador de crecimiento o en este caso de AIB, ya que iguales resultados son obtenidos con dosis de 3000 ppm y más aún, el porcentaje de callosidad disminuye con la dosis de 6000 ppm de AIB.

Tabla 77: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Lupuna con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
0 ppm	96,3	A
3000 ppm	96,3	A B
6000 ppm	92,6	B

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

Con respecto a la prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad debido al tratamiento (sustrato+AIB), los tratamientos T8, T9, T4 y T7, obtuvieron porcentajes de callosidad de 100 por ciento, y no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si con los demás tratamientos. Cabe resaltar que de estos cuatro tratamientos, en los que se obtuvieron los mismos resultados de callosidad (100 por ciento), el sustrato perlita está presente en tres (T8, T9 y T7).

Tabla 78: Prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad de estaquillas de Lupuna con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	100,0	A
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	100,0	A
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	100,0	A
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	100,0	A
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	96,3	A B
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	92,6	B C
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	85,2	B C
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	88,9	C
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	92,6	C

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

c. Brotación (por ciento)

La brotación se determina como la relación porcentual entre el número de estaquillas que reportan brotes nuevos y el número total de estaquillas sembradas.

De las 27 estaquillas sembradas de Lupuna por tratamiento, los tratamientos T4 y T6 presentaron mayor cantidad de estaquillas con brotes nuevos. El peor tratamiento fue la combinación T2 (Sustrato Arena, 3000ppm de AIB) que tuvo 15 estaquillas con brotes nuevos (TABLA 79).

Tabla 79: Número de estaquillas de Lupuna que presentan nuevos brotes (N°)

<i>Estaquillas con brotes nuevos</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	19	23	18
3000 ppm	15	20	20
6000 ppm	19	23	21

En términos de porcentaje, los tratamientos T4 y T6 tienen un 85,2 por ciento de generación de brotes nuevos, seguido del tratamiento T9 (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB) con 77,8 por ciento (FIGURA 47).

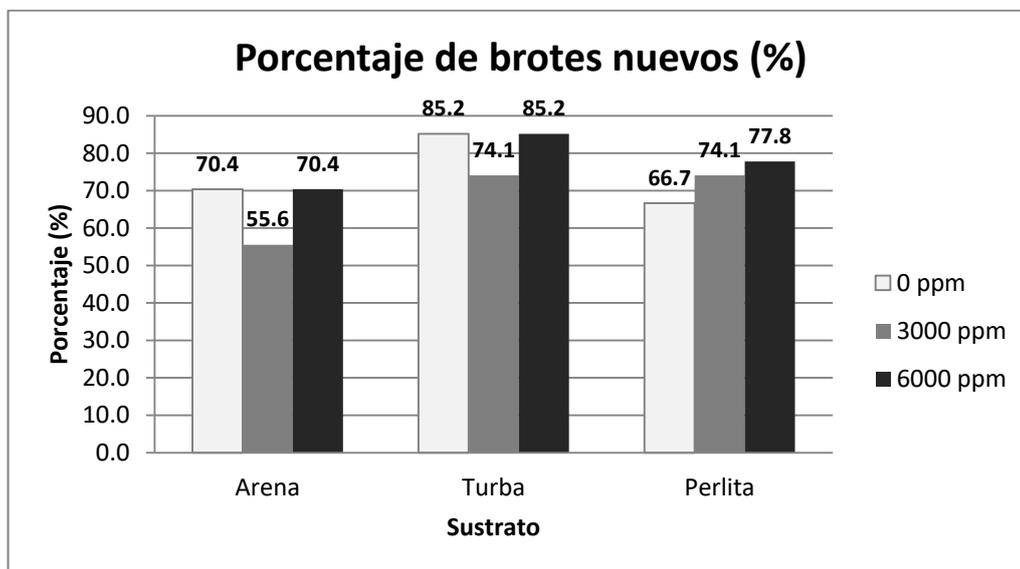


Figura 47: Porcentaje de nuevos brotes de las estaquillas de Lupuna (por ciento)



Figura 48: Estaquilla enraizada de Lupuna con presencia de brote.

Tras el análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de brotación, se encontraron diferencias significativas debido al tipo de sustrato, concentración de AIB y tratamiento. Ver TABLA 80.

Tabla 80: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de brotación de estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	1,14	<0,0001
AIB	0,14	0,0306
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,13	0,0119

En la TABLA 81, se muestra la prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación debido al tipo de sustrato, donde existen diferencias significativas entre todos los tipos de sustrato, siendo el sustrato perlita con el que se consiguió el mayor porcentaje de brotación (81,5 por ciento), lo que podría decirnos que la aportación de materia orgánica, fue beneficioso para la brotación de las estaquilla de Lupuna.

Tabla 81: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Turba	81,5	A
Perlita	72,8	B
Arena	65,4	C

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

En la TABLA 82, se observa los resultados de la prueba de comparación de medias de la brotación debido a la concentración de AIB, donde existen diferencias significativas entre la dosis de 6000 ppm y la dosis de 3000 ppm de AIB. La dosis con una mayor concentración de AIB fue con la que se obtuvo un mayor porcentaje de brotación, pero a pesar de esto no se puede afirmar que a una mayor concentración de AIB, se obtendrán mayores porcentajes de brotación, ya que con la dosis testigo se tuvo mayor brotación (por ciento) que con la de 3000 ppm.

Tabla 82: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Lupuna con respecto de las concentraciones de AIB (Prueba de Tukey =0,05).

<i>AIB</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
6000 ppm	77,8	A
0 ppm	74,1	A B
3000 ppm	67,9	B

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

En la TABLA 83, se puede observar los resultados de la prueba de comparación de medias del porcentaje de callosidad debido al tratamiento (sustrato+AIB). Los tratamientos T4, T6, T9 y T5, obtuvieron mayores porcentajes de brotación, y no presentan diferencias significativas entre ellos. Cabe resaltar que de estos cuatro tratamientos, el sustrato turba está presente en tres (T4, T6 y T5).

Tabla 83: Prueba de comparación de medias del porcentaje de brotación de estaquillas de Lupuna con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	85,2	A
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	85,2	A B
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	77,8	A B C
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	74,1	A B C
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	74,1	B C D
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	70,4	B C D
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	70,4	B C D
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	66,7	C D
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	55,6	D

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

d. Longitud de brotes (mm)

Esta variable se determina como la longitud de los brotes nuevos de las estaquillas sembradas considerándose solo las estaquillas que presentaron brotación. La expresión de la medida de longitud de brote es en milímetros.

Como principales resultados se tiene que el brote más largo registrado fue de 8,5 mm (Sustrato Turba, 3000 ppm de AIB) y el más corto de 4,2 mm (Sustrato Perlita, 6000 ppm de AIB).

La dosis de AIB que tuvo mejor promedio de longitud de brote fue 3000 ppm con 6.0 mm y mejor el sustrato turba con 7,7 mm (TABLA 84 y FIGURA 49).

Tabla 84: Promedio de longitud de brote de estaquillas de Lupuna (mm)

<i>Longitud de brote promedio (mm)</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	4,3	7,1	5,3
3000 ppm	4,6	8,5	4,5
6000 ppm	4,3	7,6	4,2

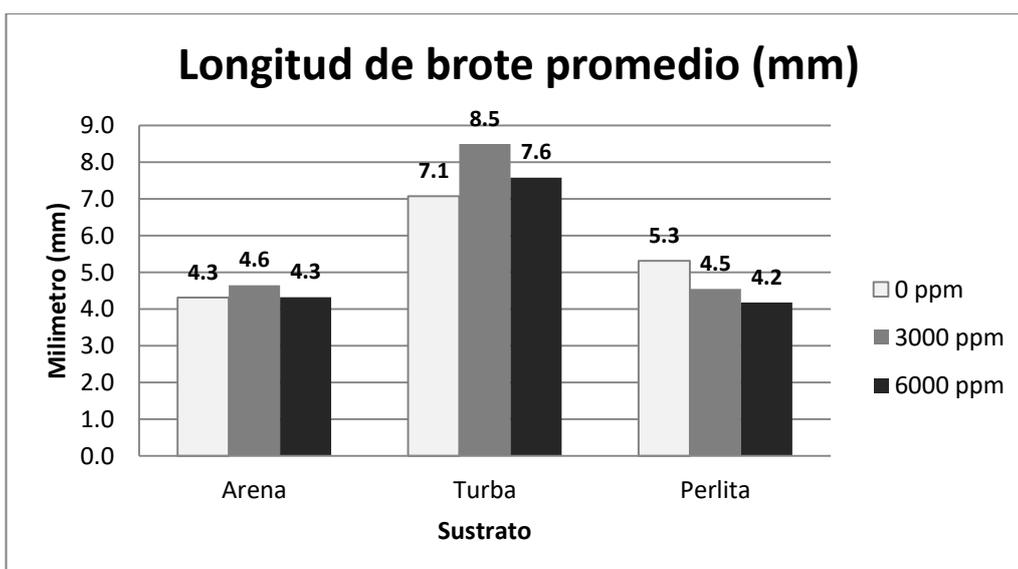


Figura 49: Longitud de brote promedio de estaquillas de Lupuna (mm)

Tras el análisis de varianza (ANVA) de la longitud de brotes, se encontraron diferencias altamente significativas debido al tipo de sustrato, como se indica en la TABLA 85.

Tabla 85: Análisis de varianza (ANVA) de longitud de brotes de estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	266,81	<0,0001
AIB	0,73	0,9645
Tratamiento (Sustrato + AIB)	1,39	0,9913

En relación a la prueba de comparación de medias de la longitud de brotes, debido al tipo de sustrato (TABLA 86), se tienen diferencias significativas entre el sustrato turba, con el que se obtuvo la mayor longitud de brote promedio (7,7 mm), y los demás sustratos. Lo que nos puede indicar que el contenido de materia orgánica del sustrato turba resulto beneficioso para el crecimiento de brotes en las estaquillas de Lupuna, ya que con este sustrato también se obtuvo un mayor porcentaje de brotación (ver TABLA 81).

Tabla 86: Prueba de comparación de medias de la longitud de brotes de estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Turba	7,7	A
Perlita	4,6	B
Arena	4,4	B

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

e. Enraizamiento (por ciento)

Se determina como la relación porcentual entre el número de estaquillas que formaron por lo menos una raíz y el número total de estaquillas plantadas en los minitúneles.

Según la TABLA 87 y FIGURA 50, como principales resultados se tiene que:

- Los tratamientos T4 y T5 tienen el mejor resultado con un porcentaje de enraizamiento de 96,3 por ciento.
- Se observa un mejor enraizamiento en los tratamientos que tienen dosis de 3000 ppm de AIB, obteniéndose un 87,7 por ciento de enraizamiento sobre el total de estaquillas sembradas (81).
- De acuerdo a los sustratos, se tiene un mayor enraizamiento en Turba, con un 96,3 por ciento en dosis de 0 ppm y 3000 ppm de AIB y 88,9 por ciento en dosis de 6000 ppm de AIB.

Tabla 87: Número de estaquillas enraizadas de Lupuna (N°)

<i>Estaquillas enraizadas</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	23	26	21
3000 ppm	24	26	21
6000 ppm	23	24	23

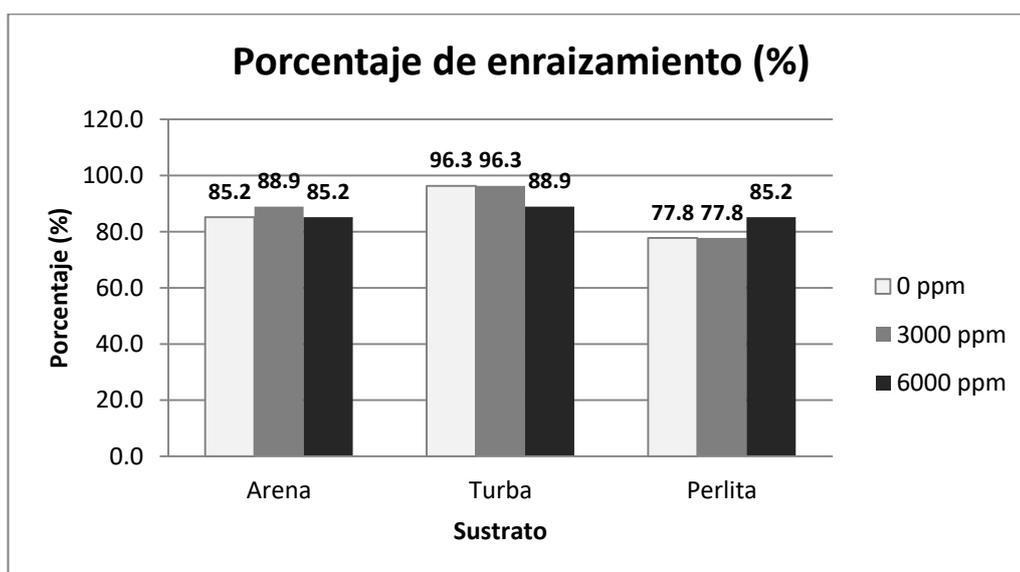


Figura 50: Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Lupuna (por ciento)

Por otro lado, tomando en cuenta el total de estaquillas enraizadas (211), 153 de ellas presentaban raíces secundarias, siendo 47 estaquillas proveniente del testigo, 53 estaquillas en dosis de 3000 ppm de AIB y 53 estaquillas en dosis de 6000 ppm de AIB. Con respecto al sustrato, 39 se desarrollaron en arena, 63 en turba y 51 en perlita.



Figura 51: Estacilla enraizada de Lupuna con presencia de raíces secundarias

Tras el análisis de varianza (ANVA), del porcentaje de enraizamiento, se encontraron diferencias significativas debido al tipo de sustrato y tratamiento. Ver TABLA 88.

Tabla 88: Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	1,47	<0,0001
AIB	0,04	0,5139
Tratamiento (Sustrato + AIB)	0,22	0,0064

De acuerdo a la prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento debido al tipo de sustrato, existen diferencias significativas entre todos los tipos de sustratos, obteniéndose un mayor porcentaje de enraizamiento promedio con el sustrato turba. El sustrato turba a diferencia de los otros dos sustratos utilizados en el presente estudio, tiene un alto contenido de materia orgánica, el cual parece resultar beneficioso para la formación

de raíces y brotes en las estaquillas de Lupuna. Lo que también se puede observar en estudios en estaquillas de la especie *Ceiba pentandra* (Inga *et al.*, 2014), donde se alcanzaron porcentajes de enraizamientos de 90 por ciento en sustrato de cascarilla de arroz. Y de igual forma Medina *et al.* (2012), obtuvo mayores porcentajes de enraizamiento (57 por ciento), utilizando sustrato de cascarilla de arroz, en comparación con el sustrato arena (41 por ciento).

Tabla 89: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

Sustrato	Medias	Significancias
Turba	93,8	A
Arena	86,4	B
Perlita	80,2	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En relación a la prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento debido a los tratamientos, la TABLA 90 muestra las diferencias significativas, donde los tratamientos T4 y T5, son con los que se obtuvieron mayores porcentajes de enraizamiento (96,3 por ciento), no existiendo diferencias significativas entre estos. Ambos tratamientos tienen como sustrato a la turba, con concentraciones de AIB de 0 ppm (testigo) y 3000 ppm. Similares resultados se observan en Inga *et al.* (2014), donde el mayor porcentaje de enraizamiento promedio (90 por ciento) en estaquillas de *Ceiba pentandra*, se obtienen con un tratamiento de sustrato cascarilla de arroz (sustrato orgánico) con 3000 ppm de AIB.

Tabla 90: Prueba de comparación de medias del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Lupuna con respecto de los tratamientos (Sustrato + AIB) (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>		
T4 (Turba, 0 ppm de AIB)	96,3	A		
T5 (Turba, 3000 ppm de AIB)	96,3	A		
T2 (Arena, 3000 ppm de AIB)	88,9	A	B	
T3 (Arena, 6000 ppm de AIB)	85,2	A	B	
T6 (Turba, 6000 ppm de AIB)	88,9	A	B	C
T1 (Arena, 0 ppm de AIB)	85,2	A	B	C
T9 (Perlita, 6000 ppm de AIB)	85,2	B		C
T7 (Perlita, 0 ppm de AIB)	77,8	B		C
T8 (Perlita, 3000 ppm de AIB)	77,8	C		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

f. Número de raíces formadas (N°)

El parámetro se determina como el número total de raíces formado en cada una de las estaquillas enraizadas al final del ensayo.

Como principales resultados, se tiene que el mayor número de raíces fueron obtenidas en los tratamientos T4 y T6 teniendo como máximo 16 y 13 raíces respectivamente.

El sustrato que tuvo mejor respuesta en la formación de raíces fue la turba con 8 raíces en promedio en los tratamientos, seguido, de los tratamientos con sustrato arena con 6 raíces en promedio y por último el sustrato perlita con 3 raíces en promedio (TABLA 91 y FIGURA 52).

Tabla 91: Número de raíces promedio en las estaquillas de Lupuna enraizadas (N°)

<i>Número de raíces promedio en estaquillas enraizadas</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	5	8	3
3000 ppm	7	7	3
6000 ppm	5	8	3

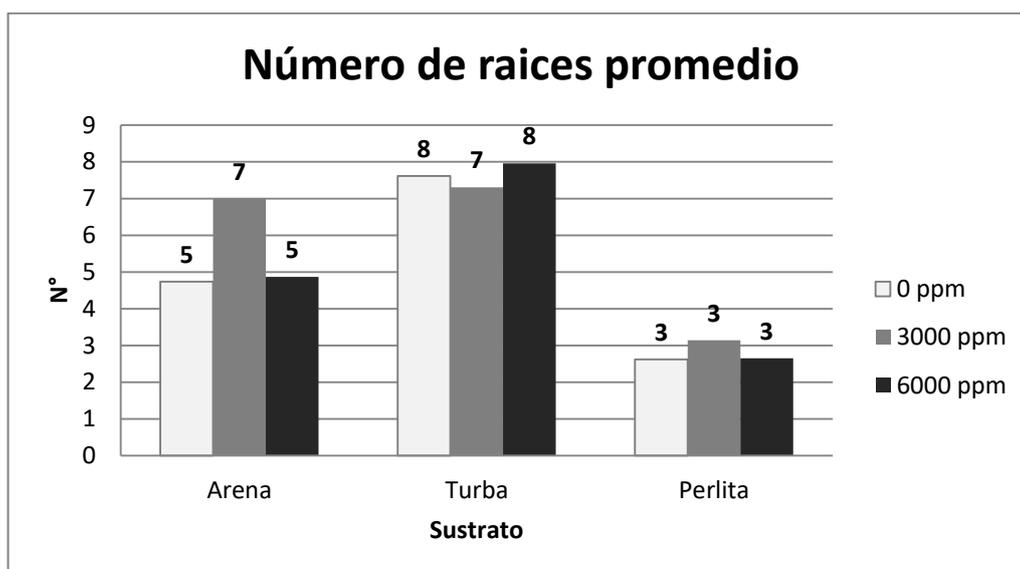


Figura 52: Número de raíces promedio en las estaquillas de Lupuna enraizadas (N°)

En la TABLA 92 se puede observar los resultados del análisis de varianza (ANVA), del número de raíces, donde se encontraron diferencias altamente significativas (<0,0001) debido al tipo de sustrato.

Tabla 92: Análisis de varianza (ANVA) del número de raíces formadas en estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	486,74	<0,0001
AIB	15,33	0,4330
Tratamiento (Sustrato + AIB)	13,70	0,5582

De acuerdo a la prueba de comparación de medias del número de raíces debido al tipo de sustrato, se tienen diferencias altamente significativas entre todos los tipos de sustrato, alcanzando el mayor número de raíces por estaquilla con el sustrato turba, con el cual también se consiguió el mayor porcentaje de enraizamiento en las estaquillas de Lupuna.

Tabla 93: Prueba de comparación de medias del número de raíces formadas en estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

<i>Sustrato</i>	<i>Medias</i>	<i>Significancias</i>
Turba	8	A
Arena	6	B
Perlita	3	C

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

g. Longitud de raíz más larga (mm)

El parámetro se determina como la medida de la longitud de raíz más larga de las estaquillas enraizadas. La expresión de medida es en milímetros.

Se tiene que la raíz más larga fue obtenida en el tratamiento T6 (Sustrato Turba, 6000 ppm de AIB) con 66,7 mm de longitud en promedio.

El sustrato que tuvo mejor respuesta en la formación de la raíz más larga fue la turba con 66.7 mm en promedio en el tratamiento T6. Menores fueron el sustrato perlita con 34,2 mm en promedio en el tratamiento T9 (6000 ppm de AIB) y el sustrato arena con 30,2 mm en promedio en el tratamiento T1 (0 ppm de AIB). (TABLA 94 y FIGURA 53).

Tabla 94: Promedio de longitud de raíz más larga de estaquillas de Lupuna (mm)

<i>Longitud de raíz más larga promedio (mm)</i>			
<i>AIB</i>	<i>Arena</i>	<i>Turba</i>	<i>Perlita</i>
0 ppm	30,2	50,3	27,6
3000 ppm	26,7	45,1	32,1
6000 ppm	27,4	66,7	34,2

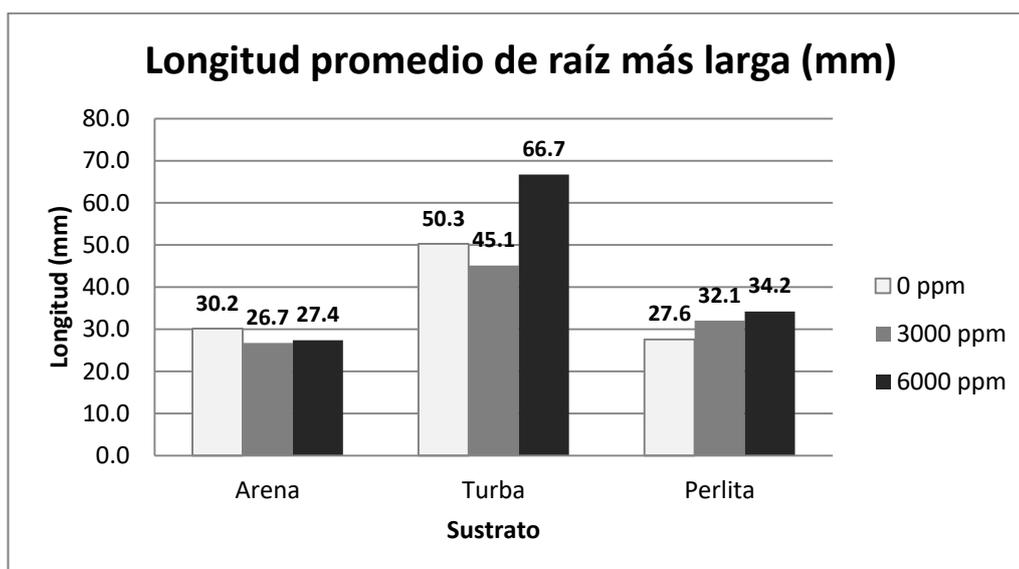


Figura 53: Longitud promedio de la raíz más larga en estaquillas de Lupuna (mm)

Tras el análisis de varianza (ANVA), de la longitud de raíz más larga, se encuentran diferencias altamente significativas ($<0,0001$) debido al tipo de sustrato. Ver TABLA 95.

Tabla 95: Análisis de varianza (ANVA) de longitud de raíz más larga de estaquillas de Lupuna.

<i>F.V</i>	<i>CM</i>	<i>p-valor</i>
Sustrato	17832,54	$<0,0001$
AIB	991,30	0,1171
Tratamiento (Sustrato + AIB)	615,56	0,2544

Con respecto a la prueba de comparación de medias de la longitud de raíz más larga debido al tipo de sustrato, se tienen diferencias altamente significativas entre el sustrato turba y los demás sustratos, obteniéndose la mayor longitud de raíz con el sustrato turba, con el cual también se consiguió los mayores porcentajes de brotación y enraizamiento en estaquillas de la especie Lupuna.

Tabla 96: Prueba de comparación de medias de la longitud de raíz más larga de estaquillas de Lupuna con respecto de los sustratos (Prueba de Tukey =0,05).

Sustrato	Medias	Significancias
Turba	53,7	A
Perlita	31,4	B
Arena	28,1	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

V. CONCLUSIONES

- 1) En estaquillas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., se alcanzó los mayores valores de sobrevivencia (97,5 por ciento) y brotación (67,9 por ciento) utilizando el sustrato arena. Y los mayores valores de callosidad (84 por ciento), longitud de brote (3,5 mm), enraizamiento (60,5 por ciento), número de raíces formadas (1,7) y longitud de raíz más larga (36,3 mm) utilizando el sustrato turba.
- 2) Con la concentración de 6000 ppm de AIB aplicado en estaquillas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., se obtuvo los mayores porcentajes de brotación (71,6 por ciento), así como la mayor longitud de brote (3,31 mm).
- 3) En la especie *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., el tratamiento T3 (sustrato arena, 6000 ppm de AIB) fue con el que se obtuvo mayores porcentajes de sobrevivencia (100 por ciento). Con el tratamiento T1 (sustrato arena, 6000 ppm de AIB), se obtuvo mayores valores de brotación (77,8 por ciento). Con el tratamiento T6 (sustrato turba, 6000 ppm de AIB) se obtuvo mayores valores de long. de brote (4,6 mm).
- 4) Las estaquillas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, alcanzaron los mayores valores sobrevivencia (44,4 por ciento), callosidad (39,5 por ciento), brotación (18,5 por ciento), enraizamiento (13,6 por ciento) y número de raíces formadas (2), utilizando el sustrato perlita.
- 5) La dosis de 6000 ppm de AIB, fue la más eficaz para la sobrevivencia (39,5 por ciento), callosidad (33,3 por ciento), brotación (21,0 por ciento), longitud de brote (4,6 mm), enraizamiento (13,6 por ciento), número de raíces formadas (2) y long. de raíz más larga (21,3 mm), de las estaquillas de la especie *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos.
- 6) En estaquillas de la especie *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, se obtuvo los mejores resultados, en sobrevivencia (70,4 por ciento), callosidad (59,3 por ciento), brotación (37,0 por ciento) y enraizamiento (25,9 por ciento), utilizando el tratamiento T9, que combina el sustrato perlita con la dosis de 6000 ppm de AIB.

- 7) En estaquillas de *Ceiba lupuna* P.E. Gibbs & Semir, se alcanzó los mayores valores de sobrevivencia (100 por ciento) y callosidad (100 por ciento) utilizando el sustrato perlita. Y los mayores valores de brotación (81,5 por ciento), longitud de brote (7,7 mm), enraizamiento (93,8 por ciento), número de raíces formadas (8) y longitud de raíz más larga (53,7 mm) utilizando el sustrato turba.
- 8) Con la concentración de 6000 ppm de AIB aplicado en estaquillas de *Ceiba lupuna* P.E. Gibbs & Semir, se obtuvo los mayores porcentajes de brotación (77,8 por ciento).
- 9) El tratamiento T8 (sustrato perlita, 3000 ppm de AIB), fue con el que se obtuvo mayores porcentajes de sobrevivencia (100 por ciento) y callosidad (100 por ciento). Con el tratamiento T4 (sustrato turba, 0 ppm de AIB), se obtuvo mayores valores de brotación (85,2 por ciento) y enraizamiento (96,3 por ciento) para las estaquillas de *Ceiba lupuna* P.E. Gibbs & Semir.
- 10) Las estaquillas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos obtuvieron un porcentaje de enraizamiento de 25,9 por ciento, dicho porcentaje fue menor en comparación de las otras dos especies evaluadas, probablemente la aplicación de riegos constantes, que provocó excesiva humedad, ocasionó la alta tasa de pudrición de las mismas.
- 11) En las condiciones planteadas del estudio, se obtuvo enraizamiento de estaquillas de las tres especies, *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (Shihuahuaco de hoja pequeña), *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos (Tahuarí negro) y *Ceiba lupuna* P.E. Gibbs & Semir (Lupuna), mediante la propagación vegetativa en minitúneles.

VI. RECOMENDACIONES

- Para la propagación vegetativa de las especies Shihuahuaco de hoja grande y Lupuna, se recomienda utilizar sustratos de tipo orgánico, con características similares a la turba, que tengan disponibilidad en la región y sean económicos.
- Para la propagación vegetativa de la especie Tahuarí negro se recomienda utilizar el tratamiento utilizando sustrato perlita con 6000 ppm de AIB, sin embargo se debe evaluar nuevos intervalos de tiempo, a fin de obtener el óptimo para alcanzar mejores resultados.
- Se recomienda no aplicar riegos continuos, ni prolongados sobre estaquillas de Tahuarí negro, ya que afecta negativamente la sobrevivencia de estas.
- Para mejores resultados en propagación vegetativa se recomienda usar estacas juveniles.
- En relación a la tecnología empleada, se recomienda la utilización de mini-túneles en especies que requieren condiciones ambientales controladas, para el éxito de su propagación vegetativa.
- En términos de inversión, es recomendable la utilización de mini-túneles en especies cuya propagación por semilla botánica sea difícil o que no estén disponibles anualmente.
- Se recomienda realizar más investigaciones en propagación vegetativa de especies forestales, utilizando diversos tamaños y niveles de estaquillas, diferentes sustratos, diferentes sustancias enraizadoras, diferentes condiciones de temperatura y humedad, así como dosis de las mismas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR-GARAVITO, M; RAMÍREZ, W. 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres. Bogotá D.C., CO, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 250 p.
- BADILLA, Y; MURILLO, O. 2005. Enraizamiento de estacas de especies forestales. Kurú Revista Forestal 2(6): 1-6.
- CARRANZA, M; IBARRA, O; NIETO, E; SAUCEDO, S; CEVALLOS, O; ESCOBAR, A; REYES, X; MORANTE, J. 2012. Propagación de *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose (Guayacán blanco) utilizando hormonas de enraizamiento. Ciencia y Tecnología 5(2):17-26.
- CASTILLO, A. 1983. Enraizamiento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, aplicando Seradix-3 y bajo diferentes condiciones ambientales en Pichanaki (Chanchamayo, Junín). Tesis Ing. Forestal. Huancayo, PE. Universidad Nacional del Centro del Perú. 200 p.
- CORAS, C. 2009. Efecto del Ácido-indol-3-butírico (AIB) en el enraizamiento de estaquillas juveniles de “Bolaina blanca” *Guazuma crinita* Mart., mediante propagador de subirrigación en Tingo María, Huánuco. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, PE. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 95 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1984. Directrices para el control de la degradación de los suelos. Roma, IT, 38 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT). 2015. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: Compendio de datos. Roma, IT. 253 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT). 2017. Agroforestería para la restauración del paisaje: Explorando el potencial de la agroforestería para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de los paisajes degradados. Roma, IT. 28 p.

- FLORES, M. 2010. Evaluación del efecto de cinco dosis de fitohormona, tres tipos de arena y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estacas juveniles de *Amburana cearensis* (Ishpingo) en ambientes controlados. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad de Ucayali. 40 p
- FLORES, Y. 2014. Especies forestales nativas para la recuperación de áreas degradadas en la región Ucayali. Lima, PE, Instituto Nacional de Investigación Agraria. 48 p.
- GÁRATE, M. 2010. Técnica de propagación por estacas. Tesis Ing. Agrónomo. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 198 p.
- GARCIA-VILLAMÁN, V. 1974. Enraizado de estacas de seis especies forestales, con tres niveles de ácido indolbutírico, presentados en el IICA y CTEI. Tesis M.Sc. Turrialba, CR. Departamento de Ciencias Forestales. 40 p.
- GRONERTH, C. 2009. Efecto de niveles de área foliar y dosis de ácido indol butírico en el enraizamiento de caoba (*Swietenia macrophylla* G. King.) en cámaras de sub irrigación. Tesis Ing. Agrónomo. Tarapoto, PE, Universidad Nacional de San Martín. 126 p.
- HARTMANN, H; KESTER, D. 1980. Propagación de plantas, principios y prácticas. México D.F, MX, 814 p.
- INGA, H; PAREDES, E; DEL CASTILLO, D. 2015. Enraizamiento de esquejes de copaiba (*Copaifera officinalis*) mediante el uso del ácido indol-3-butírico (AIB), en Jenaro Herrera, Loreto. Xilema 28: 68-71.
- INGA, H; PINEDO, M; FARROÑAY, R; PAREDES, E; DEL CASTILLO, D. 2014. Enraizamiento de esquejes de lupuna (*Ceiba pentandra*) mediante Ácido Indol-3-butírico (AIB), en Jenaro Herrera, Loreto. Xilema 27: 57-61.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, PE). 1998. Estudio de propagación vegetativa de 3 especies forestales valiosas para reforestación. Programa Nacional de Investigación de agroforestería y cultivos tropicales. Pucallpa, PE.
- LOACH, K. 1986. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In Adventitious Root Formation in cuttings. Oregon, US, Dioscorides Press. 273 p.
- MANTA, N; SHCWYZER, A. 1985. Propagación por estacas de trébol (*Amburana cearensis*). Alto Paraná, PY. 16 p.

- MEDINA, T; PRIETO, M; YEPES, F; DEL CASTILLO, D. 2012. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y dos sustratos diferentes en la propagación vegetativa de la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam.). *Xilema* 25: 37-42.
- Memoria del Curso Internacional (2008, Pucallpa, PE). 2008. Bases para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Pucallpa, PE, s.e. 108 p.
- MERMAO, R. 2012. Influencia de diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y sustratos en el enraizamiento de estacas juveniles de *Myroxylon balsamun* Harms. "estoraque" en propagadores de sub-irrigación, Pucallpa. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 105 p.
- MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Proyecto PROSEFOR. 36 p.
- MEZA, A; SABOGAL, C; JONG, W. 2006. Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana: Revisión de experiencias y lecciones aprendidas. Bogor, ID. Center for International Forestry Research. 136p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2016. La Conservación de Bosques en el Perú 2011-2016: Conservando los bosques en un contexto de cambio climático como aporte al crecimiento verde. Lima, PE. 180 p.
- MORALES, E. 2016. Propagación Vegetativa de Copaiba (*Copaifera Paupera* (Herzog) Dwyne) mediante enraizamiento de estaquillas juveniles en cámaras de subirrigación en Jenaro Herrera, Loreto, Perú. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria la Molina. 101 p.
- MUERAS, L. 2010. Efecto del sustrato, dosis de ácido indolbutírico y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) utilizando propagadores de sub-irrigación en Pucallpa-Ucayali, Perú. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 150 p.
- MUNSHOWER, F. 1994. Practical handbook of disturbed land revegetation. Lewis Publishers. New York, US. 265 p.

- MURRIETA, C. 2010. Influencia del morfotipo, fitohormona y sustrato en la propagación de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. (cedro colorado), en Pucallpa, Perú. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 114 p.
- ODICIO, M. 2013. Influencia del uso simultáneo de sustratos no convencionales en la sobrevivencia, enraizamiento y crecimiento de estacas juveniles de *Amburana cearensis* (Ishpingo) propagadas en cámaras de nebulización, Pucallpa, Región Ucayali. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali.
- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales) 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques secundarios y degradados. Serie de políticas forestales No. 13. 87 p.
- PAREDES, O; SOUDRE, M; CHÁVEZ, J; GUERRA, W. 2010. Propagación vegetativa de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) mediante injerto, bajo condiciones ambientales controladas. Folia Amazónica 19(1-2): 69-77.
- PINEDO, J. 1993. Influencia del diámetro, largo, y profundidad de siembra en la propagación por estacas de *Amburana cearensis* L. (Ishpingo). Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 70 p.
- PINEDO, L. 2013. “Enraizamiento de estaquillas de estoraque (*Myroxylon balsamum* Linn Harms), a través de la hormona AIB (ácido indolbutírico) en cámara de subirrigación” en el IIAP-San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Tarapoto, PE, Universidad Nacional de San Martín. 116 p.
- PNCB (Programa Nacional de Conservación de Bosques, PE). 2016. Reducción de la deforestación (principalmente en la Amazonía) en el contexto de cambio climático y de un enfoque de crecimiento verde. Lima, PE, 8 p.
- PORTAL, E. 2015. Influencia de la granulometría de arena y la aplicación de Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento de la *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo), bajo el sistema de Propagación por Estaquillas, en Cámaras de Sub irrigación. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 81 p.
- RAFAEL, L. 2010. Evaluación de sustratos alternativos en la propagación vegetativa de *Amburana cearensis* (Fr. Allem.) A.C. Smith. (Ishpingo) mediante enraizamiento de estacas juveniles bajo condiciones controladas de cámara de nebulización. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 308 p.

- RAMOS, A. 2015. Propagación por estacas de bolaina blanca (*Guazuma Crinita* Mart.) provenientes de árboles candidatos a plus en condiciones de cámara de sub-irrigación. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria la Molina. 132 p.
- RESOLUCIÓN PRESIDENCIAL N° 129-2016-OSINFOR, 2016. Directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas. Perú. 22 dic.
- REYNEL, C; PENNINGTON, RT; PENNINGTON, TD; FLORES, C; DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima, PE, 509 p.
- RICSE, A; ALEGRE, J. 2007. Rehabilitación de suelos forestales degradados en la zona de Alexander von Humboldt, Región Ucayali. Revista Forestal del Perú. 2-12p.
- ROJAS, S; GARCÍA, J; ALARCÓN, M. 2004. Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Bogotá, CO, 56 p.
- SABOYA, J. 2010. Análisis técnico y económico en la producción de la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) como sustrato para la propagación vegetativa de estacas juveniles de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en cámara de sub-irrigación. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 128 p.
- SÁNCHEZ, G. 2011. Propagación vegetativa de cuatro especies forestales utilizando un propagador de subirrigación. Tesis M. Sc. Tabasco, MX, Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. 50 p.
- SER (Society for Ecological Restoration International). 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. 16 p.
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, PE). 2016. Estado situacional de los viveros forestales en los departamentos de Ancash, Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali. Dirección General de Política y Competitividad Forestal y de Fauna Silvestre - DGPCFFS. Lima, PE, 107 p.
- SOUDRE, M; PORTAL, E. 2008. Propagación vegetativa de estaquillas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en cámaras de sub irrigación.

- SOUDRE, M; MUERAS, L; LIMACHE, A; GUERRA, H; MESEN, F; PEREZ, F. 2011. Propagación Vegetativa de Tornillo *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de Subirrigación. *Folia Amazónica* 20 (1-2): 83 - 94.
- TANG, H. 2014. Efecto de dos tipos de sustrato y cuatro dosis de ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas juveniles de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) en propagadores de sub-irrigación, en Pucallpa- Ucayali, Perú. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 85 p.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2015. Especies para restauración (en línea). Consultado 3 oct. 2017. Disponible en <http://www.especiesrestauracion-uicn.org/especies.php>
- VALLEJOS, G; TOLEDO, L; ARÉVALO, L. 2014. Enraizamiento de brotes de tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), en la Amazonía peruana. Kurú: Revista Forestal Mesoamericana. 11(27): 60-64.
- VÁSQUEZ, A; ALEGRÍA, W; TELLO, R. 2011. Propagación vegetativa de *Swietenia macrophylla* (caoba) mediante enraizamiento de estaquillas juveniles en cámaras de subirrigación, en Pucallpa, Perú. *Revista Conocimiento Amazónico*. 2(1): 33-44.
- VIDAL, F. 2010. Evaluación de cinco dosis del ácido indolbutírico, sustratos y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de *Simarouba amara* Aubl. (Marupa), Pucallpa-Perú. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 177 p.
- WIGHTMAN, K; CORNELIUS, J; UGARTE-GERRA, J. 2006. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía Peruana. Lima, PE, World Agroforestry Centre. 193 p.
- WRI (World Resources Institute, US); CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR); UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, US). 2016. Taller sobre Restauración y Biodiversidad: Sinergias entre la restauración y la biodiversidad nativa en América Latina: experiencias, enfoques y una hoja de ruta hacia el 2020. Lima, PE. 18 p.

- YEPES, F; DEL CASTILLO, D; SOUDRE, M; SOPLIN, J; CHUNG, J. 2008. Efecto del ácido indol 3 butírico y cascarilla de arroz carbonizada en el enraizamiento de estaquillas de Caoba (*Swietenia macrophylla*) en cámaras de sub-irrigación en la amazonía peruana. *Folia Amazónica*. 17(1-2): 59–63.
- ZAPATER, M; CALIFANO, L; DEL CASTILLO, E; QUIROGA, M; LOZANO, E. 2009. Las especies nativas y exóticas de *Tabebuia* y *Handroanthus* (Tecomeae, Bignoniaceae) en Argentina. *DARWINIANA* 47(1): 185-220.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

CUADRO DE DATOS DE LA ESPECIE SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
1	I	A1B1	3,14	47,12	1	0	1	6,17	0	0	0	1	1	0
2	I	A1B1	3,41	44,81	1	1	1	2,10	1	2	14,11	1	1	0
3	I	A1B1	2,40	40,94	1	1	1	2,48	0	0	0	1	1	0
4	I	A1B1	3,90	57,89	1	1	1	2,10	1	2	25,41	1	1	0
5	I	A1B1	4,27	55,77	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
6	I	A1B1	5,03	37,05	1	1	2	0	1	2	25,19	0	1	1
7	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	I	A1B1	4,05	43,35	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
9	I	A1B1	6,01	56,71	1	1	1	5,44	1	7	34,1	1	1	0
10	I	A1B3	2,67	57,58	1	1	1	3,01	0	0	0	1	1	0
11	I	A1B3	2,69	33,25	1	1	1	2,36	0	0	0	1	1	0
12	I	A1B3	2,67	47,84	1	0	1	1,39	0	0	0	0	1	0
13	I	A1B3	5,60	54,18	1	0	1	6,99	0	0	0	1	1	0
14	I	A1B3	6,58	51,18	1	1	0	0	1	3	37,56	0	1	1
15	I	A1B3	3,00	52,23	1	0	1	2,80	0	0	0	1	1	0
16	I	A1B3	4,54	56,64	1	1	1	2,40	0	0	0	1	1	0
17	I	A1B3	3,83	34,51	1	0	1	1,25	0	0	0	1	1	0
18	I	A1B3	4,92	34,90	1	1	2	0	1	2	36,8	0	1	0
19	I	A1B2	3,35	45,07	1	0	1	1,44	0	0	0	1	1	0
20	I	A1B2	4,13	36,89	1	1	2	0	1	1	23,7	0	1	0
21	I	A1B2	2,64	41,91	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
22	I	A1B2	3,49	46,36	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
23	I	A1B2	4,12	56,34	1	0	1	1,89	0	0	0	0	1	0
24	I	A1B2	3,36	26,29	1	1	1	1,62	0	0	0	1	1	0
25	I	A1B2	3,28	36,70	1	1	1	0,48	0	0	0	1	1	0
26	I	A1B2	3,61	36,20	1	0	1	1,65	0	0	0	1	1	0
27	I	A1B2	4,90	48,90	1	1	1	2,67	0	0	0	1	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
28	I	A2B3	4,50	66,77	1	1	1	6,43	0	0	0	1	1	0
29	I	A2B3	4,15	49,44	1	1	1	1,48	1	2	43,99	1	1	0
30	I	A2B3	4,24	55,06	1	1	1	9,56	0	0	0	1	1	0
31	I	A2B3	3,68	58,80	1	1	1	3,26	1	1	20,25	1	1	0
32	I	A2B3	3,02	43,30	1	1	1	1,29	1	1	5,41	1	1	0
33	I	A2B3	2,74	39,37	1	1	1	2,54	1	2	18,19	1	1	0
34	I	A2B3	3,66	37,72	1	1	1	1,05	0	0	0	1	1	0
35	I	A2B3	6,50	59,65	1	1	1	2,52	1	3	26,16	1	1	0
36	I	A2B3	4,24	36,66	1	1	2	0	1	1	41,87	0	1	0
37	I	A2B2	3,08	36,62	1	1	1	0,98	0	0	0	0	1	0
38	I	A2B2	4,89	43,10	1	1	1	3,68	1	1	86,43	1	1	1
39	I	A2B2	4,91	39,51	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
40	I	A2B2	3,01	36,36	1	1	1	1,63	0	0	0	1	1	0
41	I	A2B2	3,82	44,87	1	1	1	1,69	0	0	0	1	1	0
42	I	A2B2	2,42	33,32	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
43	I	A2B2	3,44	45,10	1	1	2	0	1	2	5,15	0	1	0
44	I	A2B2	3,92	53,93	1	1	1	5,06	1	1	20,52	1	1	0
45	I	A2B2	4,31	71,63	1	1	1	2,30	1	1	4,6	1	1	0
46	I	A2B1	3,85	32,84	1	1	1	2,35	1	3	16,18	1	1	0
47	I	A2B1	2,48	36,54	1	1	2	0	1	2	7,18	1	1	0
48	I	A2B1	3,04	31,90	1	1	2	0	1	3	34,12	0	1	0
49	I	A2B1	4,18	59,93	1	1	1	1,49	1	2	49,15	1	1	1
50	I	A2B1	3,87	65,21	1	1	1	1,83	1	1	25,73	1	1	0
51	I	A2B1	3,20	26,88	1	1	2	0	1	2	46,94	1	1	0
52	I	A2B1	4,06	22,86	1	1	2	0	1	2	58,1	0	1	1
53	I	A2B1	2,92	17,78	1	1	2	0	1	1	58,79	0	1	1
54	I	A2B1	3,01	27,06	1	1	2	0	1	2	29,27	0	1	0
55	I	A3B2	3,21	56,96	1	1	1	1,26	0	0	0	1	1	0
56	I	A3B2	4,33	51,65	1	0	1	0,96	0	0	0	1	1	0
57	I	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	I	A3B2	3,64	54,75	1	1	1	1,50	1	1	72,18	0	1	1
59	I	A3B2	3,14	28,27	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
60	I	A3B2	3,82	45,31	1	0	1	1,18	0	0	0	1	1	0
61	I	A3B2	3,90	49,42	1	1	1	1,00	0	0	0	1	0	0
62	I	A3B2	3,73	62,63	1	0	1	1,05	0	0	0	1	0	0
63	I	A3B2	3,81	40,30	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0
64	I	A3B1	5,44	52,15	1	0	1	1,90	0	0	0	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
65	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	I	A3B1	3,36	48,14	1	1	1	2,38	1	1	25,13	1	1	0
67	I	A3B1	3,39	52,57	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1
68	I	A3B1	4,82	47,05	1	0	1	1,50	0	0	0	0	1	0
69	I	A3B1	4,07	33,60	1	0	1	1,27	0	0	0	0	1	0
70	I	A3B1	3,30	52,93	1	0	1	1,58	0	0	0	0	1	0
71	I	A3B1	3,15	43,68	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
72	I	A3B1	3,50	45,70	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
73	I	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	I	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	I	A3B3	4,47	64,10	1	1	1	1,97	1	1	12,04	1	1	0
76	I	A3B3	4,38	44,66	1	1	0	0	1	2	4,86	0	1	0
77	I	A3B3	6,57	56,18	1	0	1	5,49	0	0	0	1	1	0
78	I	A3B3	4,14	44,37	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
79	I	A3B3	4,82	65,71	1	1	1	2,63	1	2	38,34	0	1	1
80	I	A3B3	2,59	31,21	1	1	1	1,17	0	0	0	0	1	0
81	I	A3B3	4,71	62,50	1	1	1	1,45	0	0	0	1	1	0
82	II	A1B2	2,78	35,02	1	1	2	0	1	1	6,15	0	1	0
83	II	A1B2	3,00	34,17	1	1	1	1,71	0	0	0	0	1	0
84	II	A1B2	2,75	48,82	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
85	II	A1B2	3,35	41,59	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
86	II	A1B2	4,02	36,86	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
87	II	A1B2	2,50	38,52	1	1	1	1,12	1	1	1,95	0	1	0
88	II	A1B2	3,13	42,15	1	1	1	2,79	1	2	15,43	1	1	0
89	II	A1B2	2,87	41,32	1	1	2	0	1	1	66,71	0	1	1
90	II	A1B2	3,17	31,22	1	1	1	1,69	1	1	11,79	0	1	0
91	II	A1B1	2,83	37,57	1	0	1	1,36	0	0	0	1	1	0
92	II	A1B1	3,21	54,74	1	0	1	4,18	0	0	0	1	1	0
93	II	A1B1	3,02	45,30	1	1	2	0	1	1	28,02	0	1	0
94	II	A1B1	4,16	27,84	1	1	1	2,17	1	2	6,53	1	1	0
95	II	A1B1	4,00	50,49	1	1	1	4,94	1	1	21,68	1	1	0
96	II	A1B1	6,59	64,98	1	1	1	3,32	1	3	25,81	1	1	0
97	II	A1B1	3,15	46,33	1	1	1	2,00	1	2	9,79	1	1	0
98	II	A1B1	3,90	45,34	1	1	1	2,19	1	1	5,8	1	1	0
99	II	A1B1	3,56	41,55	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
100	II	A1B3	4,05	41,88	1	0	1	4,60	0	0	0	1	0	0
101	II	A1B3	3,11	38,77	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
102	II	A1B3	3,62	39,51	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
103	II	A1B3	3,27	39,42	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
104	II	A1B3	3,97	51,87	1	0	1	0,93	0	0	0	0	1	0
105	II	A1B3	6,79	52,10	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
106	II	A1B3	5,64	58,44	1	1	1	5,35	0	0	0	1	1	0
107	II	A1B3	2,69	43,81	1	1	1	5,08	1	1	7,58	1	1	0
108	II	A1B3	2,89	52,65	1	0	1	1,42	0	0	0	0	1	0
109	II	A2B3	2,53	45,18	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
110	II	A2B3	3,75	49,69	1	1	1	4,70	1	1	27,54	1	1	0
111	II	A2B3	5,62	51,63	1	1	1	13,9	0	0	0	1	1	0
112	II	A2B3	4,97	53,77	1	1	1	3,75	1	3	56,02	1	1	0
113	II	A2B3	3,66	31,21	1	1	1	1,49	1	1	76,6	1	1	1
114	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	II	A2B3	4,46	37,38	1	1	1	2,54	0	0	0	1	1	0
116	II	A2B3	6,39	64,82	1	1	1	6,90	1	1	62,45	1	1	1
117	II	A2B3	4,85	38,67	1	1	1	1,70	1	1	7,73	0	1	0
118	II	A2B1	3,75	34,93	1	0	1	0,53	0	0	0	0	1	0
119	II	A2B1	2,85	33,99	1	1	2	0	1	1	5	0	1	0
120	II	A2B1	4,80	50,48	1	1	1	3,48	1	2	92,96	1	1	1
121	II	A2B1	3,42	45,68	1	1	2	0	1	3	16,68	0	1	1
122	II	A2B1	6,10	51,25	1	1	1	3,18	1	3	45,03	1	1	0
123	II	A2B1	3,62	67,36	1	0	1	4,21	0	0	0	1	1	0
124	II	A2B1	4,62	47,96	1	0	1	2,18	0	0	0	1	1	0
125	II	A2B1	3,64	46,09	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
126	II	A2B1	4,17	48,25	1	1	1	4,66	0	0	0	1	1	0
127	II	A2B2	3,75	54,75	1	1	1	1,81	0	0	0	0	1	0
128	II	A2B2	4,24	52,85	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
129	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	II	A2B2	4,13	52,28	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
131	II	A2B2	4,34	49,90	1	1	1	2,66	1	3	29,85	1	1	0
132	II	A2B2	3,74	50,03	1	1	1	1,43	1	2	5,65	0	1	0
133	II	A2B2	4,55	42,21	1	1	1	2,57	1	2	31,49	1	1	0
134	II	A2B2	3,65	35,27	1	1	1	2,57	1	2	21,5	1	1	0
135	II	A2B2	4,92	42,81	1	1	1	0,55	1	2	34,21	0	1	0
136	II	A3B1	3,07	43,07	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
137	II	A3B1	3,62	39,03	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
138	II	A3B1	2,72	36,08	1	0	1	0,93	0	0	0	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
139	II	A3B1	4,14	47,10	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
140	II	A3B1	2,62	34,41	1	1	2	0	1	1	44,19	0	1	0
141	II	A3B1	3,68	39,78	1	0	1	1,74	0	0	0	0	1	0
142	II	A3B1	4,86	51,64	1	1	1	1,15	0	0	0	0	1	0
143	II	A3B1	2,85	56,20	1	1	2	0	1	1	34,72	0	1	0
144	II	A3B1	3,29	51,93	1	1	1	1,82	1	1	37,27	1	1	1
145	II	A3B3	3,19	41,70	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
146	II	A3B3	3,84	36,26	1	0	1	1,76	0	0	0	0	0	0
147	II	A3B3	3,26	33,59	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
148	II	A3B3	3,22	40,22	1	1	1	1,11	0	0	0	0	1	0
149	II	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	II	A3B3	3,77	61,92	1	1	1	1,13	1	1	28,94	1	1	1
151	II	A3B3	3,47	30,93	1	1	1	1,18	1	1	33,76	0	1	1
152	II	A3B3	4,41	41,70	1	0	1	1,22	0	0	0	1	1	0
153	II	A3B3	4,44	48,42	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
154	II	A3B2	2,45	32,40	1	1	2	0	1	1	42,81	0	1	1
155	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	II	A3B2	3,81	45,88	1	1	1	2,21	1	2	28,85	1	1	0
157	II	A3B2	4,04	44,72	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
158	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	II	A3B2	5,44	58,60	1	1	1	2,23	1	1	4,01	0	1	0
160	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	II	A3B2	3,26	31,39	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
162	II	A3B2	3,50	44,39	1	1	1	1,76	0	0	0	0	1	0
163	III	A1B3	4,70	60,18	1	1	1	1,67	1	3	23,92	1	1	0
164	III	A1B3	3,76	46,07	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
165	III	A1B3	4,76	41,32	1	1	1	2,23	1	1	52,41	1	1	0
166	III	A1B3	3,18	57,19	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
167	III	A1B3	3,74	45,68	1	1	1	2,98	1	2	14,31	1	1	0
168	III	A1B3	2,88	47,15	1	1	1	2,58	0	0	0	1	1	0
169	III	A1B3	4,69	46,92	1	1	1	1,91	1	2	53,31	1	1	1
170	III	A1B3	3,36	42,31	1	0	1	2,05	0	0	0	1	1	0
171	III	A1B3	5,94	56,28	1	1	1	8,30	1	5	26,88	1	1	0
172	III	A1B2	3,28	49,53	1	1	1	1,28	0	0	0	0	1	0
173	III	A1B2	3,08	39,04	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
174	III	A1B2	3,24	39,97	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
175	III	A1B2	3,18	39,60	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
176	III	A1B2	3,81	40,68	1	1	1	0,93	0	0	0	0	1	0
177	III	A1B2	3,59	39,57	1	1	1	1,71	1	1	14,97	0	1	0
178	III	A1B2	4,89	52,55	1	0	1	8,44	0	0	0	1	1	0
179	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	III	A1B2	3,52	40,41	1	1	1	3,19	1	1	12,4	1	1	0
181	III	A1B1	6,11	53,61	1	1	1	4,25	1	2	8,3	1	1	0
182	III	A1B1	3,47	38,56	1	1	1	4,02	0	0	0	1	1	0
183	III	A1B1	2,88	36,52	1	0	1	4,02	0	0	0	1	1	0
184	III	A1B1	4,27	35,03	1	0	1	2,05	0	0	0	0	1	0
185	III	A1B1	2,41	44,89	1	1	1	2,85	1	1	35,53	0	1	0
186	III	A1B1	3,90	44,01	1	1	1	4,28	1	1	35,53	1	1	1
187	III	A1B1	4,58	39,57	1	0	1	1,33	0	0	0	0	1	0
188	III	A1B1	2,47	34,39	1	1	1	2,36	1	2	11,34	0	1	0
189	III	A1B1	4,12	43,79	1	0	1	8,37	0	0	0	0	1	0
190	III	A2B1	5,10	39,47	1	1	1	3,28	0	0	0	1	1	0
191	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	III	A2B1	4,90	44,31	1	1	1	1,99	1	1	17,94	0	1	0
193	III	A2B1	4,60	43,62	1	1	2	0	1	1	38,42	0	1	0
194	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195	III	A2B1	5,75	51,52	1	1	1	2,06	1	2	19,84	1	1	0
196	III	A2B1	3,26	46,19	1	1	1	2,16	1	1	74,64	0	1	1
197	III	A2B1	5,09	43,17	1	1	1	1,73	1	1	52,32	0	1	1
198	III	A2B1	3,14	43,08	1	1	2	0	1	2	5,26	0	1	0
199	III	A2B2	3,95	32,02	1	1	1	3,35	0	0	0	1	1	0
200	III	A2B2	4,47	55,87	1	1	0	0	1	3	65,8	1	1	1
201	III	A2B2	3,28	41,01	1	1	0	0	1	2	48,11	0	1	0
202	III	A2B2	3,99	51,24	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
203	III	A2B2	4,20	59,99	1	1	1	3,95	1	1	1,68	1	1	0
204	III	A2B2	3,62	40,65	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
205	III	A2B2	3,36	33,20	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
206	III	A2B2	4,64	57,86	1	0	1	8,25	0	0	0	1	1	0
207	III	A2B2	2,45	46,10	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
208	III	A2B3	2,77	40,37	1	1	1	2,01	1	1	64,44	1	1	0
209	III	A2B3	5,80	53,47	1	1	1	2,90	1	1	84,93	1	1	1
210	III	A2B3	3,66	42,96	1	0	1	8,45	0	0	0	1	0	0
211	III	A2B3	4,90	49,47	1	1	1	3,69	1	2	36,99	1	1	0
212	III	A2B3	4,68	47,23	1	1	1	13,92	1	1	58,72	1	1	1

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
213	III	A2B3	4,11	45,22	1	1	1	4,09	1	1	13,58	1	1	0
214	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
215	III	A2B3	3,59	49,12	1	1	1	2,79	1	2	33,75	1	1	0
216	III	A2B3	4,45	47,48	1	1	2	0	1	2	49,41	0	1	1
217	III	A3B1	4,09	50,48	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
218	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
219	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	III	A3B1	3,31	51,49	1	1	1	1,62	1	1	38,67	1	1	1
221	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
222	III	A3B1	4,25	37,16	1	1	1	0,91	0	0	0	0	1	0
223	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
224	III	A3B1	3,08	52,75	1	1	1	3,10	0	0	0	1	1	0
225	III	A3B1	3,90	54,75	1	1	1	1,36	1	1	3,14	1	1	0
226	III	A3B2	3,41	49,68	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
227	III	A3B2	5,25	52,34	1	1	1	0,95	1	1	35,49	0	1	1
228	III	A3B2	3,33	39,15	1	1	2	0	1	1	27,46	0	1	1
229	III	A3B2	4,04	45,86	1	1	1	0,95	0	0	0	0	1	0
230	III	A3B2	3,53	40,59	1	1	1	1,04	0	0	0	0	1	0
231	III	A3B2	2,73	33,58	1	0	1	12,18	0	0	0	0	1	0
232	III	A3B2	4,93	39,42	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
233	III	A3B2	4,97	65,89	1	1	1	2,26	0	0	0	0	1	0
234	III	A3B2	4,56	42,34	1	1	0	0	1	1	32,44	0	1	0
235	III	A3B3	3,24	50,77	1	1	1	1,50	1	3	28,72	1	1	1
236	III	A3B3	3,67	44,56	1	1	1	1,34	1	2	36,86	1	1	0
237	III	A3B3	3,36	42,06	1	1	1	2,48	1	2	43,74	1	1	1
238	III	A3B3	5,27	50,59	1	1	1	2,50	0	0	0	1	1	0
239	III	A3B3	4,95	51,96	1	0	1	1,56	0	0	0	0	1	0
240	III	A3B3	4,31	46,16	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
241	III	A3B3	3,90	43,49	1	1	1	1,25	0	0	0	0	1	0
242	III	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
243	III	A3B3	3,27	48,33	1	1	1	1,98	1	3	47,82	1	1	1

Tratamiento	A1	Sustrato Arena
	A2	Sustrato Turba
	A3	Sustrato Perlita
	B1	Dosis de AIB: 0 ppm
	B2	Dosis de AIB: 3000 ppm
	B3	Dosis de AIB: 6000 ppm

Sobrevivencia	0	Muerto
	1	Vivo
Callosidad	0	Ausencia
	1	Presencia
Brotación	0	Ausencia
	1	Presencia brotes formados
	2	Presencia de yemas activas
Enraizamiento	0	Ausencia
	1	Presencia
Hojas Nuevas Formadas	0	Ausencia
	1	Presencia de hojas nuevas
	2	Presencia de defoliación de hojas nuevas
Hoja inicial	0	Ausencia
	1	Presencia
Raíz secundaria	0	Presencia
	1	Ausencia

ANEXO 2

CUADRO DE DATOS DE LA ESPECIE TAHUARÍ NEGRO

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
1	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	I	A1B1	5,92	49,70	1	0	1	2,00	0	0	0	0	0	0
4	I	A1B1	6,24	56,82	1	1	0	0	1	1	17,74	0	1	0
5	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	I	A1B1	4,98	43,73	1	0	0	2,00	0	0	0	0	0	0
9	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	I	A1B3	5,56	50,90	1	0	1	0,83	0	0	0	0	0	0
11	I	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	I	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	I	A1B3	3,27	39,52	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
14	I	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	I	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	I	A1B3	6,14	47,38	1	1	0	0	1	1	28,69	0	1	1
17	I	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	I	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	I	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
36	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	I	A2B2	4,94	55,48	1	0	1	5,08	0	0	0	0	0	0
38	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	I	A2B2	6,39	41,25	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
42	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	I	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	I	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	I	A2B1	4,31	55,73	1	0	1	1,84	0	0	0	0	0	0
48	I	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	I	A2B1	4,19	67,84	1	0	1	3,89	0	0	0	1	0	0
50	I	A2B1	3,95	58,18	1	0	1	1,46	0	0	0	0	0	0
51	I	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	I	A2B1	4,39	54,81	1	0	1	1,04	0	0	0	0	0	0
53	I	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	I	A2B1	3,89	54,56	1	0	1	5,01	0	0	0	1	0	0
55	I	A3B2	5,54	42,24	1	1	2	0	1	1	12,23	0	1	0
56	I	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	I	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	I	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	I	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	I	A3B2	3,37	57,64	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
61	I	A3B2	3,26	56,04	1	0	1	1,46	0	0	0	0	0	0
62	I	A3B2	4,35	60,90	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
63	I	A3B2	3,07	51,95	1	1	2	0	1	2	20,77	0	1	1
64	I	A3B1	5,24	62,63	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
65	I	A3B1	2,75	46,70	1	1	1	3,68	0	0	0	0	0	0
66	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	I	A3B1	3,42	44,88	1	1	2	0	1	2	10,19	0	1	0
71	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	I	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	I	A3B3	3,99	47,10	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
74	I	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	I	A3B3	3,44	47,53	1	1	1	5,86	1	5	18,75	1	1	0
76	I	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	I	A3B3	4,03	43,84	1	1	1	11,33	1	2	22,50	1	1	0
78	I	A3B3	3,52	51,82	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
79	I	A3B3	4,06	43,13	1	1	1	2,59	0	0	0	0	1	0
80	I	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	I	A3B3	2,82	50,19	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
82	II	A1B2	6,30	51,34	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
83	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	II	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	II	A1B3	3,71	47,75	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
101	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	II	A1B3	4,36	37,66	1	1	1	8,18	0	0	0	0	1	0
105	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	II	A1B3	3,93	57,94	1	1	1	2,94	1	1	14,54	0	0	1
108	II	A1B3	3,40	63,65	1	1	1	5,17	0	0	0	1	0	0
109	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	II	A2B3	3,74	54,30	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
112	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	II	A2B3	4,72	50,45	1	1	1	1,91	1	3	40,81	0	1	1
114	II	A2B3	2,66	40,30	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
115	II	A2B3	3,76	49,13	1	1	1	5,96	0	0	0	0	0	0
116	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	II	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	II	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	II	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	II	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	II	A2B1	3,75	59,94	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
123	II	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	II	A2B1	5,06	54,22	1	0	1	2,12	0	0	0	0	0	0
125	II	A2B1	4,58	55,23	1	1	1	7,28	0	0	0	0	1	0
126	II	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
131	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	II	A2B2	4,96	47,31	1	1	2	0	1	1	4,48	0	0	0
134	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	II	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	II	A3B1	5,19	43,87	1	1	1	11,14	0	0	0	1	0	0
142	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	II	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	II	A3B3	3,79	45,33	1	1	1	3,79	1	1	21,75	0	0	0
146	II	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
147	II	A3B3	4,79	41,56	1	1	1	1,07	0	0	0	0	1	0
148	II	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
149	II	A3B3	3,15	46,65	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
150	II	A3B3	4,17	31,25	1	1	2	0	1	2	12,67	0	1	0
151	II	A3B3	4,26	54,39	1	1	1	9,29	1	1	29,15	0	1	1
152	II	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153	II	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
157	II	A3B2	4,56	50,07	1	1	2	0	1	1	4,98	0	1	0
158	II	A3B2	3,46	56,50	1	1	1	2,89	0	0	0	0	1	0
159	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	II	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	III	A1B3	4,18	62,56	1	1	2	0	1	1	5,31	0	1	0
166	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
167	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	III	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	III	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	III	A1B1	5,75	41,10	1	1	1	7,92	0	0	0	1	1	0
182	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
188	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
189	III	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
191	III	A2B2	3,45	59,31	1	1	0	0	1	1	18,58	0	1	0
192	III	A2B2	4,34	50,42	1	1	1	3,63	0	0	0	0	1	0
193	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
194	III	A2B2	4,29	35,14	1	1	2	0	1	3	25,55	0	1	0
195	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
196	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
197	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
199	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
202	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
203	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
204	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
205	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
206	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
207	III	A2B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	III	A2B3	4,87	61,72	1	1	1	3,40	0	0	0	0	0	0
209	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
211	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
212	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
213	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
214	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
215	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
216	III	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
217	III	A3B3	3,08	37,24	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
218	III	A3B3	3,19	54,80	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
219	III	A3B3	3,98	53,94	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
220	III	A3B3	3,50	39,97	1	0	1	5,25	0	0	0	1	0	0
221	III	A3B3	3,62	42,54	1	1	1	3,22	1	4	21,15	1	1	0
222	III	A3B3	4,47	43,50	1	0	1	3,71	0	0	0	1	0	0
223	III	A3B3	3,67	33,97	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
224	III	A3B3	4,56	54,37	1	1	1	3,37	1	1	18,49	0	1	0
225	III	A3B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
226	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
227	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
228	III	A3B2	4,07	50,41	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
229	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
231	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
232	III	A3B2	3,86	39,99	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
233	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
234	III	A3B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
235	III	A3B1	2,84	48,26	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
236	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
237	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
238	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
239	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	III	A3B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
241	III	A3B1	3,61	46,57	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
242	III	A3B1	2,36	34,10	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
243	III	A3B1	4,48	52,86	1	1	1	1,99	0	0	0	0	1	0

Tratamiento	A1	Sustrato Arena
	A2	Sustrato Turba
	A3	Sustrato Perlita
	B1	Dosis de AIB: 0 ppm
	B2	Dosis de AIB: 3000 ppm
	B3	Dosis de AIB: 6000 ppm

Sobrevivencia	0	Muerto
	1	Vivo
Callosidad	0	Ausencia
	1	Presencia
Brotación	0	Ausencia
	1	Presencia brotes formados
	2	Presencia de yemas activas
Enraizamiento	0	Ausencia
	1	Presencia
Hojas Nuevas Formadas	0	Ausencia
	1	Presencia de hojas nuevas
	2	Presencia de defoliación de hojas nuevas
Hoja inicial	0	Ausencia
	1	Presencia
Raíz secundaria	0	Presencia
	1	Ausencia

ANEXO 3

CUADRO DE DATOS DE LA ESPECIE LUPUNA

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
1	I	A1B1	3,64	46,49	1	1	1	7,15	1	3	14,94	1	1	0
2	I	A1B1	4,52	50,92	1	1	1	3,52	1	4	34,39	1	1	1
3	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	I	A1B1	4,57	54,29	1	1	0	0	1	3	56,92	0	1	1
5	I	A1B1	5,24	57,70	1	1	1	8,07	1	5	25,13	1	1	1
6	I	A1B1	4,59	48,25	1	1	1	2,45	1	6	33,26	0	1	1
7	I	A1B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	I	A1B1	5,20	56,38	1	1	1	1,36	1	7	19,63	0	1	1
9	I	A1B1	4,03	47,47	1	1	1	2,94	1	9	32,95	1	1	1
10	I	A1B3	5,02	44,05	1	1	1	5,95	1	3	28,92	1	1	1
11	I	A1B3	4,91	51,74	1	1	0	0	1	4	31,40	0	1	1
12	I	A1B3	3,57	57,37	1	1	1	10,48	1	4	38,25	0	1	1
13	I	A1B3	4,09	46,76	1	1	2	0	1	8	30,02	0	1	1
14	I	A1B3	4,43	49,90	1	1	1	1,79	1	3	26,30	0	1	0
15	I	A1B3	4,82	47,46	1	1	1	4,42	1	4	23,53	1	1	0
16	I	A1B3	4,77	46,47	1	1	1	7,54	1	6	37,45	1	1	1
17	I	A1B3	4,63	49,16	1	1	1	1,62	1	5	15,61	0	1	1
18	I	A1B3	5,01	59,50	1	1	1	11,40	1	4	41,53	1	1	1
19	I	A1B2	4,38	55,60	1	1	1	4,50	1	3	23,95	1	1	1
20	I	A1B2	4,03	50,65	1	1	1	4,08	1	3	23,35	1	1	0
21	I	A1B2	4,45	49,91	1	1	1	9,76	1	7	38,28	1	1	0
22	I	A1B2	4,43	39,74	1	1	2	0	1	2	18,10	0	1	1
23	I	A1B2	5,28	45,41	1	1	1	10,81	1	9	40,68	1	1	1
24	I	A1B2	3,99	53,80	1	1	0	0	1	6	37,17	0	1	1
25	I	A1B2	4,38	41,75	1	1	1	3,62	1	2	25,28	0	1	1
26	I	A1B2	4,80	53,90	1	1	1	12,54	1	4	27,84	1	1	1
27	I	A1B2	4,03	51,22	1	1	1	1,61	1	4	23,84	0	1	1
28	I	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	I	A2B3	4,81	35,72	1	1	1	10,07	1	13	72,94	1	1	1
30	I	A2B3	4,65	53,39	1	1	1	23,17	1	8	62,08	1	1	1
31	I	A2B3	5,45	44,55	1	1	1	13,70	1	5	54,91	1	1	1
32	I	A2B3	4,08	39,80	1	1	1	15,90	1	6	71,12	1	1	1
33	I	A2B3	5,05	53,41	1	1	1	7,54	1	7	57,08	1	1	1
34	I	A2B3	4,12	54,59	1	1	1	4,68	1	11	61,90	0	1	1
35	I	A2B3	3,82	56,15	1	1	1	2,00	1	8	35,73	0	1	1

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
36	I	A2B3	3,22	51,89	1	1	2	0	1	5	72,94	0	1	0
37	I	A2B2	4,45	41,41	1	1	1	11,44	1	12	33,09	1	1	1
38	I	A2B2	4,13	49,05	1	1	1	3,96	1	3	64,63	0	1	0
39	I	A2B2	4,00	55,76	1	1	1	3,15	1	5	24,45	1	1	0
40	I	A2B2	4,74	54,78	1	1	1	3,12	1	3	18,91	0	1	0
41	I	A2B2	3,81	54,73	1	1	1	8,99	1	9	88,66	1	1	1
42	I	A2B2	5,15	45,66	1	1	1	10,81	1	6	34,75	1	1	0
43	I	A2B2	5,26	55,47	1	1	1	5,18	1	12	33,83	1	1	1
44	I	A2B2	3,86	47,96	1	1	1	26,74	1	14	58,48	1	1	1
45	I	A2B2	3,92	63,74	1	1	1	9,87	1	7	43,25	1	1	1
46	I	A2B1	5,19	55,70	1	1	1	4,61	1	7	39,82	1	1	1
47	I	A2B1	4,66	55,04	1	1	1	4,39	1	2	8,51	1	1	0
48	I	A2B1	4,80	49,53	1	1	1	6,03	1	8	36,75	1	1	1
49	I	A2B1	4,47	46,61	1	1	1	6,90	1	8	64,45	1	1	1
50	I	A2B1	5,11	55,37	1	1	1	2,99	1	13	84,03	1	1	1
51	I	A2B1	3,74	65,07	1	1	1	13,66	1	5	28,12	1	1	0
52	I	A2B1	3,87	52,95	1	1	1	1,93	1	4	23,47	1	1	0
53	I	A2B1	5,20	53,65	1	1	1	12,39	1	7	33,43	1	1	1
54	I	A2B1	3,35	53,40	1	1	1	1,68	1	13	74,18	1	1	1
55	I	A3B2	3,80	60,41	1	1	1	1,03	1	1	7,69	0	1	0
56	I	A3B2	4,30	52,34	1	1	2	0	1	1	22,70	0	1	1
57	I	A3B2	4,76	43,96	1	1	0	0	1	3	25,29	0	1	1
58	I	A3B2	4,45	54,25	1	1	1	1,86	0	0	0	0	1	0
59	I	A3B2	4,27	51,10	1	1	1	4,60	1	3	30,29	1	1	1
60	I	A3B2	3,45	48,90	1	1	1	7,92	1	2	39,27	1	1	1
61	I	A3B2	4,17	61,03	1	1	1	7,49	1	5	37,43	1	1	0
62	I	A3B2	4,55	42,63	1	1	1	4,27	1	6	27,42	1	1	0
63	I	A3B2	5,21	53,96	1	1	1	6,06	1	3	31,99	1	1	1
64	I	A3B1	3,81	46,66	1	1	2	0	1	2	24,08	0	1	1
65	I	A3B1	4,80	34,76	1	1	1	6,16	1	3	28,43	1	1	1
66	I	A3B1	4,48	53,97	1	1	1	8,16	1	6	16,88	1	1	1
67	I	A3B1	5,07	57,18	1	1	1	6,20	0	0	0	0	1	0
68	I	A3B1	3,91	55,18	1	1	1	1,60	1	1	18,30	0	1	0
69	I	A3B1	4,14	52,91	1	1	1	7,36	1	5	21,21	1	1	1
70	I	A3B1	3,64	56,22	1	1	1	2,08	0	0	0	0	1	0
71	I	A3B1	3,61	56,91	1	1	1	1,72	0	0	0	0	1	0
72	I	A3B1	5,01	47,50	1	1	1	3,66	0	0	0	0	1	0
73	I	A3B3	4,78	50,36	1	1	1	2,42	1	1	7,60	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
74	I	A3B3	4,68	45,38	1	1	1	6,06	1	5	36,47	1	1	1
75	I	A3B3	4,14	34,84	1	1	1	1,94	0	0	0	0	1	0
76	I	A3B3	4,23	43,50	1	1	1	6,57	1	3	26,16	1	1	1
77	I	A3B3	4,67	49,23	1	1	1	4,96	1	4	47,35	1	1	1
78	I	A3B3	4,68	61,42	1	1	1	4,09	1	2	20,33	1	1	0
79	I	A3B3	4,86	40,08	1	1	1	3,05	1	4	44,00	1	1	1
80	I	A3B3	3,88	46,09	1	1	0	0	1	4	18,98	0	1	0
81	I	A3B3	4,50	46,98	1	1	2	0	1	4	22,62	0	1	0
82	II	A1B2	5,46	44,60	1	1	1	2,90	1	4	25,20	0	1	0
83	II	A1B2	4,15	53,59	1	1	1	1,98	1	8	34,63	1	1	1
84	II	A1B2	4,48	55,83	1	1	2	0	1	1	23,83	0	1	0
85	II	A1B2	4,77	47,80	1	1	1	6,01	1	8	33,40	1	1	1
86	II	A1B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	II	A1B2	5,48	53,94	1	1	1	1,69	0	0	0	0	0	0
88	II	A1B2	3,76	50,59	1	1	1	3,11	1	4	31,46	1	1	0
89	II	A1B2	5,03	49,24	1	1	2	0	1	5	26,93	0	1	0
90	II	A1B2	4,31	53,24	1	1	1	3,80	1	2	32,38	1	1	0
91	II	A1B1	3,60	52,27	1	1	1	1,20	1	7	36,23	0	1	0
92	II	A1B1	4,91	40,34	1	1	0	0	1	4	41,72	0	1	0
93	II	A1B1	3,95	57,59	1	1	2	0	1	4	36,17	0	1	1
94	II	A1B1	4,62	60,30	1	1	2	0	1	1	24,44	0	1	0
95	II	A1B1	4,46	57,39	1	1	1	3,48	1	5	30,90	0	1	0
96	II	A1B1	4,91	49,86	1	1	1	1,13	1	4	52,54	0	1	0
97	II	A1B1	4,50	43,47	1	1	1	1,43	1	2	14,01	0	1	0
98	II	A1B1	5,36	49,13	1	1	2	0	1	1	10,75	0	1	0
99	II	A1B1	4,02	52,19	1	1	1	1,70	1	7	43,45	0	1	0
100	II	A1B3	4,28	53,21	1	1	1	3,96	1	10	69,17	1	1	1
101	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	II	A1B3	3,66	67,19	1	1	1	1,59	1	1	9,33	1	1	0
104	II	A1B3	3,79	55,96	1	1	1	1,31	1	3	19,33	1	1	0
105	II	A1B3	2,98	55,48	1	1	2	0	1	1	6,66	0	1	0
106	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	II	A1B3	4,70	53,18	1	1	1	1,16	1	1	6,88	0	1	0
108	II	A1B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
109	II	A2B3	4,93	69,02	1	1	1	7,70	1	8	104,43	1	1	1
110	II	A2B3	4,28	61,16	1	1	1	5,46	1	4	67,83	1	1	1
111	II	A2B3	4,14	44,29	1	1	1	8,62	1	10	77,08	1	1	1

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
112	II	A2B3	3,38	48,98	1	1	1	3,70	0	0	0	0	1	0
113	II	A2B3	5,78	64,04	1	1	1	12,51	1	4	43,18	1	1	0
114	II	A2B3	3,74	63,02	1	1	1	4,76	1	7	41,00	1	1	1
115	II	A2B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	II	A2B3	4,56	55,35	1	1	1	7,12	1	8	40,22	1	1	1
117	II	A2B3	4,82	43,24	1	1	1	4,91	1	8	39,99	1	1	1
118	II	A2B2	3,90	46,73	1	1	1	15,70	1	6	55,00	1	1	1
119	II	A2B2	4,48	47,46	1	1	0	0	1	5	44,90	0	1	1
120	II	A2B2	3,98	55,73	1	1	0	0	1	7	26,80	0	1	1
121	II	A2B2	5,13	56,04	1	1	1	6,78	1	7	21,53	1	1	1
122	II	A2B2	4,03	61,67	1	1	1	2,64	1	3	50,39	1	1	1
123	II	A2B2	4,29	60,76	1	1	2	0	1	5	32,57	0	1	1
124	II	A2B2	4,76	56,63	1	1	1	2,33	1	11	41,31	1	1	1
125	II	A2B2	5,16	60,21	1	1	1	5,65	1	7	37,02	1	1	1
126	II	A2B2	4,56	55,34	1	1	1	8,54	1	6	37,03	0	1	0
127	II	A2B1	4,84	59,47	1	1	1	4,82	1	9	41,81	1	1	0
128	II	A2B1	4,39	57,71	1	1	1	13,42	1	7	60,41	1	1	1
129	II	A2B1	3,74	46,89	1	1	1	4,12	1	3	26,16	1	1	1
130	II	A2B1	4,49	65,99	1	1	0	0	1	16	70,97	0	1	1
131	II	A2B1	4,87	56,55	1	1	0	0	1	10	18,33	0	1	0
132	II	A2B1	3,92	45,94	1	1	1	2,16	1	12	37,12	1	1	1
133	II	A2B1	4,39	55,89	1	1	1	27,81	1	8	102,73	1	1	1
134	II	A2B1	4,80	50,33	1	1	1	13,41	1	7	54,82	1	1	1
135	II	A2B1	5,56	53,54	1	1	2	0	1	13	96,60	0	1	1
136	II	A3B1	4,30	50,99	1	1	1	18,34	1	2	32,44	1	1	1
137	II	A3B1	3,18	51,92	1	1	1	1,82	1	1	17,10	1	1	0
138	II	A3B1	4,14	47,31	1	1	1	10,67	1	4	31,07	1	1	1
139	II	A3B1	4,83	50,05	1	1	2	0	1	3	33,33	0	1	1
140	II	A3B1	4,13	57,66	1	1	1	2,34	0	0	0	1	1	0
141	II	A3B1	5,35	45,36	1	1	1	2,67	0	0	0	0	1	0
142	II	A3B1	4,30	54,33	1	1	1	1,36	1	1	30,52	1	1	1
143	II	A3B1	4,40	37,21	1	1	1	4,70	1	1	43,50	1	1	1
144	II	A3B1	4,19	51,56	1	1	1	1,50	1	1	31,43	0	1	1
145	II	A3B3	4,15	56,48	1	1	1	4,60	1	2	36,31	1	1	1
146	II	A3B3	4,06	46,99	1	1	1	8,17	0	0	0	1	1	0
147	II	A3B3	4,20	60,93	1	1	1	2,84	1	2	25,95	0	1	1
148	II	A3B3	4,11	57,62	1	1	1	2,38	1	3	98,18	1	1	1
149	II	A3B3	3,05	52,70	1	1	1	1,94	1	2	31,68	1	1	1

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
150	II	A3B3	5,55	51,97	1	1	1	2,26	1	2	31,09	0	1	1
151	II	A3B3	4,37	55,21	1	1	1	4,07	1	1	38,57	1	1	1
152	II	A3B3	5,13	59,49	1	1	2	0	1	1	12,62	0	1	1
153	II	A3B3	4,58	50,08	1	1	1	1,70	1	4	37,26	1	1	1
154	II	A3B2	4,52	59,85	1	1	0	0	1	4	28,83	0	1	1
155	II	A3B2	4,36	58,64	1	1	1	1,21	1	3	17,63	0	1	1
156	II	A3B2	3,82	54,99	1	1	1	1,84	1	3	50,77	1	1	1
157	II	A3B2	4,12	51,99	1	1	1	2,34	1	2	36,65	0	1	1
158	II	A3B2	3,77	56,72	1	1	1	13,78	1	3	18,84	1	1	1
159	II	A3B2	3,33	52,21	1	1	1	2,28	0	0	0	1	1	0
160	II	A3B2	4,44	50,57	1	1	1	4,60	1	4	29,23	1	1	1
161	II	A3B2	3,76	64,86	1	1	1	8,80	1	3	55,28	1	1	1
162	II	A3B2	4,06	51,85	1	1	1	3,08	1	3	34,20	1	1	1
163	III	A1B3	4,08	51,97	1	1	1	7,10	1	8	53,77	1	1	1
164	III	A1B3	3,97	60,62	1	1	2	0	1	2	12,42	0	1	0
165	III	A1B3	3,69	52,57	1	1	1	3,61	1	8	18,76	1	1	0
166	III	A1B3	5,05	51,26	1	1	1	0,80	1	6	26,02	0	1	1
167	III	A1B3	3,97	47,43	1	1	1	3,53	1	7	17,22	1	1	0
168	III	A1B3	3,89	56,10	1	1	1	3,83	1	4	31,32	1	1	1
169	III	A1B3	5,96	53,43	1	1	1	1,94	1	3	15,68	0	1	0
170	III	A1B3	5,40	56,59	1	1	1	7,70	1	9	27,74	1	1	1
171	III	A1B3	4,45	51,08	1	1	1	2,35	1	8	42,41	1	1	1
172	III	A1B2	4,19	58,02	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
173	III	A1B2	4,03	60,08	1	1	2	0	1	7	22,83	0	1	1
174	III	A1B2	4,77	58,53	1	1	2	0	1	4	9,49	0	1	0
175	III	A1B2	4,56	51,46	1	1	1	1,21	1	8	31,73	1	1	1
176	III	A1B2	5,36	57,91	1	1	2	0	1	2	13,72	0	1	0
177	III	A1B2	3,81	51,04	1	1	2	0	1	7	16,40	0	1	1
178	III	A1B2	4,72	54,73	1	1	1	2,12	1	8	28,17	1	1	1
179	III	A1B2	4,64	55,48	1	1	0	0	1	55	36,29	0	1	1
180	III	A1B2	5,04	46,23	1	1	2	0	1	5	16,62	0	1	1
181	III	A1B1	3,92	54,39	1	1	1	4,34	1	5	13,97	1	1	0
182	III	A1B1	4,03	48,87	1	1	1	6,14	1	5	19,66	1	1	0
183	III	A1B1	4,35	61,05	1	1	1	5,02	1	2	30,74	1	1	1
184	III	A1B1	3,53	50,30	1	1	1	12,99	1	10	57,45	1	1	1
185	III	A1B1	3,76	55,26	1	1	1	8,09	1	6	28,76	1	1	1
186	III	A1B1	4,84	56,95	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
187	III	A1B1	4,76	46,70	1	0	1	1,26	0	0	0	0	1	0

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
188	III	A1B1	4,01	55,69	1	1	1	3,53	1	4	16,16	1	1	1
189	III	A1B1	4,41	45,85	1	1	1	6,18	1	5	19,30	1	1	0
190	III	A2B2	4,84	52,90	1	1	1	21,12	1	5	97,16	1	1	1
191	III	A2B2	4,16	49,76	1	1	1	11,02	1	6	27,04	1	1	0
192	III	A2B2	5,20	42,69	1	1	1	7,62	1	11	52,03	1	1	1
193	III	A2B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
194	III	A2B2	4,96	50,87	1	1	2	0	1	11	70,89	0	1	1
195	III	A2B2	3,86	36,46	1	1	2	0	1	3	13,79	0	1	1
196	III	A2B2	4,66	57,93	1	1	1	2,29	1	8	59,43	1	1	1
197	III	A2B2	4,15	56,19	1	1	2	0	1	9	61,97	0	1	1
198	III	A2B2	4,37	59,36	1	1	1	2,92	1	9	44,41	1	1	1
199	III	A2B1	4,81	61,13	1	1	1	5,57	1	6	26,88	1	1	1
200	III	A2B1	4,35	52,77	1	1	1	5,85	1	8	51,27	1	1	1
201	III	A2B1	5,47	53,68	1	1	1	1,66	0	0	0	0	1	0
202	III	A2B1	5,30	52,73	1	1	1	4,47	1	5	85,25	1	1	1
203	III	A2B1	4,14	53,19	1	1	1	8,35	1	4	57,72	1	1	1
204	III	A2B1	5,08	62,13	1	1	1	1,45	1	7	61,66	1	1	1
205	III	A2B1	3,89	50,65	1	1	1	9,04	1	8	43,60	1	1	1
206	III	A2B1	5,38	48,67	1	1	1	6,01	1	4	33,39	1	1	1
207	III	A2B1	5,74	49,62	1	1	2	0	1	4	46,03	0	1	1
208	III	A2B3	4,48	60,52	1	1	2	0	1	5	37,78	0	1	1
209	III	A2B3	4,69	52,63	1	1	1	11,23	1	9	36,08	1	1	1
210	III	A2B3	5,38	59,39	1	1	1	8,52	1	12	107,12	1	1	1
211	III	A2B3	4,99	63,50	1	1	1	1,96	1	8	73,42	1	1	1
212	III	A2B3	5,23	48,57	1	1	1	4,55	1	9	78,75	1	1	1
213	III	A2B3	3,86	51,97	1	1	1	1,21	1	7	71,71	0	1	1
214	III	A2B3	4,55	47,53	1	1	1	5,68	1	13	58,15	1	1	1
215	III	A2B3	4,60	44,45	1	1	1	6,06	1	7	160,00	1	1	1
216	III	A2B3	4,92	52,24	1	1	1	3,26	1	9	76,31	0	1	1
217	III	A3B1	3,76	59,11	1	1	2	0	1	2	22,04	0	1	1
218	III	A3B1	4,45	60,18	1	1	2	0	1	4	22,47	0	1	1
219	III	A3B1	3,60	56,90	1	1	2	0	1	2	18,87	0	1	0
220	III	A3B1	4,92	47,06	1	1	2	0	1	2	19,12	0	1	0
221	III	A3B1	5,52	50,00	1	1	1	9,82	1	5	34,68	1	1	1
222	III	A3B1	5,08	55,69	1	1	2	0	1	2	17,94	0	1	0
223	III	A3B1	3,76	54,69	1	1	2	0	1	3	74,94	0	1	1
224	III	A3B1	3,95	63,20	1	1	2	0	1	1	10,16	0	1	0
225	III	A3B1	4,15	53,82	1	1	1	5,45	1	4	30,50	1	1	1

Código	Bloque	Tratamiento	Estaquilla		Sobrevivencia	Callosidad	Brotación		Enraizamiento			Hoja Nueva/Defoliada	Hoja Inicial	Raíz secundaria
			Diámetro (mm)	Longitud (mm)			Estado	Longitud (mm)	Estado	N° raíces	Longitud de raíz más larga (mm)			
226	III	A3B2	4,81	58,13	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
227	III	A3B2	4,61	50,88	1	1	1	7,40	0	0	0	1	1	0
228	III	A3B2	5,64	59,79	1	1	1	2,69	1	3	37,30	1	1	1
229	III	A3B2	4,49	50,23	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
230	III	A3B2	4,81	53,76	1	1	1	5,32	1	6	48,80	1	1	1
231	III	A3B2	4,72	55,68	1	1	2	0	1	1	28,10	0	1	1
232	III	A3B2	4,30	60,98	1	1	1	1,74	0	0	0	0	1	0
233	III	A3B2	5,34	48,99	1	1	1	2,68	1	2	25,63	1	1	1
234	III	A3B2	4,61	61,90	1	1	2	0	1	5	39,85	0	1	1
235	III	A3B3	3,99	54,08	1	1	2	0	1	3	34,16	0	1	1
236	III	A3B3	4,31	54,02	1	1	2	0	1	2	19,29	0	1	1
237	III	A3B3	3,22	48,65	1	1	1	1,38	0	0	0	1	1	0
238	III	A3B3	4,41	49,34	1	1	0	1,69	0	0	0	1	1	0
239	III	A3B3	3,88	52,04	1	1	1	9,53	1	2	88,96	1	1	1
240	III	A3B3	3,92	61,65	1	1	1	12,18	1	5	31,34	1	1	1
241	III	A3B3	4,34	55,17	1	1	1	2,86	1	1	26,94	0	1	1
242	III	A3B3	3,83	51,03	1	1	1	2,00	1	2	38,26	1	1	1
243	III	A3B3	6,60	52,83	1	1	1	2,73	1	2	12,75	1	1	0

Tratamiento	A1	Sustrato Arena
	A2	Sustrato Turba
	A3	Sustrato Perlita
	B1	Dosis de AIB: 0 ppm
	B2	Dosis de AIB: 3000 ppm
	B3	Dosis de AIB: 6000 ppm

Sobrevivencia	0	Muerto
	1	Vivo
Callosidad	0	Ausencia
	1	Presencia
Brotación	0	Ausencia
	1	Presencia brotes formados
	2	Presencia de yemas activas
Enraizamiento	0	Ausencia
	1	Presencia
Hojas Nuevas Formadas	0	Ausencia
	1	Presencia de hojas nuevas
	2	Presencia de defoliación de hojas nuevas
Hoja inicial	0	Ausencia
	1	Presencia
Raíz secundaria	0	Presencia
	1	Ausencia

ANEXO 4

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SHIHUAHUACO DE HOJA GRANDE.

% ENRAIZAMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% enraiz	243	0.55	0.53	27.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	6.61	2	3.30	89.81	<0.0001
AIB	1.81	2	0.90	24.56	<0.0001
Sustrato*AIB	1.91	4	0.48	13.00	<0.0001
Error	8.53	232	0.04		
Total	19.03	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07074

Error: 0.0368 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Turba	0.91	81	0.02	A	
Arena	0.62	81	0.02		B
Perlita	0.52	81	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07074

Error: 0.0368 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
0 ppm	0.79	81	0.02	A	
6000 ppm	0.69	81	0.02		B
3000 ppm	0.58	81	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test :Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16226

Error: 0.0368 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.				
Turba	0 ppm	1.10	27	0.04	A			
Turba	6000 ppm	0.93	27	0.04		B		
Arena	0 ppm	0.80	27	0.04		B	C	
Turba	3000 ppm	0.70	27	0.04			C	D
Perlita	6000 ppm	0.60	27	0.04				D
Arena	3000 ppm	0.53	27	0.04				E
Arena	6000 ppm	0.53	27	0.04				E
Perlita	3000 ppm	0.50	27	0.04				E
Perlita	0 ppm	0.47	27	0.04				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% CALLOSIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% callos	243	0.44	0.42	22.82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	8.53	2	4.26	85.02	<0.0001
AIB	0.25	2	0.12	2.46	0.0877
Sustrato*AIB	0.47	4	0.12	2.36	0.0542
Error	11.63	232	0.05		
Total	20.89	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08259

Error: 0.0501 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Turba	1.24	81	0.02	A
Arena	0.88	81	0.02	B
Perlita	0.82	81	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08259

Error: 0.0501 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
3000 ppm	1.02	81	0.02	A
6000 ppm	0.98	81	0.02	A
0 ppm	0.94	81	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18945

Error: 0.0501 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Turba	3000 ppm	1.27	27	0.04	A	
Turba	0 ppm	1.23	27	0.04	A	
Turba	6000 ppm	1.23	27	0.04	A	
Perlita	3000 ppm	0.90	27	0.04		B
Arena	0 ppm	0.90	27	0.04		B
Arena	3000 ppm	0.90	27	0.04		B
Perlita	6000 ppm	0.87	27	0.04		B C
Arena	6000 ppm	0.83	27	0.04		B C
Perlita	0 ppm	0.70	27	0.04		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% BROTAÇÃO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% brotes	243	0.45	0.42	18.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	1.49	2	0.74	26.00	<0.0001
AIB	1.31	2	0.65	22.85	<0.0001
Sustrato*AIB	2.25	4	0.56	19.70	<0.0001
Error	6.63	232	0.03		
Total	12.01	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06237

Error: 0.0286 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.			
Arena	1.00	81	0.02	A		
Turba	0.93	81	0.02		B	
Perlita	0.81	81	0.02			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06237

Error: 0.0286 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.			
6000 ppm	1.01	81	0.02	A		
0 ppm	0.90	81	0.02		B	
3000 ppm	0.83	81	0.02			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14306

Error: 0.0286 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.					
Arena	0 ppm	1.17	27	0.03	A				
Turba	6000 ppm	1.13	27	0.03	A	B			
Arena	6000 ppm	1.00	27	0.03		B	C		
Perlita	6000 ppm	0.90	27	0.03			C	D	
Turba	3000 ppm	0.87	27	0.03			C	D	E
Arena	3000 ppm	0.83	27	0.03				D	E
Perlita	3000 ppm	0.80	27	0.03				D	E
Turba	0 ppm	0.80	27	0.03				D	E
Perlita	0 ppm	0.73	27	0.03					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% SOBREVIVENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% sobrevivencia	243	0.34	0.31	14.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	3.78	2	1.89	45.77	<0.0001
AIB	0.06	2	0.03	0.73	0.4847
Sustrato*AIB	0.66	4	0.17	4.00	0.0037
Error	9.58	232	0.04		
Total	14.46	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07495

Error: 0.0413 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.			
Arena	1.51	81	0.02	A		
Turba	1.41	81	0.02		B	
Perlita	1.21	81	0.02			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07495

Error: 0.0413 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
3000 ppm	1.40	81	0.02	A
0 ppm	1.37	81	0.02	A
6000 ppm	1.37	81	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17192

Error: 0.0413 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.				
Arena	6000 ppm	1.60	27	0.04	A			
Arena	0 ppm	1.47	27	0.04	A	B		
Arena	3000 ppm	1.47	27	0.04	A	B		
Turba	3000 ppm	1.47	27	0.04	A	B		
Turba	0 ppm	1.43	27	0.04	A	B	C	
Turba	6000 ppm	1.33	27	0.04		B	C	D
Perlita	3000 ppm	1.27	27	0.04			C	D
Perlita	0 ppm	1.20	27	0.04				D
Perlita	6000 ppm	1.17	27	0.04				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE BROTES (MM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud brotes (mm)	243	0.16	0.13	122.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	64.66	2	32.33	7.03	0.0011
AIB	49.47	2	24.74	5.38	0.0052
Sustrato*AIB	79.26	4	19.82	4.31	0.0022
Error	1066.56	232	4.60		
Total	1277.11	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.79081

Error: 4.5972 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Turba	2.20	81	0.24	A
Arena	2.02	81	0.24	A
Perlita	1.03	81	0.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.79081**

Error: 4.5972 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
6000 ppm	2.37	81	0.24	A
0 ppm	1.58	81	0.24	A
3000 ppm	1.30	81	0.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.81402**

Error: 4.5972 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Turba	6000 ppm	3.74	27	0.41	A	
Arena	0 ppm	2.67	27	0.41	A	B
Arena	6000 ppm	2.20	27	0.41	A	B
Turba	3000 ppm	1.57	27	0.41		B
Turba	0 ppm	1.30	27	0.41		B
Arena	3000 ppm	1.21	27	0.41		B
Perlita	6000 ppm	1.17	27	0.41		B
Perlita	3000 ppm	1.13	27	0.41		B
Perlita	0 ppm	0.79	27	0.41		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA (MM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz más larga	243	0.14	0.10	149.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	9588.80	2	4794.40	12.58	<0.0001
AIB	1782.66	2	891.33	2.34	0.0986
Sustrato*AIB	1885.70	4	471.43	1.24	0.2957
Error	88386.38	232	380.98		
Total	102331.18	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.19899

Error: 380.9758 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Turba	21.93	81	2.17	A
Perlita	8.66	81	2.17	B
Arena	8.56	81	2.17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.19899**

Error: 380.9758 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
6000 ppm	15.50	81	2.17	A
0 ppm	14.37	81	2.17	A
3000 ppm	9.28	81	2.17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=16.51365**

Error: 380.9758 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.			
Turba	6000 ppm	26.96	27	3.76	A		
Turba	0 ppm	25.69	27	3.76	A	B	
Turba	3000 ppm	13.15	27	3.76	A	B	C
Arena	0 ppm	10.63	27	3.76	A	B	C
Perlita	6000 ppm	10.19	27	3.76		B	C
Arena	6000 ppm	9.36	27	3.76		B	C
Perlita	3000 ppm	9.01	27	3.76			C
Perlita	0 ppm	6.78	27	3.76			C
Arena	3000 ppm	5.67	27	3.76			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

NÚMERO RAÍCES (N°)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número raíces (N°)	243	0.12	0.08	140.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	17.34	2	8.67	8.77	0.0002
AIB	6.53	2	3.26	3.30	0.0386
Sustrato*AIB	6.61	4	1.65	1.67	0.1576
Error	229.42	232	0.99		
Total	260.26	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36677*Error: 0.9889 gl: 232*

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Turba	1.04	81	0.11	A	
Arena	0.70	81	0.11	A	B
Perlita	0.38	81	0.11		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36677***Error: 0.9889 gl: 232*

AIB	Medias	n	E.E.		
0 ppm	0.86	81	0.11	A	
6000 ppm	0.78	81	0.11	A	B
3000 ppm	0.48	81	0.11		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.84134***Error: 0.9889 gl: 232*

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.			
Turba	0 ppm	1.30	27	0.19	A		
Arena	0 ppm	1.07	27	0.19	A	B	
Turba	6000 ppm	1.00	27	0.19	A	B	C
Turba	3000 ppm	0.81	27	0.19	A	B	C
Arena	6000 ppm	0.70	27	0.19	A	B	C
Perlita	6000 ppm	0.63	27	0.19	A	B	C
Arena	3000 ppm	0.33	27	0.19		B	C
Perlita	3000 ppm	0.30	27	0.19		B	C
Perlita	0 ppm	0.22	27	0.19			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 5

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL TAHUARÍ NEGRO.

% ENRAIZAMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% enraiz	243	0.62	0.61	68.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	1.52	2	0.76	42.53	<0.0001
AIB	2.61	2	1.30	72.86	<0.0001
Sustrato*AIB	2.46	4	0.62	34.42	<0.0001
Error	4.15	232	0.02		
Total	11.05	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04935

Error: 0.0179 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Perlita	0.31	81	0.01	A
Arena	0.15	81	0.01	B
Turba	0.13	81	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04935

Error: 0.0179 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
6000 ppm	0.33	81	0.01	A
3000 ppm	0.18	81	0.01	B
0 ppm	0.08	81	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11320

Error: 0.0179 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.	
Perlita	6000 ppm	0.53	270.03		A
Arena	6000 ppm	0.34	270.03		B
Turba	3000 ppm	0.28	270.03		B
Perlita	3000 ppm	0.28	270.03		B
Turba	6000 ppm	0.11	270.03		C
Arena	0 ppm	0.11	270.03		C
Perlita	0 ppm	0.11	270.03		C
Turba	0 ppm	0.00	270.03		D
Arena	3000 ppm	0.00	270.03		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% CALLOSIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% callos	243	0.74	0.73	38.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	8.80	2	4.40	183.86	<0.0001
AIB	3.57	2	1.79	74.60	<0.0001
Sustrato*AIB	3.28	4	0.82	34.28	<0.0001
Error	5.55	232	0.02		
Total	21.27	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05707

Error: 0.0239 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Perlita	0.67	81	0.02	A
Turba	0.29	81	0.02	B
Arena	0.25	81	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05707

Error: 0.0239 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
6000 ppm	0.57	81	0.02	A
3000 ppm	0.33	81	0.02	B
0 ppm	0.30	81	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13091

Error: 0.0239 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.				
Perlita	6000 ppm	0.88	27	0.03	A			
Perlita	3000 ppm	0.57	27	0.03		B		
Perlita	0 ppm	0.56	27	0.03		B	C	
Arena	6000 ppm	0.52	27	0.03		B	C	
Turba	3000 ppm	0.43	27	0.03			C	D
Turba	6000 ppm	0.32	27	0.03				D E
Arena	0 ppm	0.23	27	0.03				E F
Turba	0 ppm	0.11	27	0.03				F G
Arena	3000 ppm	0.00	27	0.03				G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% BROTAÇÃO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% brotes	243	0.50	0.47	60.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	2.08	2	1.04	31.67	<0.0001
AIB	3.00	2	1.50	45.76	<0.0001
Sustrato*AIB	1.79	4	0.45	13.63	<0.0001
Error	7.60	232	0.03		
Total	15.08	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06677

Error: 0.0328 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Perlita	0.41	81	0.02	A	
Turba	0.32	81	0.02		B
Arena	0.18	81	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06677

Error: 0.0328 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
6000 ppm	0.42	81	0.02	A	
0 ppm	0.34	81	0.02		B
3000 ppm	0.15	81	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15316

Error: 0.0328 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Perlita	6000 ppm	0.65	27	0.03	A	
Turba	0 ppm	0.44	27	0.03		B
Perlita	0 ppm	0.34	27	0.03		B C
Arena	6000 ppm	0.32	27	0.03		B C
Turba	6000 ppm	0.28	27	0.03		C
Perlita	3000 ppm	0.23	27	0.03		C
Turba	3000 ppm	0.23	27	0.03		C
Arena	0 ppm	0.23	27	0.03		C
Arena	3000 ppm	0.00	27	0.03		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% SOBREVIVENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% sobrevivencia	243	0.55	0.53	43.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	6.73	2	3.37	70.59	<0.0001
AIB	2.60	2	1.30	27.28	<0.0001
Sustrato*AIB	3.68	4	0.92	19.30	<0.0001
Error	11.06	232	0.05		
Total	24.47	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08053

Error: 0.0477 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Perlita	0.73	81	0.02	A	
Turba	0.44	81	0.02		B
Arena	0.33	81	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08053

Error: 0.0477 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
6000 ppm	0.64	81	0.02	A	
0 ppm	0.46	81	0.02		B
3000 ppm	0.40	81	0.02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18472

Error: 0.0477 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Perlita	6000 ppm	1.01	27	0.04	A	
Perlita	3000 ppm	0.61	27	0.04		B
Arena	6000 ppm	0.56	27	0.04		B
Perlita	0 ppm	0.56	27	0.04		B
Turba	0 ppm	0.49	27	0.04		B C
Turba	3000 ppm	0.48	27	0.04		B C
Turba	6000 ppm	0.36	27	0.04		C
Arena	0 ppm	0.32	27	0.04		C
Arena	3000 ppm	0.11	27	0.04		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE BROTES (MM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud brotes (mm)	243	0.09	0.05	297.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	11.11	2	5.56	1.83	0.1627
AIB	26.21	2	13.11	4.32	0.0144
Sustrato*AIB	23.80	4	5.95	1.96	0.1014
Error	704.36	232	3.04		
Total	770.77	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64265

Error: 3.0360 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Perlita	0.87	81	0.19	A
Turba	0.53	81	0.19	A
Arena	0.36	81	0.19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64265**

Error: 3.0360 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
6000 ppm	0.96	81	0.19	A	
0 ppm	0.63	81	0.19	A	B
3000 ppm	0.16	81	0.19		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.47417**

Error: 3.0360 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Perlita	6000 ppm	1.83	27	0.34	A	
Turba	0 ppm	0.84	27	0.34	A	B
Arena	6000 ppm	0.63	27	0.34	A	B
Perlita	0 ppm	0.62	27	0.34	A	B
Arena	0 ppm	0.44	27	0.34	A	B
Turba	6000 ppm	0.42	27	0.34	A	B
Turba	3000 ppm	0.32	27	0.34		B
Perlita	3000 ppm	0.16	27	0.34		B
Arena	3000 ppm	0.00	27	0.34		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA (MM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz más larga.	243	0.08	0.04	377.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	111.74	2	55.87	1.90	0.1514
AIB	277.78	2	138.89	4.73	0.0097
Sustrato*AIB	189.47	4	47.37	1.61	0.1715
Error	6809.03	232	29.35		
Total	7401.59	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.99812*Error: 29.3493 gl: 232*

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Perlita	2.38	81	0.60	A
Turba	1.10	81	0.60	A
Arena	0.82	81	0.60	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.99812***Error: 29.3493 gl: 232*

AIB	Medias	n	E.E.		
6000 ppm	2.89	81	0.60	A	
3000 ppm	1.07	81	0.60	A	B
0 ppm	0.34	81	0.60		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.58346***Error: 29.3493 gl: 232*

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Perlita	6000 ppm	5.35	27	1.04	A	
Turba	3000 ppm	1.80	27	1.04	A	B
Arena	6000 ppm	1.80	27	1.04	A	B
Turba	6000 ppm	1.51	27	1.04	A	B
Perlita	3000 ppm	1.41	27	1.04	A	B
Arena	0 ppm	0.66	27	1.04		B
Perlita	0 ppm	0.38	27	1.04		B
Arena	3000 ppm	0.00	27	1.04		B
Turba	0 ppm	0.00	27	1.04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

NÚMERO DE RAÍCES (N°)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número raíces (N°)	243	0.09	0.05	403.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	2.21	2	1.10	3.46	0.0332
AIB	2.33	2	1.16	3.65	0.0275
Sustrato*AIB	2.56	4	0.64	2.01	0.0945
Error	74.02	232	0.32		
Total	81.24	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20833

Error: 0.3190 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Perlita	0.27	81	0.06	A	
Turba	0.10	81	0.06	A	B
Arena	0.05	81	0.06		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20833

Error: 0.3190 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
6000 ppm	0.27	81	0.06	A	
3000 ppm	0.11	81	0.06	A	B
0 ppm	0.04	81	0.06		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.47788

Error: 0.3190 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Perlita	6000 ppm	0.59	27	0.11	A	
Turba	3000 ppm	0.19	27	0.11	A	B
Perlita	3000 ppm	0.15	27	0.11	A	B
Turba	6000 ppm	0.11	27	0.11		B
Arena	6000 ppm	0.11	27	0.11		B
Perlita	0 ppm	0.07	27	0.11		B
Arena	0 ppm	0.04	27	0.11		B
Turba	0 ppm	0.00	27	0.11		B
Arena	3000 ppm	0.00	27	0.11		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 6

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA LUPUNA.

% ENRAIZAMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% enraiz	243	0.23	0.20	19.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	2.94	2	1.47	24.54	<0.0001
AIB	0.08	2	0.04	0.67	0.5139
Sustrato*AIB	0.88	4	0.22	3.67	0.0064
Error	13.90	232	0.06		
Total	18.06	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09028

Error: 0.0599 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Turba	1.40	81	0.03	A	
Arena	1.30	81	0.03		B
Perlita	1.13	81	0.03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09028

Error: 0.0599 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
0 ppm	1.30	81	0.03	A
3000 ppm	1.28	81	0.03	A
6000 ppm	1.26	81	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20709

Error: 0.0599 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.			
Turba	0 ppm	1.47	27	0.05	A		
Turba	3000 ppm	1.47	27	0.05	A		
Arena	6000 ppm	1.33	27	0.05	A	B	
Arena	3000 ppm	1.30	27	0.05	A	B	
Arena	0 ppm	1.27	27	0.05	A	B	C
Turba	6000 ppm	1.27	27	0.05	A	B	C
Perlita	6000 ppm	1.17	27	0.05		B	C
Perlita	0 ppm	1.17	27	0.05		B	C
Perlita	3000 ppm	1.07	27	0.05			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% CALLOSIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% callos	243	0.37	0.34	12.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	3.13	2	1.56	45.60	<0.0001
AIB	0.33	2	0.16	4.76	0.0094
Sustrato*AIB	0.91	4	0.23	6.66	<0.0001
Error	7.95	232	0.03		
Total	12.65	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06829

Error: 0.0343 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Perlita	1.60	81	0.02	A	
Turba	1.46	81	0.02		B
Arena	1.32	81	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06829

Error: 0.0343 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
0 ppm	1.50	81	0.02	A	
3000 ppm	1.47	81	0.02	A	B
6000 ppm	1.41	81	0.02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15665

Error: 0.0343 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.			
Perlita	3000 ppm	1.60	27	0.04	A		
Perlita	6000 ppm	1.60	27	0.04	A		
Turba	0 ppm	1.60	27	0.04	A		
Perlita	0 ppm	1.60	27	0.04	A		
Turba	3000 ppm	1.47	27	0.04	A	B	
Arena	3000 ppm	1.33	27	0.04		B	C
Arena	6000 ppm	1.33	27	0.04		B	C
Arena	0 ppm	1.30	27	0.04			C
Turba	6000 ppm	1.30	27	0.04			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% BROTAÇÃO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% brotes	243	0.40	0.38	19.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	2.29	2	1.14	28.24	<0.0001
AIB	0.29	2	0.14	3.54	0.0306
Sustrato*AIB	0.53	4	0.13	3.29	0.0119
Error	9.39	232	0.04		
Total	15.71	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07421

Error: 0.0405 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.			
Turba	1.19	81	0.02	A		
Perlita	1.03	81	0.02		B	
Arena	0.96	81	0.02			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07421

Error: 0.0405 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.		
6000 ppm	1.09	81	0.02	A	
0 ppm	1.08	81	0.02	A	B
3000 ppm	1.01	81	0.02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17024

Error: 0.0405 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.				
Turba	0 ppm	1.27	27	0.04	A			
Turba	6000 ppm	1.17	27	0.04	A	B		
Turba	3000 ppm	1.13	27	0.04	A	B	C	
Perlita	6000 ppm	1.10	27	0.04	A	B	C	
Perlita	3000 ppm	1.03	27	0.04		B	C	D
Arena	0 ppm	1.00	27	0.04		B	C	D
Arena	6000 ppm	1.00	27	0.04		B	C	D
Perlita	0 ppm	0.97	27	0.04			C	D
Arena	3000 ppm	0.87	27	0.04				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% SOBREVIVENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% sobrevivencia	243	0.32	0.29	12.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	1.53	2	0.76	23.63	<0.0001
AIB	0.65	2	0.32	10.01	0.0001
Sustrato*AIB	0.57	4	0.14	4.44	0.0018
Error	7.49	232	0.03		
Total	10.97	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06629

Error: 0.0323 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Perlita	1.60	81	0.02	A
Turba	1.47	81	0.02	B
Arena	1.41	81	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06629

Error: 0.0323 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
0 ppm	1.54	81	0.02	A
3000 ppm	1.51	81	0.02	A
6000 ppm	1.42	81	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15205

Error: 0.0323 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.	
Perlita	3000 ppm	1.60	27	0.03	A
Perlita	6000 ppm	1.60	27	0.03	A
Turba	0 ppm	1.60	27	0.03	A
Perlita	0 ppm	1.60	27	0.03	A
Turba	3000 ppm	1.47	27	0.03	A
Arena	3000 ppm	1.47	27	0.03	A
Arena	0 ppm	1.43	27	0.03	B
Arena	6000 ppm	1.33	27	0.03	B
Turba	6000 ppm	1.33	27	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE BROTES (MM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud brotes (mm)	243	0.13	0.09	107.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	533.63	2	266.81	13.19	<0.0001
AIB	1.46	2	0.73	0.04	0.9645
Sustrato*AIB	5.57	4	1.39	0.07	0.9913
Error	4693.19	232	20.23		
Total	5391.87	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.65887

Error: 20.2292 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Turba	6.26	81	0.50	A
Perlita	3.41	81	0.50	B
Arena	2.89	81	0.50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.65887**

Error: 20.2292 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
6000 ppm	4.27	81	0.50	A
0 ppm	4.20	81	0.50	A
3000 ppm	4.08	81	0.50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.80526**

Error: 20.2292 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.	
Turba	6000 ppm	6.46	27	0.87	A
Turba	3000 ppm	6.29	27	0.87	A
Turba	0 ppm	6.03	27	0.87	A
Perlita	0 ppm	3.54	27	0.87	A
Perlita	3000 ppm	3.37	27	0.87	A
Perlita	6000 ppm	3.31	27	0.87	A
Arena	6000 ppm	3.04	27	0.87	A
Arena	0 ppm	3.04	27	0.87	A
Arena	3000 ppm	2.58	27	0.87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE RAÍZ MÁS LARGA (MM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz más larga.	243	0.28	0.24	64.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	35665.09	2	17832.54	38.94	<0.0001
AIB	1982.61	2	991.30	2.16	0.1171
Sustrato*AIB	2462.25	4	615.56	1.34	0.2544
Error	106256.08	232	458.00		
Total	146713.21	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.89325

Error: 458.0004 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Turba	50.40	81	2.38	A
Perlita	25.17	81	2.38	B
Arena	24.26	81	2.38	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.89325

Error: 458.0004 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
6000 ppm	37.26	81	2.38	A
0 ppm	31.85	81	2.38	A
3000 ppm	30.72	81	2.38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=18.10620

Error: 458.0004 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Turba	6000 ppm	59.32	27	4.12	A	
Turba	0 ppm	48.43	27	4.12	A	
Turba	3000 ppm	43.46	27	4.12	A	B
Perlita	6000 ppm	29.14	27	4.12		B C
Arena	0 ppm	25.68	27	4.12		B C
Perlita	3000 ppm	24.93	27	4.12		C
Arena	3000 ppm	23.76	27	4.12		C
Arena	6000 ppm	23.32	27	4.12		C
Perlita	0 ppm	21.44	27	4.12		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

NÚMERO RAÍCES (N°)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número raíces (N°)	243	0.21	0.18	90.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	973.49	2	486.74	26.68	<0.0001
AIB	30.65	2	15.33	0.84	0.4330
Sustrato*AIB	54.81	4	13.70	0.75	0.5582
Error	4232.36	232	18.24		
Total	5359.61	242			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.57533

Error: 18.2429 gl: 232

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Turba	7.15	81	0.47	A	
Arena	4.80	81	0.47		B
Perlita	2.25	81	0.47		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.57533**

Error: 18.2429 gl: 232

AIB	Medias	n	E.E.	
3000 ppm	5.23	81	0.47	A
6000 ppm	4.49	81	0.47	A
0 ppm	4.47	81	0.47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.61362**

Error: 18.2429 gl: 232

Sustrato	AIB	Medias	n	E.E.		
Turba	0 ppm	7.33	27	0.82	A	
Turba	6000 ppm	7.07	27	0.82	A	
Turba	3000 ppm	7.04	27	0.82	A	
Arena	3000 ppm	6.22	27	0.82	A	
Arena	6000 ppm	4.15	27	0.82	A	B
Arena	0 ppm	4.04	27	0.82	A	B
Perlita	3000 ppm	2.44	27	0.82		B
Perlita	6000 ppm	2.26	27	0.82		B
Perlita	0 ppm	2.04	27	0.82		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)