

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA



Efecto del tamaño de arena y hormonas naturales en el enraizamiento y sobrevivencia de estaquillas de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) en cámaras de sub-irrigación, Ucayali-Perú

*Tesis para optar el título profesional de
Ingeniero Agroforestal Acuícola*

Presentado por:
Br. Ríos Fasanando, Jill Alexandra

Ucayali – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERIA AGROFORESTAL ACUICOLA

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

ANEXO 16 ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Yarinacocha, en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, en el Auditorio blanco, siendo las 10:00 horas del día miércoles 05 de abril del 2023, se reunieron los miembros del Jurado de Tesis presidido por el Ing. M.Sc. Gumerindo Andrés Castillo Quiliano, teniendo como miembros a la Ing. MSc. Octavio Galván Gildemeister y al Ing Mg. Manuel Chuyma Tomaylla, para la sustentación de tesis elaborada por la Bachiller **RIOS FASANANDO, JILL ALEXANDRA**, quien expuso la tesis titulada:

Efecto del tamaño de arena y hormonas naturales en el enraizamiento y sobrevivencia de estaquillas de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) en cámaras de sub-irrigación, Ucayali-Perú a fin de optar el título de INGENIERO AGROFORESTAL ACUICOLA.

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolido según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

Presidente	Ing. MSc. Gumerindo Andrés Castillo Quiliano	23
Miembro	Ing. MSc. Octavio Galván Gildemeister	23
Miembro	Ing. Mg. Manuel Mario Chuyma Tomaylla	26
Promedio		24

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como **Bueno** asignándole un calificativo de **24 puntos**, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia.

Siendo las **11:42** horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

 Ing. M Sc. Gumerindo Andrés Castillo Quiliano Presidente	 Ing. MSc. Octavio Galvan Gildemeister Miembro
 Ing. Mg. Manuel Mario Chuyma Tomaylla Miembro	

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo FICA (Todas con firmas en original).



UNIVERSIDAD NACIONAL
INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA

Licenciada con Resolución N° 131-2018-SUNEDU/CD

BIBLIOTECA
CENTRAL

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA

N°036 - 2023

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

**EFFECTO DEL TAMAÑO DE ARENA Y HORMONAS NATURALES EN EL
ENRAIZAMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS DE
CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM (CAPIRONA) EN CÁMARAS DE SUB-
IRRIGACIÓN, UCAYALI-PERÚ.**

Cuyo autor es : RÍOS FASANANDO, JILL ALEXANDRA.

Facultad : FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Profesional : INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA.

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 12%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si está dentro de los límites aceptables de similitud, por lo que Si se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 01/08/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL
DE LA AMAZONIA - UCAYALI

Dr. Jesús Taylor Dávila Francia
Jefe de la Oficina de Biblioteca Central

La primera universidad intercultural del Perú



biblioteca_central@unia.edu.pe

www.unia.edu.pe

arretera a San José 0.63 Km. Yarinacocha - Ucayali - Perú

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerza, salud, estar conmigo en cada momento, cuidarme y darme fortaleza para continuar aún en los momentos más difíciles.

Con infinito amor y admiración a mi familia:

A mi mamita Beldi que está en el cielo y desde ahí me cuida, a mi hijita Kayla Beldi, a mi tía Esther y mis hermanos por apoyarme y guiarme día a día por el camino del bien con el más profundo amor, por sus sabios consejos, comprensión, esfuerzo y sacrificio que realizan en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Escuela Profesional Ingeniería Agroforestal Acuícola (FICA) por sus enseñanzas y conocimientos en mi formación profesional.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) sede Ucayali, por haberme brindado las instalaciones del vivero forestal, el apoyo técnico, logístico y económico.

Al Ing. Wilson Guerra Arévalo, investigador del IIAP que brindó su tiempo en este proyecto, además de sus valiosos consejos y orientaciones estadísticas impartidas.

A la Ing. Luisa Riveros Torres, asesora del proyecto de tesis, por cederme su tiempo, sus preciados consejos y más aún por la amistad brindada desde mi etapa universitaria.

A Rony Ríos y Wilson Saldaña, técnicos y amigos del IIAP, por su apoyo en las labores de campo, para la ejecución exitosa del proyecto.

A todas las personas que de alguna u otra forma decidieron involucrarse en la implementación del presente estudio.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Antecedentes de la investigación.....	14
2.2. Generalidades de <i>Calycophyllum spruceanum</i>	17
2.2.1. Taxonomía.....	17
2.2.2. Descripción botánica y morfología.....	17
2.2.3. Aspectos reproductivos y propagación.....	18
2.2.4. Distribución geográfica y ecología.....	18
2.2.5. Características requeridas de sitio.....	18
2.2.6. Usos.....	19
2.3. La Propagación vegetativa.....	19
2.3.1. Importancia de la propagación vegetativa.....	20
2.3.2. Métodos de propagación vegetativa.....	20
2.3.3. Propagación por estacas o estaquilla.....	21
2.3.4. Fuente de material para propagación.....	21
2.3.5. Factores que afectan la capacidad de enraizamiento.....	22
2.3.5.1. Selección del material para estacas, estaquillas o miniestacas.....	22
2.3.5.2. Condición fisiológica de la planta madre.....	22
2.3.5.3. Topófisis.....	22
2.3.5.4. Área foliar.....	22
2.3.5.5. Longitud de la estaca o estaquilla.....	23
2.3.5.6. Diámetro de estacas o estaquillas.....	23
2.3.5.7. Propagadores o medios de enraizamiento.....	23
2.3.5.8. Humedad relativa de las estaquillas.....	23
2.3.5.9. Temperatura ambiental.....	24
2.3.5.10. Luz.....	24
2.3.5.11. Sustrato, arena de río.....	24
2.3.6. Reguladores de crecimiento.....	25
2.3.7. Hormonas vegetales naturales.....	28

2.3.7.1.	Extracto de Sapo huasca	28
2.3.7.2.	Agua de coco	29
2.3.7.3.	Miel de abeja	30
III.	MÉTODOS.....	31
3.1.	Ubicación y descripción del área de estudio.....	31
3.2.	Identificación y descripción del material experimental	31
3.3.	Procedimiento experimental	31
3.3.1.	Manejo del huerto yemero.....	31
3.3.2.	Características de la cámara de sub-irrigación.....	32
3.3.3.	Preparación de sustrato (arena)	32
3.3.4.	Preparación de las hormonas naturales	33
3.3.5.	Obtención de brotes juveniles de plantas de capirona.....	34
3.3.6.	Preparación de las estaquillas.....	34
3.3.7.	Aplicación de la hormona natural	35
3.3.8.	Instalación de las estaquillas dentro de la cámara de sub irrigación	36
3.3.9.	Cuidados durante el periodo de enraizamiento.....	36
3.3.10.	Toma de datos meteorológicos	36
3.3.11.	Evaluaciones del proceso de enraizamiento	36
3.3.12.	Diseño de investigación.....	36
3.3.13.	Esquema del diseño.....	37
3.3.14.	Diseño estadístico	37
3.3.15.	Modelo matemático	37
3.3.16.	Tratamientos	38
3.3.17.	Condiciones ambientales en la cámara de sub-irrigación	39
3.4.	Evaluación de Variables.....	40
3.4.1.	Porcentaje de enraizamiento (%).....	40
3.4.2.	Porcentaje de sobrevivencia (%)	41
3.4.3.	Porcentaje de callosidad (%)	41
3.4.4.	Porcentaje de brotación (%)	41
3.4.5.	Número de raíces promedio (N°).....	42
3.4.6.	Longitud de raíz(mm)	42
3.5.	Recolección y procesamiento de datos	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1.	Porcentaje de enraizamiento (%)	44
4.2.	Porcentaje de sobrevivencia (%)	46

4.3.	Número de raíces (N°)	49
4.4.	Porcentaje de callosidad (%).....	51
4.5.	Porcentaje de brotes (%).....	54
4.6.	Longitud de raíz(mm)	56
V.	CONCLUSIÓN	59
VI.	RECOMENDACIÓN	60
VII.	BIBLIOGRAFÍA	61
VIII.	ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Granulométrica de Kopecky	25
Cuadro 2. Reguladores de crecimiento vegetal	27
Cuadro 3. Valor nutricional del agua de coco.....	29
Cuadro 4. Valor nutricional de la miel de abeja	30
Cuadro 5. Factores y niveles.	38
Cuadro 6. Combinaciones entre los niveles de los factores	38
Cuadro 7. Medidas de resumen de porcentaje de enraizamiento (%)	44
Cuadro 8. Prueba de comparación de medias Scott & Knott en porcentaje de enraizamiento (%).....	44
Cuadro 9. Medidas de resumen de porcentaje de sobrevivencia (%).....	47
Cuadro 10. Prueba de comparación de medias Scott & Knott en porcentaje de sobrevivencia (%)	47
Cuadro 11. Medidas de resumen de Número de raíces (N°).....	49
Cuadro 12. Prueba comparación de medias Scott & Knott del Número de raíces (N°).....	50
Cuadro 13. Medidas de resumen de porcentaje de callosidad (%).....	52
Cuadro 14. Prueba de comparación de medias Scott & Knott del porcentaje de callosidad (%).....	52
Cuadro 15. Medidas de resumen de porcentaje de brotes (%).....	54
Cuadro 16. Prueba de comparación de medias Scott & Knott del porcentaje de brotes (%).....	54
Cuadro 17. Medidas de resumen de Longitud (mm)	56
Cuadro 18. Prueba comparación medias Scott & Knott, Longitud de raíz (mm)	57

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño de la cámara de sub-irrigación	32
Figura 2. Partes de un brote, tres tipos de posición de la estaquilla.....	35
Figura 3. Variación de temperatura y humedad relativa en cámara de sub irrigación	39
Figura 4. Relación temperatura (°C), humedad relativa (%) e intensidad lumínica	40
Figura 5. Porcentaje de enraizamiento (%) a 40 días en cámara de subirrigación	45
Figura 6. Porcentaje de sobrevivencia (%) a 40 días en cámara de subirrigación.....	48
Figura 7. Número de raíces (N°) a 40 días en cámara de subirrigación.....	50
Figura 8. Porcentaje de callosidad (%) a 40 días en cámara de subirrigación.....	53
Figura 9. Porcentaje de brotes (%) a 40 días en cámara de subirrigación	55
Figura 10. Longitud de raíz (mm) a 40 días en cámara de subirrigación	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Corrida estadística de variables enraizamiento, sobrevivencia, entre otros.....	75
Anexo 2. Croquis de ubicación del vivero forestal del IIAP-Ucayali	82
Anexo 3. Limpieza y fertilización del jardín clonal de <i>C. spruceanum</i> (capirona).....	83
Anexo 4. Lavado de los sustratos arena, tamizado y desinfección de sustratos.....	84
Anexo 5. Construcción y diseño de la cámara de sub – irrigación.....	84
Anexo 6. Extracción de la hormona natural de agua de coco	85
Anexo 7. Preparación de la hormona natural de sapo huasa	86
Anexo 8. Procedimiento experimental.....	86
Anexo 9. Evaluación de los tratamientos.....	87
Anexo 10. Evaluación de las variables bioclimáticas en la camara de subirrigacion.....	89
Anexo 11. Formulario de evaluación <i>C.spruceanum</i> en cámara de sub-irrigación	90
Anexo 12. Análisis cromatográfico de gases de hojas y tallos de sapo huasca.....	91
Anexo 13. Base de datos del experimento.....	95

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue determinar el efecto del tamaño de arena y hormonas naturales en el enraizamiento y sobrevivencia de estaquillas de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) en cámaras de sub-irrigación, Ucayali-Perú, carretera Federico Basadre km 12,400. Se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA) bifactorial con: i) 4 hormonas naturales: (extracto de sapo huasca, agua de coco, miel de abeja y testigo sin hormona) y ii) 3 tipos de sustratos, basados en la granulometría de arenas (fina, media y gruesa). En total fueron 12 tratamientos con 24 repeticiones, evaluando un total de 288 estaquillas de capirona en todo el experimento. Antes del procesamiento de los datos se comprobó los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad, ($p < 0.05$) y la prueba de comparación de medias Scott & Knott entre los tratamientos para evidenciar el nivel de significancia estadística. Se evaluó cada veinte días las variables enraizamiento (%), número de raíces (N°), sobrevivencia (%), callosidad (%), brotes (%) y longitud de raíz (mm), durante 40 días. Entre los tratamientos más efectivos, se obtuvo que el T8 (interacción agua de coco y sustrato arena media), influenciaron de forma significativa ($p \leq 0.05$) en el enraizamiento de estaquillas de *C. spruceanum* con 70.83%; logrando además 91.67 % como máximo valor en sobrevivencia y porcentaje de brotes, con 87.50% de porcentaje de callosidad, 5.93 mm de longitud de raíz por estaquilla y con el T11 (sapo huasca con arena gruesa), se lograron importantes resultados teniendo 29 % en enraizamiento, 70.83 % de sobrevivencia, 66.67 % de callosidad y 66.67 % de brotes.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of sand size and natural hormones on the rooting and survival of *Calycophyllum spruceanum* (capirona) cuttings in sub-irrigation chambers, Ucayali-Peru, Federico Basadre highway km 12,400. A bifactorial Complete Random Design (DCA) was used with: i) 4 natural hormones: (toad huasca extract, coconut water, honey bee and control without hormone) and ii) 3 types of substrates, based on the granulometry of sands (fine, medium and coarse). In total there were 12 treatments with 24 repetitions, evaluating a total of 288 capirona cuttings throughout the experiment. Before data processing, the assumptions of variance homogeneity and normality were verified ($p < 0.05$) and the Scott & Knott comparison test of means between the treatments to demonstrate the level of statistical significance. The variables rooting (%), number of roots (N°), survival (%), callosity (%), shoots (%) and root length (mm) were evaluated every twenty days for 40 days. Among the most effective treatments, it was found that T8 (coconut water and medium sand substrate interaction) significantly influenced ($p \leq 0.05$) the rooting of *C. spruceanum* cuttings with 70.83%; also achieving 91.67 % as the maximum value in survival and shoot percentage, with 87.50% callus percentage, 5.93 mm root length per cutting and with T11 (huasca toad with coarse sand), important results were achieved having 29 % in rooting, 70.83% survival, 66.67% callosity and 66.67% shoots.

I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonia Peruana, la deforestación es una de las principales amenazas que enfrenta el país, pues genera enormes riesgos en zonas degradadas, que han perdido su capacidad de proveer servicios ecosistémicos y que son vulnerables al clima (MINAM 2017). Del 2001 al 2021, el Perú ha perdido un total de 2 774,562 ha de bosques amazónicos; y Ucayali ha sido la región con mayor deforestación con un área de 506,423 ha; debido a muchas actividades antropogénicas, donde el cambio de uso del suelo fue la principal causa (GEOBOSQUES 2021; MINAM y MINAGRI 2017). Es importante resaltar que entre el 2016 al 2019, en el Perú se extrajo cerca de 258,624 metros cúbicos de madera de la especie *Calycophyllum spruceanum* (capirona), volumen que corresponde a la producción de madera rolliza, madera aserrada y parquet (IIAP 2021).

Los bosques de la amazonia peruana, muestra una alta diversidad de especies forestales, soportan alta presión y extracción exclusiva de especies de gran valor que cuentan con mayor afluencia en el mercado nacional e internacional de madera para la elaboración de pisos (Flores 2010), una de ellas corresponde es *Calycophyllum spruceanum* (capirona), que a la fecha no cuenta con plantaciones comerciales, solo se realiza investigaciones, obteniéndose solo madera procedente de regeneración natural; el que es insuficiente para cubrir las necesidades crecientes de la industria (Ushiñahua 2016). Según Baluarte (1995), menciona que *C. spruceanum*, es una especie de comportamiento monomodal estricto, que muestra floración y fructificación cada año en época seca, lo cual dificulta la disponibilidad de semilla, para la producción de plántones todo el año. Lipenský (2010), indica que los productores no tienen acceso a plántones de especies forestales que son de alta calidad, para las instalaciones de sistemas agroforestales con fines maderables, que es una alternativa viable para saciar la demanda del mercado nacional e internacional y con ello ayudar a minimizar la tasa de deforestación, ante ello una alternativa es la propagación vegetativa o asexual.

Sin embargo, en propagación vegetativa o asexual, no existe investigación o experiencia en el uso de hormonas naturales para el enraizamiento de estacas de *Calycophyllum spruceanum* (Vallejos *et al.* 2014). El ácido indol 3 butírico (AIB) es una hormona sintética de baja toxicidad que ha favorecido la obtención de protocolos de enraizamiento de estacas bajo la técnica de la propagación vegetativa o asexual. En ese sentido, para que el investigador o productor pueda propagar esta especie, es necesario probar otras alternativas como las hormonas naturales, que se encuentran presentes en la miel de abeja

(*Apis mellifera*), extracto de sapo huasca (*Cissus verticillata*) y agua de coco (*Cocos nucifera*) entre otros, que pueden favorecer en el crecimiento de raíces de las estaquillas de capirona, acelerando el tiempo de formación de raíces. Asimismo, conocer el adecuado tipo de granulometría del sustrato (arena fina, media y gruesa), que pueda proporcionar la circulación del agua, conservar la humedad sin exceso, y así facilitar el crecimiento de raíces en las estaquillas. Por tanto, los objetivos específicos de la investigación fueron: i) evaluar el efecto del tamaño de arenas fina, media y gruesa y ii) evaluar el efecto de hormonas naturales (miel de abeja, extracto de sapo huasca, agua de coco y sin hormona), en el enraizamiento y sobrevivencia de estaquillas de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) en cámara de subirrigación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1 A nivel local

Enciso (2007), investigó el porcentaje de enraizamiento de estacas de *Plukenetia volúbilis* L. (sacha inchi), utilizando 3 dosis de extracto de sapo huasca (25%, 50%, 100%) en condiciones de vivero, encontró que con dosis de 50% y 100% hubo diferencias significativas en un 53 y 48 % de enraizamiento respectivamente; de 75 y 86 % de brotación y 6,75 y 7,53 cm de longitud de raíces respectivamente.

Espinoza (2011), realizó un trabajo de investigación en enraizamiento de estacas semi leñosas de 20 cm. de longitud con 4 nudos y una hoja recortada a la mitad por estaca de *Theobroma cacao* L. (cacao), utilizando 4 dosis de 25%, 50%, 75%, 100% de extracto de sapo huasca. Encontró significancia estadística en todas las variables destacando la dosis de 100% extracto de sapo huasca, con un porcentaje de enraizamiento de 56.25%, brotación 79.16% y longitud de raíces 6.25 cm.

Dahua (2018), comprobó el aumento de la concentración de la hormona ácido-3-indolbutirico (AIB) en la producción y enraizamiento de clones de estacas juveniles de *Croton matourensis* Aubl (aucatadijo) y *Simarouba amara* Aubl (marupa), especies de rápido crecimiento y con potencial para ser utilizado en plantaciones comerciales. Se probó el efecto de cuatro dosis (6000; 8000; 10000 y 12000 ppm) de AIB en marupa y seis dosis (0; 2000; 4000; 6000; 8000 y 10000 ppm) para el caso aucatadijo, obteniendo mejor resultado con la dosis más alta de AIB 41.7% de enraizamiento, en las estacas de tipo apical en marupa y 12.5% en aucatadijo.

Flores (2010), investigó el porcentaje de enraizamiento de estaquillas juveniles de *Amburana cearensis* (ishpingo) en cámaras de sub-irrigación, utilizando cinco proporciones de ácido-3-indolbutirico AIB (0, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm); y tres sustratos (gravilla, arena gruesa y arena fina). Consiguió buenos resultados con 8000 ppm de AIB y arena gruesa (1-2 mm); obteniendo un 90% en enraizamiento y sobrevivencia, número de raíces promedio (2.2) y una longitud promedio (20.1 mm).

Lipenský (2010), determinó el efecto de enraizamiento en cámaras de sub -irrigación de *Calycophyllum spruceanum* (capiróna), utilizando 4 dosis de AIB, arena blanca fina como sustrato, longitud de estaquillas de 7 cm y estaquillas con una sola hoja. Obtuvo mejor resultado con la dosis de 2000 ppm de ácido-3-indolbutírico (AIB) un porcentaje de enraizamiento de 80% a los 21 días.

Mueras (2010), encontró que esquejes de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) de la parte media (sección intermedia), instaladas con sustrato de arena fina y con 4,000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), obtuvo un porcentaje de enraizamiento de 70%, callos con 73%, sobrevivencia de 85%, en relación con los demás tratamientos (apical y basal).

Vidal (2010), con dosis de 8000, 5000, 3000 y 1000 ppm de AIB y sustratos de grava fina, arena fina, arena gruesa, estaquillas apical media y basal, en *Simarouba amara* (marupa), obtuvo un 64% de enraizamiento, 70.8% porcentaje de callos, y una sobrevivencia de 95.2%, para la concentración de 8000 ppm de AIB con la interacción sustrato perlita y estaca media, a 30 días de instalado el ensayo.

2.1.2 A nivel nacional

Aquino (2020), en el enraizamiento de *Cantua buxifolia* y *Cantua tomentosa* (cantuta), con seis fitohormonas naturales (extracto de sauce, de álamo, de rhizobium, infusión de canela y un sintético Phyllum Max R (testigo); resultando que la hormona rhizobium, logro una brotación de raíces en 50 días con 37.89 hojas por estaca, engrosamiento de rebrote con 0.40 cm, prendimiento de 66.67%, altura de rebrote de 18.84 cm, crecimiento radicular de 23.47 cm, y un mayor volumen radicular con 23.89 cm³.

Groneth (2009), estudio el enraizamiento de estacas de *Swietenia macrophylla* G. King. (caoba), con cuatro dosis de 0, 2000, 4000 y 8000 ppm de AIB y, como sustrato arena media; obtuvo que con 4000 ppm de AIB el mayor enraizamiento con 62%, número de raíces, longitud de raíz mayor y brotación con estacas de un foliolo de 18 cm².

Huarhua (2017), propagó vegetativamente esquejes de *Polylepis incana* (queñua) empleando enraizadores como e0: testigo, e1: agua de coco y e2: extracto de sauce y tres sustratos como s0: testigo, s1: turba 50% + arena 25% + humus 25%, s2: turba 50% + arena 50% y s3: turba 50% + humus 50%. Obteniendo a los 90 días del experimento con la

combinación enraizador-sustrato, tuvo el mejor resultado la combinación (e1s1), con un máximo porcentaje de prendimiento de los esquejes 94.67 %.

Mendez (2016) en la propagación vegetativa en la especie *Tectona grandis* L. f. (teca), utilizó cinco dosis de la fitohormona trihormonal (TRIGRR) 0, 35, 70, 140 y 210 ml y nueve estacas por tratamiento, teniendo un total 480 estacas. Encontró que con la dosis de 35 ml de (TRIGRR) tuvo un 50 % de prendimiento de las estacas, enraizamiento un total de 46 estacas, con un crecimiento longitudinal de raíz de 2.24 cm.

Salcedo (2009), utilizó dos concentraciones 200 y 400 ppm de ácido indolacético (AIA) en el enraizamiento de estacas juveniles de *Calycophyllum spruceanum*, instalados en cámara de sub irrigación, determinando el tiempo del crecimiento de las raíces de estacas, porcentaje de estacas enraizadas, diámetro de brotes enraizados e incremento en altura. Obteniendo a los 21 días del experimento un enraizamiento de 43% con la dosis de 200 ppm de AIA.

Vallejos *et al.* (2014) realizaron un ensayo de enraizamiento con *Calycophyllum spruceanum* (capirona) utilizando 3 dosis de AIB, pellets de jiffys como sustrato y estaquillas con 1 y 2 hojas. Obteniendo a los 12 días del experimento con la dosis de 3000 ppm de AIB, estaquillas con dos hojas y un enraizamiento del 99.00%.

2.1.3. A nivel internacional

Miranda (2016), investigó la propagación vegetativa de los esquejes de *Eucalyptus viminalis* (eucalipto) instalados en una cámara de sub-irrigación, utilizo como sustrato (75% turba, 15% arena, 5 % tierra del lugar y 5% de compost) y tres dosis del enraizador natural agua de coco: T1 dosis baja (250 cc/4L agua), T2 dosis media (500 cc/4L agua), T3 dosis alta (750 cc /4L agua), T0 testigo (4L agua), siendo el mejor resultado el T3, con un máximo porcentaje de prendimiento de los esquejes 70%.

Patiño *et al.* (2011) determinó el efecto inductor en el brotamiento de cuatro cormos de *Dracontium grayumianum* (hierba equis), sembrados en bolsas de polietileno con 600 g de tierra orgánica, con endospermo liquido de coco (agua de coco) de frutos verdes. Obteniendo a los 34 días de siembra, un porcentaje de brotamiento del 83,25%.

Quispe (2018), investigo las hojas de sauce como medio enraizador en esquejes de álamo en cámaras de sub-irrigación. Teniendo seis tratamientos T1: riego tradicional con sauce

molido; T2: riego tradicional con infusión de sauce; T3: altura de agua de 10 cm con sauce molido; T4: altura de agua de 10 cm con infusión de sauce; T5: altura de agua de 20 cm con sauce y T6: altura de agua de 20 cm con infusión de sauce. Las comparaciones revelan que los esquejes con riego capilar tienen un prendimiento de 37,2 %, con 12,3 cm de longitud de raíz y una altura de 10,8 cm de planta, en comparación con el riego tradicional que logro 7,7 % de prendimiento, 7,0 cm de longitud de raíz y 8,0 cm de altura de planta. Por otro lado, demostró únicamente significancia en la longitud de raíz hasta 10,6 cm con el extracto de sauce molido y 8,6 cm con la infusión de sauce.

Vivanco (2009), estudio la eficacia de diferentes dosis de tres tipos de enraizadores (bioplus, hormonagro y enraizador universal) en la propagación asexual de *Hypericum sp*, obteniendo 56.33 % de plantas enraizadas con el tratamiento 7=1gr/litro de hormonagro a diferencia con los demás tratamientos fueron menores.

2.2. Generalidades de *Calycophyllum spruceanum*

2.2.1. Taxonomía

Según Mostacero *et al.* 2002, citado por Vargas (2012).

Reino: Plantae

División: Fanerógama

Sub división: Angiosperma Clase: Equisetopsida C. Agardh.

Orden: Gentianales Juss. Ex Bercht. & J. Presl.

Familia: Rubiaceae.

Nombre Científico: *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Ex. Schuman.

Nombres Comunes: “capirona”, “capirona negra”.

2.2.2. Descripción botánica y morfología

Árbol que crece de 50 a 120 cm de diámetro y 20 a 35 m de alto, fuste cilíndrico y recto, copa en el último tercio, corteza externa lisa, color verde, homogéneo, lustroso, dando la impresión de un poste bien pulido, provisto de ritidoma papiráceo rojizo que se desprende en placas grandes e irregulares. Las ramitas terminales tienen sección circular o aplanadas en las zonas terminales, de 5-6 mm, provistas de lenticelas blanquecinas. Hojas simples opuestas decusadas, peciolo de 1,5 a 2,5 cm de longitud, acanalados, láminas elípticas u oblongas de 5 a 10 cm de longitud y 3 a 5 cm de ancho, enteras, ápice agudo, cortamente acuminado, nerviación pinnada (Reynel *et al.* 2003). Los mismos autores señalan que presenta inflorescencia en cimas terminales de 10 a 15 cm de longitud, provistas de

numerosas flores. Flores hermafroditas de 1 a 1,5 cm de longitud, cuando tiernas envueltas totalmente en una bráctea. El fruto es en cápsulas pequeñas, elipsoide-alargadas de 5 a 8 mm de longitud, pubescente en su superficie, al madurar se abren en dos valvas, las semillas son diminutas, aladas y alargada. Palomino y Barra (2003) señalan que las semillas sin alas miden 2,3 mm y con alas 4 a 8 mm de largo.

2.2.3. Aspectos reproductivos y propagación

Según Flores (2019), *C. spruceanum* tiene entre 10 a 30 semillas por fruto. La floración dura de dos a cuatro meses (marzo a junio) y fructifica anualmente. La maduración de los frutos empieza de 3 hasta 5 meses y en el mes de agosto empieza la diseminación de semillas, pero alcanza su máxima intensidad en los meses de septiembre y octubre. Con respecto al porcentaje de germinación el mismo autor menciona que es de 30 a 50%; la viabilidad de la semilla al medio ambiente es de 180 días y en refrigeración no más de 360 días; el periodo de germinación de 25 a 40 días aproximadamente y el repique oportuno es de los 40 a 50 días con plántulas de 2 a 3 cm de altura y 6 a 8 hojas.

Por su parte, Palomino y Barra (2003), señalan que el porcentaje de germinación de semillas frescas en condiciones de vivero es de 87%; la viabilidad disminuye progresivamente hasta 10% al medio ambiente durante seis meses; el mantenimiento de la semilla al medio ambiente tiene un periodo de seis meses y en refrigeración no más de un año.

2.2.4. Distribución geográfica y ecología

Flores (2019), menciona que esta especie se distribuye en países como: Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. En nuestro país se encuentra en las regiones de: Ucayali, Loreto, Amazonas, San Martín, Huánuco, Junín, Madre de Dios y Pasco. El rango altitudinal va por debajo de los 1200 m.s.n.m. Pertenece al gremio ecológico de las especies heliófita durable, de crecimiento rápido, además, precisa de luminosidad en claros pequeños o sitios abiertos para desarrollarse, en sucesiones secundarias pueden abundar en sucesiones homogéneas. Por otro lado, Reynel *et al.* (2003) respecto a la altitud señala que va hasta los 700 m.s.n.m. y que se desarrolla principalmente en bosques primarios.

2.2.5. Características requeridas de sitio

Calycophyllum spruceanum se desarrolla en las condiciones de precipitación de más de 3000 mm/año; en suelos de una textura franco limoso, franco arenoso, franco, franco arcillo arenoso, franco arcilloso y franco arcillo limoso. Tiene mucha tolerancia a la inundación, con el pH desde 5 a 6,5, con baja tolerancia a suelos compactos, sin embargo, alta tolerancia

a las inundaciones (Flores 2019).

Soudre 2010 dice que en las plantaciones de 5.5 años en diferentes sitios geográficas en Ucayali, el diámetro fue de 2,39 cm y con la altura de 2,23 m siendo el mejor crecimiento medio anual con suelos de pH 7 y con 40 % de limo y 50 % de arcilla; sin embargo se tuvo cantidades al 10 % de arena donde fue poco favorables su crecimiento; asimismo hubo una buena fertilidad de mayor productividad en suelos de origen aluvial, con texturas tendientes a finas, drenaje moderado es donde logra su mejor expresión volumétrica y crece en forma de rodales naturales. Según Ushiñahua (2016), puede incrementar entre 4 a 6 milímetro de DAP/año, por ser de rápido crecimiento. Según Ugarte y Domínguez 2010 en un estudio sobre el índice de sitio de las plantaciones forestales de la especie capirona en la cuenca del río Aguaytía, sugiere plantar en zonas de precipitación mayor a 2500 mm/año, por tener mayor crecimiento en diámetro promedio de 12,7 centímetro a los 64 meses de edad y son menores en las zonas aluviales de la cuenca donde la precipitación es menor y el diámetro promedio fue de 4,3 centímetro, teniendo una relación directa entre la precipitación pluvial y el crecimiento.

2.2.6 Usos

Madera dura, de alta calidad, pesada de grano recto a ondulado y textura fina, óptima durabilidad, usada para las construcciones rural (puntales, travesaños) Reynel y Pennington (2003). Tiene buenas cualidades para carpintería y moldurado. Recientemente a nivel nacional tiene demanda para la producción de parquet. Su poder calorífico es muy alto y arde aun estando fresca (Reynel *et al.* 2003). Según Flores en el año 2019, es empleada en construcción de mueblería y su corteza es buena para infecciones oculares, diabetes y males ováricos; su sabia tiene muchas propiedades cosméticas, borra manchas, cicatrices de la piel y previene arrugas. Sibille en el año 2006 y Flores en el año 2019 indicó que tiene resistencia media al ataque de hongos y termitas, no requiere preservación, es durable principalmente fuera del contacto con el suelo, se sugiere apilarla con separadores para evitar la aparición de hongos cromógenos.

2.3. La Propagación vegetativa

La propagación vegetativa clonal, es la obtención de nuevos individuos a partir de las partes vegetativas (ramas, raíces, tallos, hijuelos, rebrotes o tejidos celulares). Los tejidos vegetales conserven su potencial de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de la información genética que llevan para generar una nueva planta (Vásquez *et al.* 1997; Quijada 1980; Rojas *et al.* 2004). Además, la propagación

vegetativa asegura que todos los individuos muestran que son genéticamente idénticos (clones) y disminuye el origen de tipos recombinantes (Murillo *et al.* 2013). Esta planta es genéticamente igual entre sí y con la planta madre, pero puede ser que a veces no se observe los rasgos fenotípicos del individuo original a consecuencia que tiene que ser influenciado por la variación ambiental, pero si es idéntico al original (Sevilla y Holle 2004; Soudre *et al.* 2008).

2.3.1 La importancia de la propagación vegetativa

La propagación vegetativa asexual facilita el desarrollo de bancos clonales o huertos semilleros para la producción de semillas o propágulos vegetativos a una gran escala y el establecimiento de plantaciones clonales. Para fines de reforestación se colocan las estaquillas de especies forestales dentro de una cámara de subirrigación, para lograr la emisión de raíces y brotación de la parte aérea hasta obtener una nueva planta (Rojas *et al.*, 2002 citado por Cervantes 2011). Gárate (2010) considera que es un proceso tecnológico por su eficacia en la obtención de alto porcentaje de enraizamiento. En el proceso de clonación de árboles plus en un programa de mejoramiento genético, se producirá plantones a alta escala comercial de árboles con mayores ganancias genéticas en calidad y crecimiento del fuste en las siguientes generaciones. Esto permitirá incrementar los rendimientos, la productividad y calidad de la materia prima, en beneficio de los productores de madera e industria (Murillo *et al.* 2013).

Rojas *et al.* (2004), manifiesta que la propagación vegetativa en especies arbóreas tropicales, es una técnica importante en la multiplicación y conservación de especies en peligro de extinción o amenazadas, para:

- Valorar genéticamente el material vegetal.
- Acortar ciclos reproductivos.
- Preservar genotipos en bancos clonales y arboretos.
- Conservar genotipos resistentes a plagas, enfermedades y a condiciones extremas.
- Ser eficiente cuando la reproducción sexual no lo es.
- Propagar especies con problemas de germinación, almacenamiento o ciclo reproductivo largo.
- Manejar las diferentes fases del desarrollo de las plantas.
- Obtener plantaciones uniformes.

2.3.2 Métodos de propagación vegetativa

Hay cuatro técnicas de propagación vegetativa:

- a) Por estaca, son secciones de tallos o ramas que ubicados en condiciones convenientes

permite el enraizamiento.

- b) Por injerto, consiste en propagar mediante soldaduras de una yema con otro llamado patrón.
- c) Por acodo, son secciones de una planta que se someten a un proceso de enraizamiento, obteniéndose el tejido de cultivo (Mesén 1998; Vásquez *et al.* 1997; Gispert 1984).

2.3.3. Propagación por estacas o estaquilla

Se le llaman esquejes, a las estaca o estaquilla al trozo de tallo, hoja o raíz que se coloca a enraizar. Si es un pequeño fragmento semileñoso de 7 cm de longitud y 8 mm de diámetro se denomina estaquilla o mini estaca (Urbina 2009; Basauri *et al.* 2019). Para obtener y manipular adecuadamente las estacas se debe considerar la intensidad moderada de luz, alta humedad del aire, medio favorable de enraizamiento, temperatura estable y protección adecuada contra el viento, plagas y enfermedades; evitar especialmente la deshidratación, porque las secciones de los cortes de las hojas pierden rápidamente el agua por medio de la transpiración (Vásquez *et al.*, 1997).

2.3.4. Fuente de material para propagación

Mesén (1998), menciona que lo importante es generar árboles de crecimiento ortotrópico normal, similar al árbol que les dio origen. Para esto, la técnica es usar material fisiológicamente juvenil. Sin embargo, una de las principales limitaciones de silvicultura clonal para la propagación es la selección de árboles con características de importancia económica y fisonómica, recién se expresan cuando son adultos y ya han perdido su condición juvenil.

Según Mesén 1998; Díaz 1991, la utilización de un material juvenil para realizar la propagación vegetativa en cámaras de subirrigación, ha resultado ser más eficiente en numerosos estudios investigados por el CATIE. Agrega Hartmann y Kester (1988), que se debe utilizar estaquillas de plántulas jóvenes, porque enraízan fácilmente que las estaquillas de las plantas adultas, por el incremento de inhibidores de las raíces a medida que aumenta en edad la planta. Esto lo demostró Pinedo (1993) utilizó estacas leñosas de la especie *Amburana cearensis* (ishpingo) de ocho años de edad obtuvo solo 5% de enraizamiento a diferencia con Manta y Schwyzer (1985) que usando estacas leñosas de dos años de edad consiguió un 60% de enraizamiento. Wells (1979), agrega que este método es el más utilizado en la práctica, porque tiene gran importancia económica.

2.3.5. Factores que afecta la capacidad de enraizamiento

2.3.5.1 Selección del material para estacas, estaquillas o mini estacas

El desarrollo de ramas y raíces en las estacas está a función a la riqueza de carbohidratos y de la nutrición de la planta madre y puede determinarse por la firmeza del tallo (Hartmann y Kester 1988).

2.3.5.2 Condición fisiológica de la planta madre

Hartmann y Kester (1983), asegura que el estado fisiológico de la planta madre, así como el contenido de auxina, cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influenciar en la retención de las raíces de las estacas, estos desempeñan una fuerte influencia en el desarrollo de las ramas y raíces, de las estacas tomadas de ellas. Botti 1999, menciona que será positivo para favorecer el enraizamiento de las estaquillas es realizar cualquier tipo de tratamiento previo y así consiga rejuvenecer a la planta o mantener la fase juvenil como son las podas, aplicaciones de giberelinas u otras hormonas de crecimiento.

2.3.5.3 Topófisis

La topófisis es la diferenciación de las fases de las partes de la planta donde los meristemas perpetúan la descendencia vegetativa de la planta (Hartmann y Kester 1996). En la práctica una estaquilla adquirida del tallo (ortotrópico) de una planta madre tendrá igual crecimiento vertical. Castañeda (1984), en estaquillas basales de ramas de *Polylepis racemosa* (quinual) obtuvo mejor resulta en el porcentaje de enraizamiento. Carrera (1997) menciona que la topofisis incide en la velocidad y facilidad de enraizamiento. Sin embargo, Flores (1986), dice que esta reacción puede deberse a una distribución desigual de auxinas y reservas nutritivas en las diferentes partes de la planta.

2.3.5.4 Área foliar

Debido a que las yemas y hojas producen auxina y los efectos se transportan del ápice a la base, es importante la presencia de las hojas y yemas en las estacas para la iniciación de las raíces, porque ejercen una fuerte acción estimulante (Hartmann y Kester 1992). En especies de enraizamiento lento, la transpiración en las hojas debe reducirse hasta que se formen las raíces, pero en las de fácil enraizamiento, la absorción de agua compensa rápidamente el agua eliminada por las hojas (Hartmann y Kester 1977).

2.3.5.5. Longitud de estaca o estaquilla

Pinedo (1993), manifiesta que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento de estaquillas leñosas de la especie ishpingo, al evaluar el efecto de longitud de estaquilla y enraizamiento. Hartmann y Kester (1977) sugiere adquirir estaquillas de 7 a 15 cm de largo con dos a más nudos, porque la longitud es un factor determinante en el enraizamiento.

2.3.5.6. Diámetro de estacas o estaquillas

Hartmann y Kester (1977) considera que el enraizamiento está en relación con el diámetro de la estaquilla, porque cuando el grosor de la estaca es mayor requiere más concentración de sustancias nutricionales. También la rigidez de la planta madre está relacionado directa con el diámetro ya que los delgados son generalmente suaves y flexibles por tener tallos succulentos, por lo tanto, los más gruesos son firmes y rígidos por tener tallos leñosos. Corroborando con Manta y Schwyzer (1985), quienes afirman que mayor diámetro favorece un máximo enraizamiento, y es conveniente utilizar diámetro mínimo de 2.5 cm a más.

2.3.5.7. Propagadores o medios de enraizamiento

Mesén 1998; Vásquez *et al.* 1997 dice que el propagador propicia las mejores condiciones ambientales para la germinación, establecimiento de plántulas o enraizamiento de estaquillas, pues evita la pérdida de agua. Hay propagadores con sistemas de aspersiones automático que regulan la frecuencia e intensidad de aspersión. Sin embargo, la humedad también se puede controlar en un ambiente simple con tapa transparente que permita el paso de la luz y evitar la pérdida de humedad; adicionalmente se debe dar aspersiones periódicas. Newton y Jones 1993 afirma la efectividad de una cámara de subirrigación parece radicar en su capacidad de poder minimizar el estrés hídrico, resguardando a las estaquillas de las variaciones ambientales y, manteniendo la humedad relativa encima del 90%, semejante al propagador de nebulización por aspersión. En ambientes tropicales, se conserva la T° del aire y del sustrato dentro del rango óptimo entre 20 a 25 °C y 18 a 30 °C, respectivamente, para el enraizamiento de especies forestales. Mesen *et al.* 1992 además, al saturarse en la noche el aire, se concentra en la tapa de plástico y humedece hojas y follaje y Leakey *et al.* 1990 sugiere que este sistema puede ser apropiado para algunas especies de zonas áridas.

2.3.5.8. Humedad relativa de las estaquillas

Díaz (1991) citado por Gárate (2010) deduce que la humedad relativa de las estaquillas es el balance de la absorción de agua por su base y la pérdida de evaporación a través de las hojas, al carecer de raíces al inicio depende de la turgencia y de la absorción del agua a través del corte la parte basal y/o a través de la superficie de las hojas y el tallo.

2.3.5.9. Temperatura ambiental

egún Ruiz-Solsol y Mesén (2010) indican que la temperatura de 20 a 25 °C óptima del aire favorece el enraizamiento de especies tropicales, sin embargo, es aceptable temperatura hasta 30 °C siempre y cuando se mantenga una HR cercana a 95%. Sin embargo, Hartmann y Kester (1992), manifiesta que altas temperaturas provocan el desarrollo de yemas antes que el de las raíces e incrementa la evapotranspiración de agua por las hojas. En la mayoría de especies forestales las temperaturas de 21°C a 27°C son óptimas para obtener el enraizamiento y algunas enraízan mejor a temperaturas bajas (Leakey y Mesén, 1991 citado por Núñez, 1997).

2.3.5.10. Luz

Xavier (2002) citado por Torres (2003) menciona que la cantidad de luz, fotoperíodo e irradiación, varía según los requerimientos de la especie, y debe ser preciso para conservar de la tasa fotosintética que asegure la elaboración de los carbohidratos para la sobrevivencia de las estaquillas y la iniciación de las raíces sin complicar el vigor de las estaquillas. Sin embargo, Henríquez 2004; Mesén 1998; Loach 1988, dicen que la luz es importante para el progreso de las plantas, y que para la actividad fotosintética debe brindarse a las estacas por lo menos 30% de luz.

Henríquez 2004, menciona que a temperaturas más altas en la base de las estacas se incrementa la respiración, lo que supuestamente lleva a una síntesis localizada de carbohidratos y fortalece la formación de protoplasma, para una mayor división celular en el área radicular. Y que con un rango entre 15 y 26°C de temperatura, no sólo se logra mayor rapidez de formación de raíces sino cantidad.

2.3.5.11. Sustrato arena de río

Loyola (2019), dice que la arena de río tiene un nivel bajo de nutrientes, de humedad, es inerte y favorece el drenaje y aireación. También puede contener partículas de arcilla y limo, la arena de 0,5 - 2 milímetro de diámetro son más finas y junto a las partículas del suelo

pueden provocar mayor compactación.

En Ucayali, existen tres tipos de arena según su granulometría: fina (0.1 a 0.2 mm), media (0.2 a 1.0 mm) y gruesa (1.0 a 2.0 mm), que se consiguen usando zarandas (tamices), en algunas especies nativas como *Cedrela odorata* (cedro) y *Amburana cearensis* (ishpingo), con arena gruesa tiene mejor porcentaje de enraizamiento, mientras que *Swietenia macrophylla* (caoba) con arena media y *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) con arena fina (Soudre *et al.* 2010). En el siguiente cuadro se presenta la granulométrica de Kopecky:

Cuadro 1. Granulométrica de Kopecky

MATERIAL	TAMAÑO (mm)	CARACTERISTICAS
Piedra	mayor de 70	-----
Grava	30 - 70	gruesa
	5 - 30	media
	2 - 5	fina
Arena	1 - 2	gruesa
	0,2 - 1	media
	0,1 - 0,2	fina
Polvo	0,05 - 0,1	gruesa
	0,02 - 0,05	fina
Limo	0,006 - 0,05	gruesa
	0,002 - 0,006	fina
Arcilla	0,0006 - 0,002	gruesa
	0,0002 - 0,0006	fina
ultra-arcilla	0,00002 - 0,0002	-----

Fuente: Juárez y Rodríguez 2005

Alvarado y Solano 2002; Martínez y Roca 2011, mencionan que la granulometría apropiada son los sustratos que oscilan entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Menor a 0.5 milímetro ocasiona anoxia radicular y mayor a 2 milímetro no hay retención de agua. Pire- Pereira en el año 2003, comprobaron que el 4.7% de porosidad de aireación, 32.6% de retención de humedad que 1.6% de humedad, 37.3% de porosidad total, y 1.458 mg/m³ de densidad similar, fueron las propiedades físicas de la arena fina con 0.05 - 1 milímetro de diámetro.

2.3.6. Reguladores de crecimiento

Los Fitoreguladores del crecimiento de las plantas, son sustancias en pequeñas cantidades,

que afectan el desarrollo de las plantas (García 2002 citado por Méndez 2016). Y una planta se desarrolla normalmente por la interacción de factores externos (nutrientes, luz, agua, temperatura) e internos (hormonas), no todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente por lo que es necesario realizar la aplicación de sustancias hormonales que favorezcan la formación de raíces. Las principales fitohormonas del crecimiento en plantas son pequeñas moléculas químicas sintetizados por las plantas; se reconocen oficialmente 5 tipos de sustancias como las auxinas, giberelinas, ácido abscísico, citoquininas y etileno, otras sustancias como los brasinosteroides, ácido salicílico, jasmonatos sistemina, poliaminas, óxido nítrico y péptidos pueden clasificarse como fitohormonas (García 2002).

Alcántara *et al.* (2019), indica que los reguladores de crecimiento pueden ser clasificados según su estructura molecular, sus efectos inhibitorios, su actividad a nivel vegetal o estimulantes, entre otras clasificaciones. En el (Cuadro 2) se muestra de los reguladores de crecimiento utilizados para el crecimiento vegetal y su aplicación.

Cuadro 2. Reguladores de crecimiento vegetal

FITOHORMONA	VARIEDADES	EFFECTO A NIVEL VEGETAL	EFFECTO A NIVEL CELULAR	PRECURSOR ORGÁNICO
AUXINAS	AIA AIB 2,4-D Ácido α -naftalenacético (NAA) (sintético)	- Aumento de dominancia apical. - Formación de tallos. - Producción de raíces adventicias.	- Disminuye la presión de la pared celular. - Promueve la división meristemática. - División, elongación y diferenciación celular. - Acreciente contenido osmótico y permeabilidad celular.	L-Triptofano
GIBERELINAS	GA1 GA2 GA3	- Induce germinación de semillas - Crecimiento de raíces, hojas, flores. - Aumenta el desarrollo de tejidos - Participan en la iniciación floral	- Promociona el crecimiento embrionario. - Elongación celular en respuesta a la luz y oscuridad.	ent-Kaureno
CITOQUININAS	Kinetina Zeatina Benciladenina 4-hidroxifeniletíl alcohol	- Activa senescencia de hojas. - Induce la iniciación y elongación de raíces. - Estimula la generación de brotes axilares.	- Abunda en células ápices radiculares. - Alta proliferación y división celular. - Inicia la proliferación de tejidos vegetales madre.	Adenina
ÁCIDO ABCÍSIKO	No Presenta	- Inhibe la germinación - Regula la transpiración celular - Dormancia y maduración de semillas. - Induce la senescencia y floración.	- Se sintetiza en tejidos jóvenes como el endodermo y en algunos tejidos de las semillas (Testa). - Fácil acceso a la membrana celular	Isopentil Pirofosfato Carotenoides

Fuente: Alcántara et al. 2019

2.3.7. Hormonas vegetales naturales

Zimmerman (1975), considera que el crecimiento de las plantas no es exclusivamente por la absorción de sustancias minerales a través de sus raíces y por los hidratos de carbono sintetizados en las hojas, sino también por algunas sustancias químicas que actúan como agentes (fitohormonas) y correlacionan al crecimiento entre las diversas partes de la planta. Por su parte Hill (1980), señala que es una sustancia orgánica que contiene las plantas en bajas concentraciones y promueve, inhibe o modifica el crecimiento en la planta en forma localizada en un sitio que no es el de su síntesis.

Soudre *et al.* (2008), mencionan que la hormona ácido indolacético (AIA) es una auxina natural que su desventaja es ser fotosensible y soluble en agua, perdiéndose rápidamente del sitio de aplicación. Los ápices y semillas germinadas de las plantas, así como el agua de coco, entre otros contienen AIA, por eso se usa como promotores de enraizamiento. Hartmann y Kester (1995), manifiesta que las auxinas, son promotores de la aparición de raíces, aumentando el porcentaje de enraizamiento y así mejorando el sistema radicular.

a. Extracto de sapo huasca

Pérez (1998), afirma que en los extractos vegetales se ha podido conseguir sustancias químicas semejantes a las giberelinas, auxinas y otras sustancias en diferentes partes de las plantas superiores, tanto de tallos, semillas como granos de polen óvulos y yemas.

Macé (2010); Gonzalez (2009) y Scull *et al.* (2000) mencionan que la especie sapo huasca (*Cissus verticillata*) es una planta trepadora tropical común, perenne, de la familia Vitaceae. Esta especie ha sido utilizada como uso medicinal tradicional, porque contiene diversas propiedades químicas como estereoides, terpenoides, quinonas y compuestos fenólicos en las hojas y las antocianinas en las frutas, los aminoácidos, flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos, azúcares, sales de magnesio, manganeso, silicio, calcio, fósforo y potasio. La sabia de los tallos se usa como remedio para el tratamiento de la diabetes, hemorroides, reumatismo, antibacteriano. También se utiliza como hormona de crecimiento para el enraizamiento. Pérez 2006, menciona que la planta de sapo huasca es utilizada por los moradores nativos por sus bondades curativas, el tallo y hojas contiene sustancias hormonales que influye al enraizamiento de muchas plantas.

b. Agua de coco

Flores (2006), refiere que el agua de coco se emplea en la multiplicación de plantas, debido a que manifiesta para el desarrollo de tejidos, cualidad aprovechada en la experimentación; presentan reguladores del crecimiento, como las citocininas (1:3-difenil-urea), auxinas (AIA), ácido abscísico (ABA) y giberelinas. En el cuadro 2 se puede apreciar el contenido hormonal y mineral de agua de coco (tierno y maduro), según Jean *et al*, 2009.

Cuadro 3. Valor nutricional del agua de coco

Contenido nutricional	Coco tierno/100 g	Coco maduro/ 100 g
Aluminio	0,07 mg	0,06 mg
Azufre	0,58 mg	-
Boro	0,05 mg	0,08 mg
Calcio	27,35 mg	31,64 mg
Cobre	0,01 mg	0,03 mg
Fosforo	4,066 mg	12,77 mg
Hierro	0,02 mg	0,02 mg
Magnesio	6,4 mg	9,44 mg
Proteína	0,12 mg	0,52 mg
Potasio	20,37 mg	25,752 mg
Sodio	1,75 mg	16,1 mg
vitamina c	7,41 mg	7,08 mg
Zinc	0,07 mg	0,02 mg
auxinas (iaa)	150,6 nM	3,95 nM
Citoquininas	186,22 nM	-
Giberelinas	54,5 nM	-
ac. abscisico	65,5 nM	0,165 Nm
ac. Salicílico	-	5,75 nM
Ph	4,7 +- 0,1	5,2 +- 0,1

Fuente: Jean et al. 2009

Al respecto Coronel (2003), afirma que el agua de coco verde es una solución isotónica natural que contiene electrólitos (sodio, potasio, cloro, fosforo), vitaminas (A, B1, B2, B5, C), aminoácidos, enzimas y antioxidantes y minerales (magnesio). Parrotta 1993 indica que contiene ácido ascórbico (0.70 a 3.70 mg/100 ml), ácido nicotínico (0.64 a 0.70 mg/100 ml), ácido pantoténico (0.52 a 0.55 mg/100 ml), biotina (0.02 a 0.025 mg/100 ml), riboflavina (0.01 mg/100 ml) y ácido fólico (0.003 mg/100 ml)

c. Miel de abeja

Es una secreción producida por la abeja *Apis mellifera* o por diferentes subespecies definida como sustancia natural dulce a partir del néctar de las flores y de otras secreciones florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales. Según Condori (2006), la miel es una solución espesa, dulce, sobre saturada de azúcar que elaboran las abejas, se compone de fructuosa, glucosa y agua, en proporciones variables y contiene también varias enzimas y aceites. Ulloa *et al.* 2010, menciona tiene un valor energético de unas 3.307 cal/kg, absorbe con facilidad la humedad del aire.

Al respecto Gutiérrez *et al.* (2008), señalan que cada 100 gr. de miel de abeja contiene aproximadamente 20 g de agua y 80 g de azúcares (como fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, etc.). Además, contiene en menor cantidad ácidos orgánicos (cítrico y acético), flavonoides, enzimas, vitaminas, minerales, cenizas, proteínas, aminoácidos y residuos de polen, también tiene propiedades antibacterianas y antihongos. Al ser pegajosa y compacta previene la embolia de los esquejes (fagocitosis) que consiste en ir alimentando a las células del cambium a través de los distintos azúcares que contiene. Agrega Bachmann 2007 y Ulloa *et al.* 2010 que la mayor proporción en la miel es la fructosa y glucosa, pero puede contener sustancias menores como proteínas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos (ácido glucónico, ácido fórmico, acético, butírico, entre otros), antioxidantes, vitaminas y minerales cerca del 1%, habiendo potasio en mayor cantidad, Cuadro 4.

Cuadro 4. Valor nutricional de la miel de abeja

PRODUCTO	CONTENIDO
Carbohidratos totales	77,09 %
Energía total	311,16 Kcal/100g
Fósforo	6,5 mg/100g
Humedad	22,05 %
Potasio	23 mg/100g
Proteínas	0,47 %

Fuente: Montenegro 2015.

III. MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

a investigación se desarrolló en las instalaciones del vivero forestal de la estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP filial Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre km 12.400 del distrito de Yarinacocha, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali; situado a 8° 22' 31" latitud Sur y 74° 34' 35" longitud Oeste y una altitud de 154 m.s.n.m (Anexo 2). Se caracteriza por poseer clima cálido, lluvioso, con precipitación abundante en todas las estaciones, humedad relativa calificada como muy húmeda, con temperatura máxima, media y mínima de 33°C, 26°C y 18,7 °C, respectivamente. Anualmente la precipitación pluvial y humedad relativa es de 2090 mm y de 91,3% respectivamente (IIAP 2015).

3.2. Identificación y descripción del material experimental

Las estaquillas de capirona que fueron el material experimental, fueron obtenidos los brotes de las plantas establecidas del huerto yemero de multiplicación clonal del Vivero Forestal del IIAP - Ucayali (Anexo 3). El material para la preparación de hormonas naturales: i) como las hojas y tallos de la planta de sapo huasca, se obtuvo del jardín de plantas medicinales del IIAP-Ucayali (Anexo 6), ii) el agua de coco y iii) miel de abeja, se obtuvo del predio agroforestal y apícola de la señora Isabel Fasanando Hidalgo, de la carretera Tournavista km 5 margen derecha, Distrito de Campo Verde, Provincia de Coronel Portillo.

3.3. Procedimiento experimental

3.3.1. Manejo del huerto yemero

Los brotes y estaquillas para el ensayo, se obtuvieron de 150 plantas de capirona de 50 cm de altura establecidas en macetas y visualmente sanas. Para ello fue necesario realizar la fertilización y abonamiento de cada planta, mediante apertura de zanjas de 4 cm de ancho y 4 cm de profundidad alrededor de la planta, en forma circular (Anexo 3), para posteriormente añadir 6 g de N-P-K (2 g urea, 2 g superfosfato triple y 2 g cloruro de potasio) y 500 g de gallinaza por planta. Asimismo, a los 30 días de emitidos los brotes, se aplicó de modo semanal con mochila el fertilizante orgánico denominado extrafollaje (40 ml en 10 litros de agua). También se realizaron riegos con agua diario a las horas 8:00 am, 12:00 pm y 3:00 pm sobre toda la planta y sustrato, para satisfacer las necesidades hídricas de la planta y mantener el sustrato húmedo. La limpieza y el control de las malezas se realizó semanalmente de modo manual utilizando machete, a las 150 plantas del huerto yemero.

3.3.2. Características de la cámara de sub-irrigación

Se construyó el propagador de subirrigación, siguiendo el diseño de Leakey y Mesen (1991).

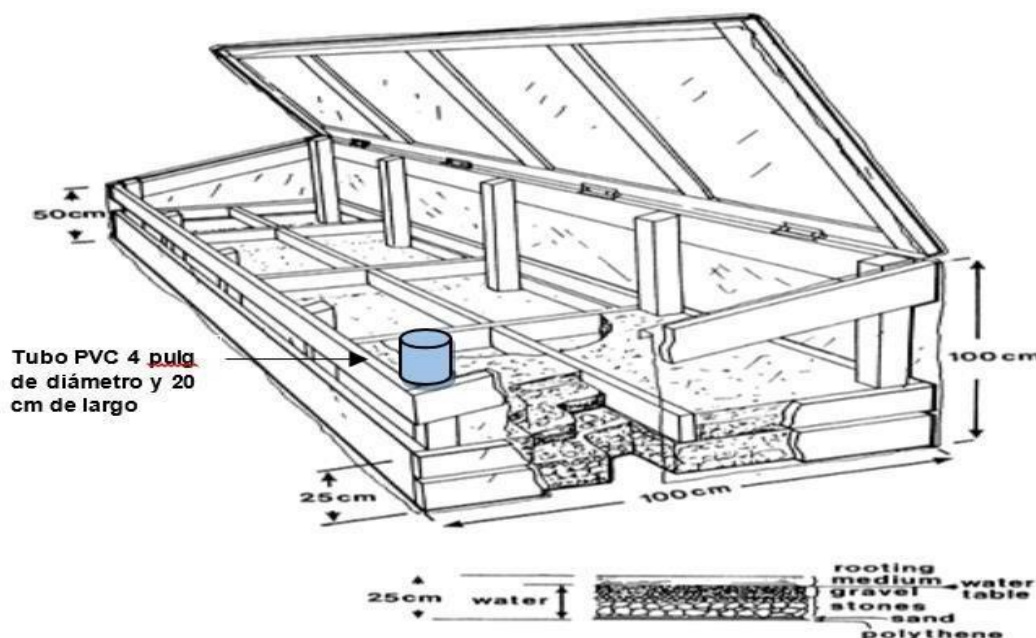


Figura 1. Cámara de sub-irrigación

3.3.3. Preparación de sustrato (arena)

Una vez construida la cámara de sub-irrigación se procedió a tamizar los sustratos en las siguientes proporciones: 34 kg de arena fina, 34 kg arena media y 34 kg arena gruesa. Para obtener la granulometría que determina a los tres tipos de arena se usó: i) Tamiz N° 60 para arena fina, ii) Tamiz N° 40 para arena media y iii) Tamiz N° 20 para arena gruesa. La desinfección de los sustratos (arenas), se realizó mediante vapor de agua, es decir se colocó 9 bolsas de polietileno con 12 kg de arena, sobre una parrilla de fierro de 30 centímetros de base dentro de un cilindro con agua hirviendo que generaba vapor y durante 2 horas se desinfectó las arenas, eliminando bacterias, hongos, virus y otros microorganismos. Los tipos de sustrato fueron desinfectados por separado. Acto seguido, las bolsas con arena ya desinfectadas fueron sacadas del cilindro y colocadas en el piso de concreto sobre una lámina plástica de 4 metros cuadrados, para que el sustrato se enfríe, previo a su colocación en la cámara de propagación.

El mismo procedimiento se realizó para desinfectar las piedras (grandes, medianas y

pequeñas) que se colocaron en la primera capa de la cámara de sub-irrigación. Al respecto se colocó: la primera capa (1 cm de altura) de arena gruesa, la segunda (10 cm de altura) de piedras grandes, la tercera (5 cm de altura) de piedras medianas y la cuarta (4 cm de altura) de piedras pequeñas (3 cm). En el vértice inferior derecho se colocó un tubo de PVC 4 pulg. de diámetro y 20 cm de largo por el cual se vertió 80 litros de agua para mantener la humedad óptima dentro de la cámara. Para minimizar la temperatura e intensidad de luz a 65% se instaló desde la base a dos metros de altura del propagador malla sarán (tipo raschel).

Por último, para los tratamientos se agregó los sustratos de arena fina, arena media y arena gruesa, ya desinfectados, utilizando un espesor 6 cm cada una para el enraizamiento. Para nivelar los sustratos se usó una plancha de madera. El área de enraizamiento de cámara de subirrigación fue de 2 m², cada sustrato contó con un área definida: i) arena fina (0.67 m²), ii) arena media (0.67 m²) y iii) arena gruesa (0.67 m²). Las hormonas naturales aplicadas a las estaquillas, se distribuyeron asegurando que todas las hormonas naturales se usen en todos los sustratos.

3.3.4. Preparación de las hormonas naturales

a. Extracto de sapo huasca: para obtener el extracto se colectó del jardín de plantas medicinales del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, IIAP-Ucayali, 500 g de sapo huasca (*Cissus verticillata*), correspondiendo 150 g de hojas y 350 g de tallo, utilizando una tijera podadora previamente desinfectado con alcohol (96°). Posteriormente el material fue picado en trocitos con la ayuda de un cuchillo afilado y colocado en una botella plástica de 700 ml de capacidad, seguidamente se añadió 200 ml de alcohol de 96 grados hasta cubrir la muestra (Anexo 6) y se dejó reposar en el armario de almacén del vivero del IIAP, durante 3 días en oscuridad (debido a su sensibilidad a la luz). Luego se filtró el extracto con 2 láminas de gasa y, la muestra se colocó en un vaso de precipitado de 10 ml, quedando apta la hormona natural para ser utilizado en las estaquillas de capirón.

b. Agua de coco: se colectó 02 unidades del fruto tierno de 1.5 meses de edad (color verde) de la palmera del cocotero (*Cocos nucifera*) de 5 años de edad, en un predio agroforestal y con la ayuda de un machete se extrajo la cascara y se realizó un agujero y con 2 láminas de malla gasa se filtró el agua de coco que se colocó en un vaso de precipitado de 10 ml, para ser utilizado como hormona natural. No hubo necesidad de almacenamiento, puesto que se colectó el mismo día de la ejecución del experimento.

c. Miel de abeja: se adquirió 200 ml de miel de (*Apis mellifera*) en estado puro de los panales del predio agroforestal y apícola, del mismo lugar de donde se extrajo el coco. También fue filtrado con 2 láminas de gasa para retirar restos de sedimentos, polen, ceras y otros. Luego, colocó en un vaso precipitado de 10 ml, para ser utilizado en función de los requerimientos de las estacas.

3.3.5. Obtención de brotes juveniles de plantas de capirona

Los brotes juveniles de capirona, se obtuvieron de las 150 plantas del huerto yemero de multiplicación clonal. Se colectó 4 brotes de 20 a 40 cm de longitud por plantón en las primeras horas de la mañana (5:30 am), utilizando una tijera de podar desinfectada con alcohol 96°, se seleccionó las más sanas y vigorosas e inmediatamente se colocó en una caja térmica con agua bajo sombra, para evitar el estrés fisiológico durante la obtención y preparación de estaquillas.

3.3.6. Preparación de las estaquillas

Se procedió a dimensionar los brotes y obtener las estaquillas exclusivamente de la parte apical de 8 cm de longitud, se cortó empleando tijeras de podar desinfectadas en alcohol 96° y dejando una hoja (área foliar) por estaquilla, esta actividad se realizó en horas de la mañana (6:00 — 6:40 am), protegiéndolas del estrés fisiológico que puedan sufrir durante la extracción, luego se colocó inmediatamente en un recipiente con agua, para luego ser cortados en la dimensión final de 7 cm antes de la siembra.

Los cortes se realizaron de forma horizontal, conservando una (1) hoja por estaquilla, por ser fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias vitales para el enraizamiento, además de seguir fotosintetizando. Luego se colocó en un recipiente con una solución compuesta de 30 g de oxicloruro de cobre (cupravit) disuelta en 10 L de agua (0.3%), por un tiempo de 10 minutos para desinfectarlos, escurriéndolas en una malla plástica por 10 minutos bajo sombra (malla raschel 60%). Para seleccionar las mejores estaquillas, se descartó todas aquellas que presentaron algún tipo de defecto, presencia de hongos, marchitez, manchas, hojas amarillentas, hojas secas, tallo con rajaduras o grietas, etc. (Lipenský 2010).

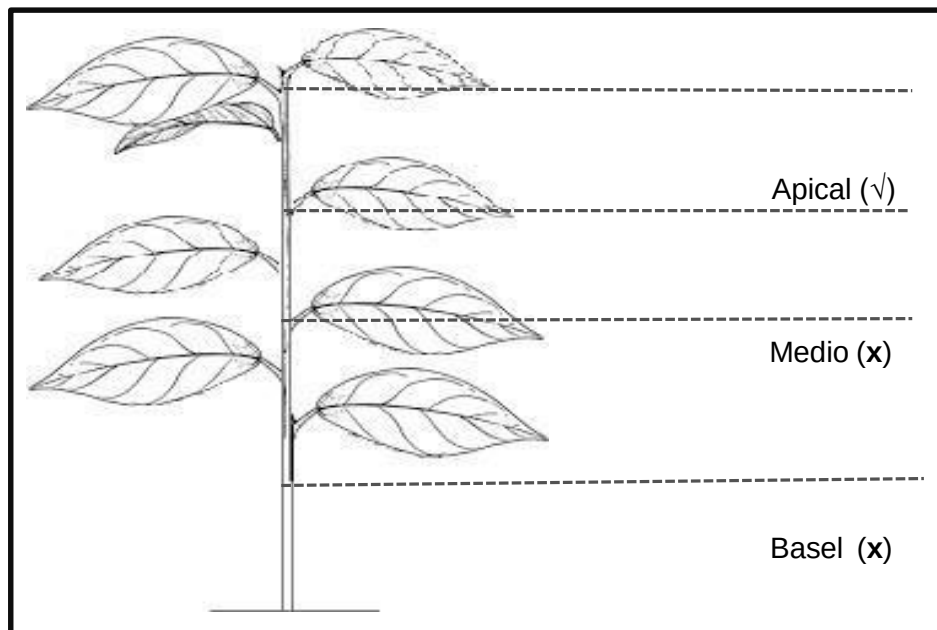


Figura 2. Partes de un brote, tres tipos de posición de la estaca.

3.3.7. Aplicación de la hormona natural

Inmediatamente después de la desinfección y el oreado de las estacas:

- Extracto de sapo huasca, se utilizó un vaso de precipitado 10 ml y se vertió la hormona natural extracto de sapo huasca para evitar la contaminación del extracto por exposición al ambiente, luego se sumergió 2 cm de la parte de la base de la estaca por un período de 10 segundos, la aplicación se realizó a 24 estacas por cada tratamiento.
- Agua de coco, se utilizó un vaso de precipitado 10 ml y se vertió la hormona natural agua de coco, luego se sumergió 2 cm de la parte de la base de la estaca por un período de 10 segundos, la aplicación la aplicación se realizó a 24 estacas por cada tratamiento.
- Miel de abeja, se utilizó un vaso de precipitado 10 ml y se vertió la hormona natural miel de abeja, luego se sumergió 2 cm de la parte de la base de la estaca por un período de 10 segundos, la aplicación se realizó a 24 estacas por cada tratamiento.
- Finalmente, para los tratamientos T1, T5 y T9, sin hormona, se separaron 24 estacas por tratamiento, hasta completar 72 estacas sin aplicación de hormona alguna. Es importante destacar que se utilizó un total de 288 estacas para todo el experimento.

3.3.8. Instalación de las estaquillas dentro de la cámara de sub irrigación

La instalación de las estaquillas se desarrolló con mucho cuidado. Con la ayuda de un punzón se abrieron en el sustrato hoyos de 2 cm de profundidad y de 5 x 5 cm de distanciamiento entre hoyos. Después se colocó las estaquillas en cada hoyo presionando el sustrato con los dedos alrededor de la estaca, con el objetivo de darle estabilidad con el sustrato. Las estaquillas se colocaron según la distribución de cada tratamiento en el experimento (Cuadro 6, Figura 3 y Anexo 5), las que fueron etiquetadas con paletas de plástico con su respectivo número de tratamiento.

3.3.9. Cuidados durante el periodo de enraizamiento

Dentro de la cámara de sub-irrigación, las estaquillas se regaron diariamente en el horario de 8:00 am, 12:00 pm y 3:00 pm, con agua a las hojas utilizando un aspersor manual, luego se cerró el propagador para crear un ambiente interno de máxima humedad, así favorezca el enraizamiento en las estaquillas.

Se inspeccionó tres veces al día en el horario de 8:00 am, 12:00 pm y 3:00 pm, observando y manteniendo un nivel de agua adecuado para el enraizamiento y corrigiendo los problemas patológicos, eliminando hojas caídas, nervaduras o estaquillas con necrosis que puedan afectar a otras estaquillas.

3.3.10. Toma de datos meteorológicos

Durante todo el tiempo que duro el experimento, se realizó diariamente la toma de datos climatológicos como la temperatura máxima (T° max.), mínima (T° min.) y media (T° med.) del ambiente y la humedad relativa máxima, mínima y media con termohigrómetro, así como la luminosidad con luxómetro, dentro del propagador y del sustrato a las 8:00 am, 12:00 m y 3:00 pm (Anexo 9).

3.3.11. Evaluaciones del proceso de enraizamiento

Para determinar el efecto de cada tratamiento sobre el enraizamiento de las estaquillas, se evaluó después de la 2, 3, 4, 5 y 6 semana de haber sido instaladas en la cámara de sub-irrigación. En la séptima semana y última evaluación, se tomaron de todas las estaquillas del experimento, anotando en el formato (Anexo 10).

3.3.12. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental, porque se manipularon las variables independientes (hormonas naturales) como la miel de abeja, extracto de sapo huasca, agua de coco y testigo, así como las diferentes granulometrías de arena (fina, media y gruesa) y, se evaluó las variables dependientes: porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, callos,

brotes, número de raíces y longitud de raíz.

3.3.13. Esquema del diseño de investigación



Dónde:

V = Variable independiente (miel de abeja, extracto de sapo huasca, agua de coco y un testigo y arena fina, media y gruesa como sustratos).

UE = Unidad experimental (estaquillas de capirona).

M = Medida experimental (% de enraizamiento y sobrevivencia, N° de callos, N° de raíces, longitud de raíces).

3.3.14. Diseño estadístico

Se realizó usando un Diseño Completo al Azar (DCA), con arreglo bifactorial de 4 A (hormona natural) x 3 B (tipos de sustratos), 12 tratamientos con 24 repeticiones, evaluando un total de 288 estaquillas de capirona en todo el experimento. El experimento fue ejecutado en una cámara de subirrigación en el vivero, donde las condiciones climáticas fueron semejantes para todas las unidades experimentales, estando la variabilidad distribuida homogéneamente entre ellas. Según Di Rienzo *et al.* 2008, en el DCA son homogéneas las unidades experimentales y los tratamientos se asignan completamente al azar a las unidades experimentales.

3.3.15. Modelo matemático

El modelo matemático utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + S_j + (HS)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = es el i-ésimo nivel de tipo de hormona natural del j-ésimo tipo de sustrato y k-ésima repetición

μ = media general

H_i = representa i-ésimo nivel del factor hormona natural

S_j = el efecto del k-ésimo nivel del factor tipo de sustrato

$(SH)_{ij}$ = simboliza el efecto de la interacción i-ésimo hormona natural y j-ésima tipo de sustrato

ϵ_{ijk} = error i.i.d. normal con media 0 y varianza constante

3.3.16. Tratamientos

En el Cuadro 5, se presentan los factores de estudio con sus niveles y combinaciones.

Cuadro 5. Factores y niveles

FACTORES	NIVELES
A = Hormona natural	a1 = sin hormona (testigo) a2 = miel de abeja a3 = sapo huasca a4 = agua de coco
B = Tipos de sustratos	b1 = arena fina (0,1 mm) b2 = arena media (0,2 mm) b3 = arena gruesa (1 mm)

Cuadro 6. Combinaciones entre niveles y factores

TRATAMIENTO	CLAVE	DESCRIPCIÓN
T1	b1-a1	Arena fina - Sin hormona
T2	b1-a2	Arena fina – Miel
T3	b1-a3	Arena fina - Sapo huasca
T4	b1-a4	Arena fina - Agua de coco
T5	b2-a1	Arena media - Sin hormona
T6	b2-a2	Arena media – Miel
T7	b2-a3	Arena media - Sapo huasca
T8	b2-a4	Arena media - Agua de coco
T9	b3-a1	Arena gruesa - Sin hormona
T10	b3-a2	Arena gruesa – Miel
T11	b3-a3	Arena gruesa - Sapo huasca
T12	b3-a4	Arena gruesa - Agua de coco

3.3.17. Condiciones ambientales dentro de la cámara de sub-irrigación

Se realizó el control diario de los datos climáticos como humedad relativa, temperatura e intensidad lumínica en el interior de la cámara, durante los 40 días que duro el experimento a las 8:00 am, 12:00 m y 3:00 pm, expresados en promedios diarios. En la figura 3, se presenta la variación de los valores en la temperatura media (24 – 37.1 °C) y humedad relativa (38 – 90 %).

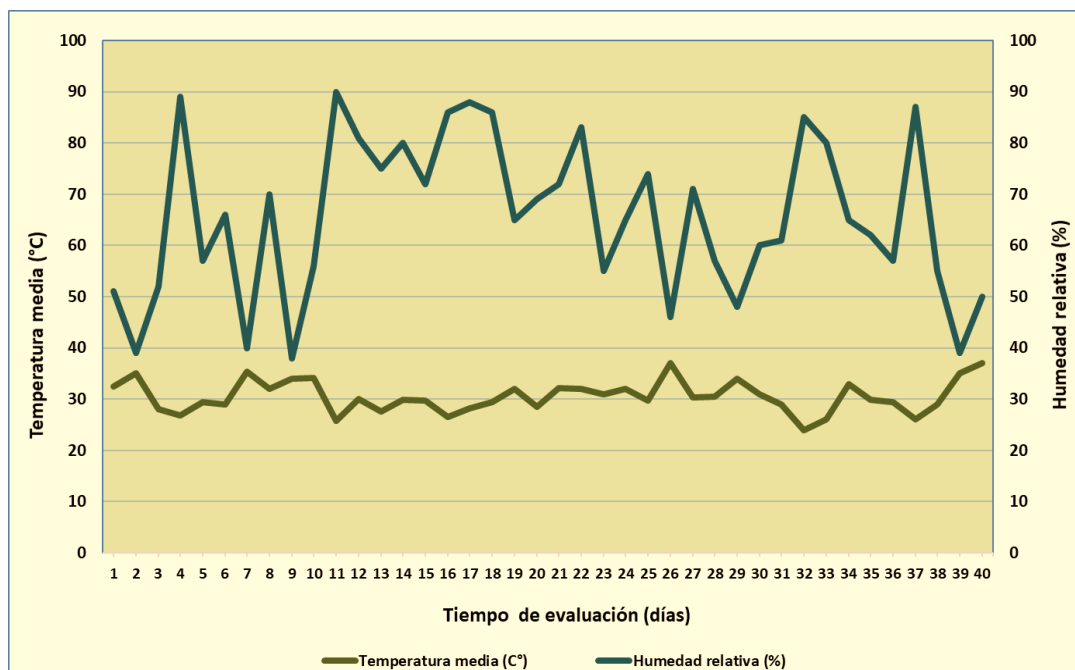


Figura 3. Variación de temperatura y humedad relativa

Las curvas de la humedad relativa y temperatura no fueron homogéneas y se observa que va en direcciones opuestas, es decir a mayor temperatura disminuye la humedad relativa y a menor temperatura aumenta la humedad relativa; cabe indicar que durante el mayor tiempo del experimento se intentó mantener la temperatura media interna por debajo de los 30 °C (con dos picos en dos días que llegó a los 37.0 y 37.1 °C, que fueron controlados rápidamente, es decir que en un 10% del tiempo que duro el experimento, la temperatura supero los 33 °C) y la humedad relativa permaneció por encima de 66 %. Henríquez (2004), dice que la temperatura, debe mantenerse en lo posible entre 27 y 29 °C y evitar pasar de los 30 °C. En el caso de capirona puede adaptarse a condiciones de temperatura extrema (plena luz). En el caso de estaquillas verdes o herbáceas, para evitar la deshidratación del material vegetal, la HR debe mantenerse entre 60 y 80%.

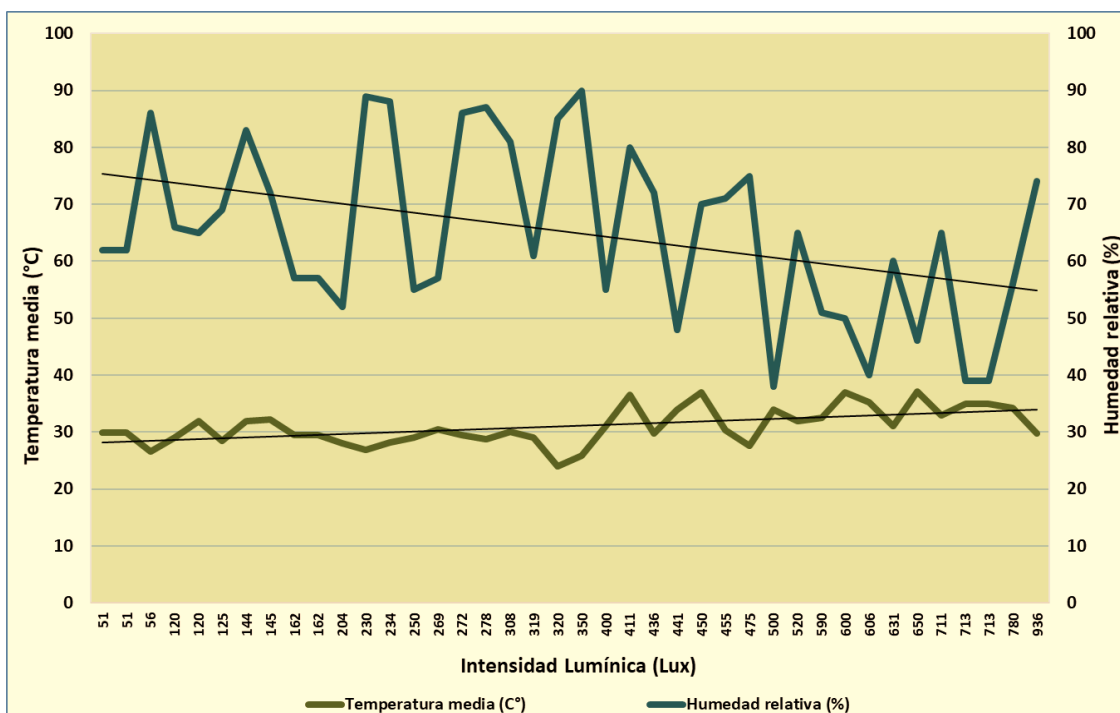


Figura 4. Relación temperatura (°C), humedad relativa (%) e intensidad lumínica

Se observa al interior de la cámara en la Figura 4, la variación de la temperatura media interna (24 – 37.1 °C) y la humedad relativa media (38 – 90.0 %) en función de la intensidad lumínica en donde a medida que aumenta el valor de intensidad lumínica, aumenta la temperatura media interna de la cámara. Sin embargo, a medida que aumenta el valor de intensidad lumínica disminuyen los valores de la HR. Esto indica que el microclima al interior, fue apropiado para alcanzar resultados aceptables en porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, entre otros factores en las estaquillas de capirona.

3.4. Evaluación de variables

3.4.1. Porcentaje de enraizamiento (%)

Es la relación porcentual del número de estaquillas que formaron por lo menos una raíz de 2mm de largo, sobre el número total de estaquillas establecidas en cada tratamiento. Los cálculos se hicieron con la siguiente fórmula:

$$E\% = \frac{N^{\circ} EE}{N^{\circ} ET} * 100$$

Donde:

E %: Porcentaje de enraizamiento

N° EE: N° de estaquillas enraizadas

N° ET: N° de estaquillas por tratamiento

3.4.2. Porcentaje de sobrevivencia (%)

Relación porcentual del número de estaquillas vivas (estaquilla con una hoja, un brote, una raíz), entre el número total de estaquillas por cada tratamiento. Se determinó con la siguiente fórmula:

$$S\% = \frac{N^{\circ} EV}{N^{\circ} ET} * 100$$

Donde:

S%: Porcentaje de sobrevivencia

N° EV: N° de estaquillas vivas

N° ET: N° de estaquillas por tratamiento

3.4.3. Porcentaje de callosidad (%)

Relación porcentual del número de estaquillas con callo (solo protuberancias en forma de “roseta atrofiada” de 1 mm), entre el total de estaquillas establecidas por cada tratamiento. Los cálculos se efectuaron con la siguiente fórmula:

$$C\% = \frac{N^{\circ} EC}{N^{\circ} ET} * 100$$

Donde:

C %: Porcentaje de callosidad

N° EC: N° de estaquillas con callo

N° ET: N° de estaquillas por tratamiento

3.4.4. Porcentaje de brotación (%)

Relación porcentual del número de estaquillas con brote (aparición de yemas u hojas tiernas), entre todas las estaquillas por cada tratamiento. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$B\% = \frac{N^{\circ} EB}{N^{\circ} ET} * 100$$

Donde:

B %: Porcentaje de brotación

N° EB: N° de estaquillas con brotes de hojas

N° ET: N° de estaquillas por tratamiento

3.4.5. Número de raíces promedio (N°)

Se determinó mediante el conteo del número de raíces y la sumatoria de todas las raíces de las estaquillas por tratamiento. Para los cálculos se empleó la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} RP = \frac{\sum N^{\circ} RE}{N^{\circ} ET}$$

Donde:

N° RP: N° de raíces promedio

$\sum N^{\circ} RE$: Sumatoria del número de raíces de todas las estaquillas

N° ET: de estaquillas por tratamiento

3.4.6. Longitud de raíz (cm)

Se calcula el promedio de longitudes de raíz de cada estaquilla, mediante la sumatoria de todas las longitudes (expresados en centímetros), sobre el número de estaquillas por cada tratamiento. Los cálculos se efectuaron empleando la fórmula:

$$L RPT = \frac{\sum L RPE}{N^{\circ} ET}$$

Donde:

L RPT: Longitud de raíz promedio por tratamiento (cm)

$\sum L RPE$: Sumatoria longitudes raíz de todas las estaquillas por tratamiento (cm)

N° ET: N° de estaquillas de cada tratamiento

3.5. Recolección y procesamiento de datos

El ensayo tuvo una duración de 6 semanas, las evaluaciones se efectuaron semanalmente desde el establecimiento del ensayo, para ello se extrajo al azar una estaquilla por unidad experimental y se revisó los avances en la formación de raíces. Con base a esos resultados se procedió a hacer la evaluación final, en el día 40.

Los datos obtenidos se recolectaron de las evaluaciones, por medio de formularios

confeccionados para tal fin (Anexo 1). Luego se registraron en el software Microsoft Excel y posteriormente fueron sistematizados y analizados, de acuerdo al diseño del experimento.

Previo al análisis, los datos de porcentaje de enraizamiento fueron transformados mediante la fórmula arco seno $\sqrt{x}/100$ (Snedecor y Cochran, 1980) y se sometieron a un ANVA con un $\alpha=0,05$ de significancia de acuerdo a los factores: i) hormona natural y ii) tipos de sustrato, con el respaldo del programa estadístico InfoStat 2010 y prueba múltiple de medias de Scott & Knott ($P \leq 0.05$), para analizar las variables de cada parámetro, con el fin de determinar las diferencias entre los tratamientos, también se probó si se cumple los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza representados en gráficos.

Se realizó el análisis del efecto de los factores mediante el análisis de varianza y prueba de medias en las variables porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, brotación y callosidad, número de raíces promedio, longitud promedio de raíz y brotes, con la finalidad de determinar el mejor factor e interacción en el enraizamiento de las estaquillas de capirón.

Hipótesis:

- 1) $H_0: \mu_{H0} = \mu_{HMA} = \mu_{HSH} = \mu_{HAC}$
 H_i : al menos un par de medias de hormona natural difieren
- 2) $H_0: \mu_{TAF} = \mu_{TAM} = \mu_{TAG}$
 H_i : al menos un par de medias de tipos de sustrato difieren
- 3) H_0 : No existe interacción entre hormona natural y tipos de sustrato
 H_i : Si existe interacción entre hormona natural y tipos de sustrato

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de enraizamiento (%)

El análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento (%) de *C. spruceanum*, después de 40 días de haberse instalado en cámara (anexo 1), muestra que la hormona natural, tipo de sustrato, al igual que la interacción (hormona natural * sustrato) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la hormona natural, sustrato e interacción, influyen directamente sobre el porcentaje de enraizamiento (%).

Cuadro 7. Medidas de resumen del porcentaje de enraizamiento (%)

Tratamiento	N	Media	D.E.	CV	Min	Max	Mediana
T1 (arena fina-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T2 (arena fina-miel)	24	12.50	10.43	83.41	0.00	25.00	12.50
T3 (arena fina-sapo huasca)	24	37.50	10.43	27.80	25.00	50.00	37.50
T4 (arena fina-agua de coco)	24	25.00	10.43	41.70	12.50	37.50	25.00
T5 (arena media-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T6 (arena media-miel)	24	12.50	18.06	144.46	0.00	37.50	0.00
T7 (arena media-sapo huasca)	24	29.17	6.02	20.64	25.00	37.50	25.00
T8 (arena media-agua de coco)	24	70.83	12.04	17.00	62.50	87.50	62.50
T9 (arena gruesa- sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T10 (arena gruesa-miel)	24	16.67	6.02	36.12	12.50	25.00	12.50
T11 (arena gruesa-sapo huasca)	24	33.33	12.04	36.12	25.00	50.00	25.00
T12 (arena gruesa-agua de coco)	24	54.17	15.93	29.40	37.50	75.00	50.00

Cuadro 8. Comparación de medias Scott & Knott en el porcentaje de enraizamiento (%)

Hormona natural (A)	Sustrato (B)			Promedio
	Arena media	Arena gruesa	Arena fina	
Agua de coco	70.83 A	54.17 B	25.00 D	50.00
Sapo huasca	29.17 C	33.33 C	37.50 C	33.33
Miel	12.50 E	16.67 E	12.50 E	13.89
Sin hormona	0.00 F	0.00 F	0.00 F	0.00
Promedio	28.13	26.04	18.75	

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

Dada la existencia de interacción en el análisis de varianza, se analiza gráficamente (Figura 5), la interacción entre la hormona natural y los tipos de sustratos basados en granulometrías de arena. Se observa que la interacción de la hormona natural basada en agua de coco y el sustrato expresado por arena media, muestran un Porcentaje de enraizamiento de 70.83% (cuadro 7 y cuadro 8), superando estadísticamente al resto de tratamientos, seguido por el tratamiento conformado por agua de coco y arena gruesa con 54.17% de enraizamiento, y por el tratamiento que consta de sapo huaca y sustrato de arena fina con 37.50%, entre otros.

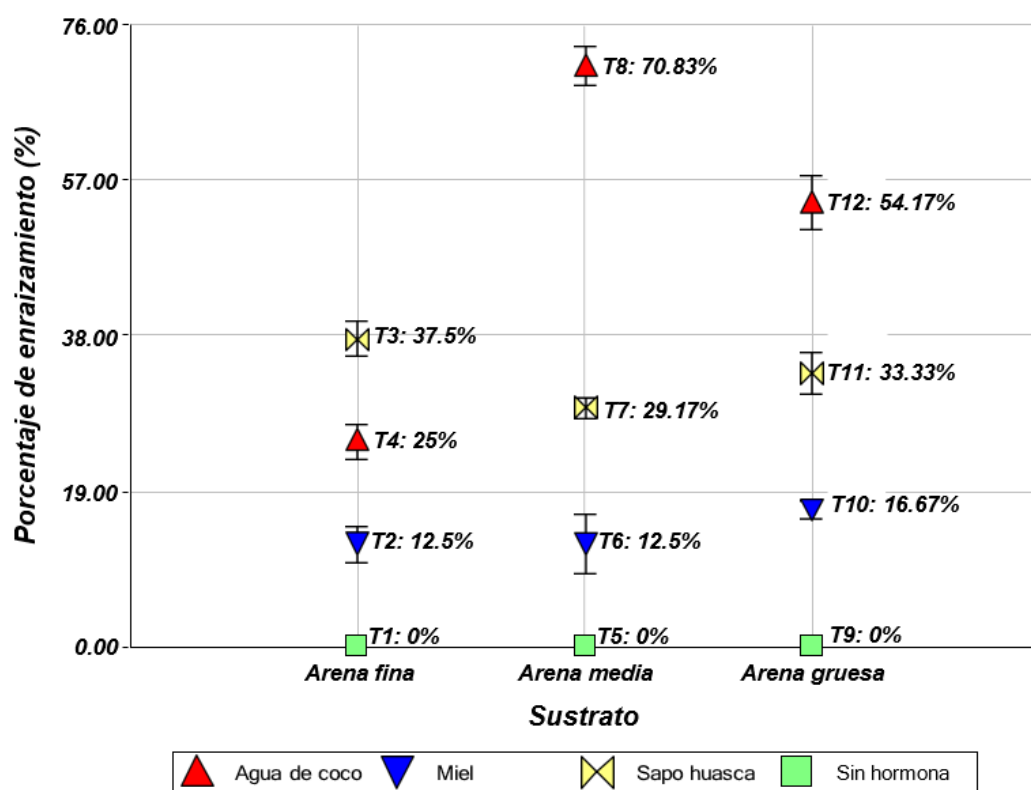


Figura 5. Porcentaje de enraizamiento (%) a 40 días en cámara de subirrigación

Esto quiere decir que *Calycophyllum spruceanum* alcanza altos valores de enraizamiento (%), con productos naturales que tienen óptima concentración de auxinas naturales como el agua de coco y exclusivamente con arena de granulometría media, más no presenta el mismo comportamiento con las otras hormonas naturales probadas, sin embargo, podrían obtenerse resultados favorables con otros elementos naturales que contengan mayores proporciones de auxinas naturales. Un estudio realizado por Huarhua (2017), reveló que los esquejes de queñua (*Polylepis incana*) con la hormona natural agua de coco (hormona

pura), obtuvo 94.6% de enraizamiento. Similar ocurrió con Miranda (2016), que logró propagar esquejes de eucalipto (*Eucaliptus viminalis*) con agua de coco a una concentración (750 cc agua de coco/4 litros de agua), teniendo el 70% de enraizamiento. De la misma manera, Montenegro (2015), reveló que las estacas de cuernecillo (*Lotus corniculatus*) utilizó agua de coco maduro “5%” como medio enraizador, obtuvo 93.33% de enraizamiento. En ese sentido, es preciso determinar que el agua de coco tierno es una sustancia empleada en experimentos de multiplicación de plantas, posee propiedades para el desarrollo de tejidos, rica en sustancias inductoras y reguladoras del crecimiento vegetativo, como auxinas ácido acético (AIA), ácido abscísico (ABA), citoquininas y giberelinas que promueven la generación de raíces implicados en procesos enraizamiento (Jean *et al.* 2009). No obstante, con sapo huasca se logró solo el 37.50%, lo cual indica que el extracto de sapo huasca contiene hormonas enraizantes, así lo confirma Espinoza (2011), quien obtuvo 56.25% de enraizamiento al utilizarlo para enraizar cacao (*Theobroma cacao L.*), con extracto de sapo huasca al 100% de concentración. Es así que, Inga (2017), quien obtuvo 2.5% de enraizamiento al utilizarlo para enraizar limón “*Citrus jambhiri*”, con extracto de sapo huasca al 80% de concentración. Al respecto, es preciso indicar que sapo huasca contiene auxinas importantes que favorecen el enraizamiento (Anexo 12).

Estudios realizados en propagación vegetativa en *Calycophyllum spruceanum* (capirona), Lipenský (2010), obtuvo el 80 % de enraizamiento a los 21 días del experimento, utilizando la dosis de 2000 ppm de ácido indol-3-butírico (AIB). Por lo contrario, Salcedo (2009), utilizó 200 ppm de ácido indol-3-acético (AIA), a los 21 días del experimento obtuvo el 43% de enraizamiento.

4.2. Porcentaje de sobrevivencia (%)

El análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de sobrevivencia (%) de *C. spruceanum*, después de 40 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (anexo 1), muestra que la hormona natural, sustrato y la interacción (hormona natural * sustrato) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la hormona natural, sustrato e interacción, influyen directamente sobre el porcentaje de sobrevivencia (%).

Cuadro 9. Medidas de resumen del porcentaje de sobrevivencia (%)

Tratamiento	N	Media	D.E.	CV	Min	Max	Mediana
T1 (arena fina-sin hormona)	24	12.50	10.43	83.41	0.00	25.00	12.50
T2 (arena fina-miel)	24	25.00	18.06	72.23	12.50	50.00	12.50
T3 (arena fina-sapo huasca)	24	41.67	12.04	28.89	25.00	50.00	50.00
T4 (arena fina-agua de coco)	24	37.50	10.43	27.80	25.00	50.00	37.50
T5 (arena media-sin hormona)	24	4.17	6.02	144.46	0.00	12.50	0.00
T6 (arena media-miel)	24	12.50	18.06	144.46	0.00	37.50	0.00
T7 (arena media-sapo huasca)	24	29.17	6.02	20.64	25.00	37.50	25.00
T8 (arena media-agua de coco)	24	91.67	6.02	6.57	87.50	100.00	87.50
T9 (arena gruesa- sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T10 (arena gruesa-miel)	24	16.67	6.02	36.12	12.50	25.00	12.50
T11 (arena gruesa-sapo huasca)	24	70.83	33.51	47.31	25.00	100.00	87.50
T12 (arena gruesa-agua de coco)	24	58.33	21.70	37.20	37.50	87.50	50.00

Al analizar el (cuadro 9 y cuadro 10), la interacción entre la hormona natural y los sustratos respecto de la variable porcentaje de sobrevivencia (%), se observa que la interacción de la hormona natural basada en agua de coco y el sustrato expresado por arena media, muestran un 91.67% de sobrevivencia (figura 6), superando estadísticamente al resto de tratamientos, seguido por el tratamiento conformado por sapo huasca y arena gruesa con 70.83% y por agua de coco y arena gruesa con 58.33% de sobrevivencia, entre otros.

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias Scott & Knott en el porcentaje de sobrevivencia (%)

Hormona natural (A)	Sustrato (B)			Promedio
	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	
Agua de coco	58.33 C	91.67 A	37.50 D	62.50
Sapo huasca	70.83 B	29.17 E	41.67 D	47.22
Miel	16.67 F	12.50 F	25.00 E	18.06
Sin hormona	0.00 G	4.17 G	12.50 F	5.56
Promedio	36.46	34.38	29.17	

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

Esto quiere decir que *C. spruceanum* alcanza altos valores de porcentaje de sobrevivencia (%) con agua de coco y arena de granulometría media, más no presenta el mismo comportamiento con las otras hormonas naturales probada; sin embargo, podrían obtenerse mejores resultados con otros elementos naturales con mayores proporciones de auxinas naturales. Un estudio realizado Alto Beni, Bolivia, encontró que las estacas de “Litchi” *Nephelium litchi* Camb., probadas con hormonas naturales (agua de coco y miel) y una hormona artificial (fertifox) en todos los enraizadores utilizados, se logró el 94% de sobrevivencia (Lucero 2014). Lo mismo ocurre con Montenegro (2015), con estacas de “cuernecillo” *Lotus corniculatus* y con agua de coco maduro “5%”, miel de abeja “1%”, que superaron el 92% de sobrevivencia en Carchi, Ecuador. Ante el presente escenario, para el éxito del método de propagación vegetativa, se tiene que considerar diversos factores como el sustrato, ambiente controlado, tipo de propágulo, tipo y dosis de hormona de enraizamiento, recipientes, especie a propagar, etc. (Guerra *et al.* 2018; Basauri *et al.* 2019). Y según Xavier *et al.* (2009), en lo referente a los ambientes o cámaras de enraizamiento, tienen que proveer alta humedad relativa entre de 80 y 90% y temperatura adecuada entre 30 y 35 °C sin oscilaciones bruscas.

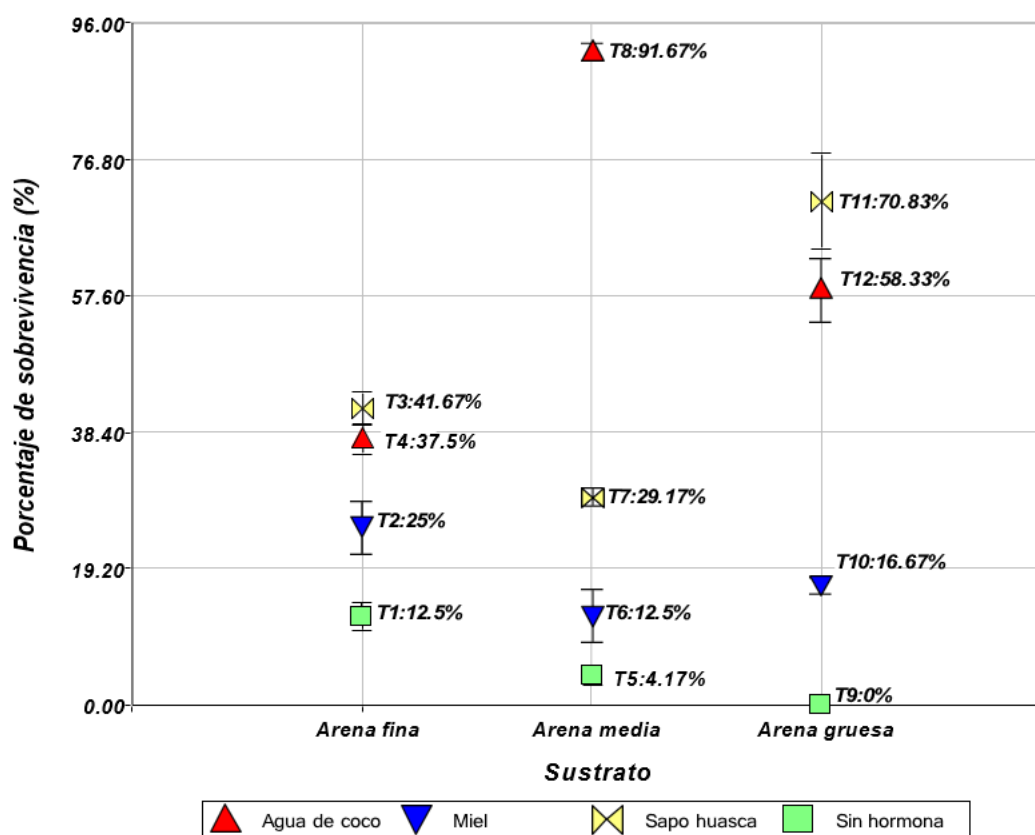


Figura 6. Porcentaje de sobrevivencia (%) a 40 días en cámara de subirrigación

En relación al sustrato puede ser variado, desde contener una buena porosidad y capacidad de retención de agua, y buena agregación al sistema radicular a ser formado (Timm *et al.* 2015). Finalmente, la convergencia de los factores mencionados en interacción con las hormonas naturales, afectan positivamente la sobrevivencia de estaquillas en condiciones de cámara de subirrigación.

4.3. Número de raíces (N°)

El análisis de varianza del Número de raíces (N°) de *Calycophyllum spruceanum*, después de 40 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (anexo 1), muestra que la hormona natural ha influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$) sobre la aparición de raíces en las estaquillas (N°). Sin embargo, la variable referida al tipo de sustrato, al igual que la interacción (hormona natural * sustrato), no mostraron diferencia significativa alguna en cuanto a la variable en estudio.

Cuadro 11. Medidas de resumen del Número de raíces (N°)

Tratamiento	N	Media	D.E.	CV	Min	Max	Mediana
T1 (arena fina-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T2 (arena fina-miel)	24	0.21	0.59	282.35	0.00	2.00	0.00
T3 (arena fina-sapo huasca)	24	1.17	2.46	210.97	0.00	11.00	0.00
T4 (arena fina-agua de coco)	24	0.54	1.02	188.42	0.00	3.00	0.00
T5 (arena media-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T6 (arena media-miel)	24	0.42	1.28	307.81	0.00	5.00	0.00
T7 (arena media-sapo huasca)	24	0.71	1.16	163.79	0.00	3.00	0.00
T8 (arena media-agua de coco)	24	1.92	1.93	100.79	0.00	7.00	1.00
T9 (arena gruesa- sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T10 (arena gruesa-miel)	24	0.46	1.22	265.11	0.00	5.00	0.00
T11 (arena gruesa-sapo huasca)	24	1.25	2.09	167.23	0.00	7.00	0.00
T12 (arena gruesa-agua de coco)	24	1.42	1.95	137.94	0.00	7.00	1.00

La prueba de Scott & Knott ($p < 0.05$) para la variable Número de raíces (N°), indica que las estaquillas aplicadas con agua de coco y sapo huasca, son estadística y significativamente superiores al resto de hormonas naturales aplicadas, con una media de 1.29 raíces y 1.04 raíces respectivamente (cuadro 11 y cuadro 12), seguidos de miel con 0.36 raíces y sin hormona sin presencia de raíz alguna (Figura 7).

Cuadro 12. Prueba comparación de medias Scott & Knott del Número de raíces (N°), según sustrato

Hormona natural (A)	Sustrato (B)			Promedio
	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	
Agua de coco	1.42	1.92	0.54	1.29 (a)
Sapo huasca	1.25	0.71	1.17	1.04 (a)
Miel	0.46	0.42	0.21	0.36 (b)
Sin hormona	0.00	0.00	0.00	0.00 (b)
Promedio	0.78 (a)	0.76 (a)	0.48 (a)	

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

No existe influencia significativa del sustrato, respecto del Número de raíces (N°) para *Calycophyllum spruceanum*, la prueba del rango múltiple de medias de Scott & Knott ($p < 0.05$) mostró que todos los sustratos probados, son iguales estadísticamente (anexo 1). Por otro lado, al analizar la interacción entre la hormona natural y los sustratos basados en granulometrías de arena respecto del Número de raíces (N°), mediante la prueba del rango múltiple de medias de Scott & Knott ($p < 0.05$), se evidencia que no existen diferencias significativas entre ambos factores para el número de raíces.

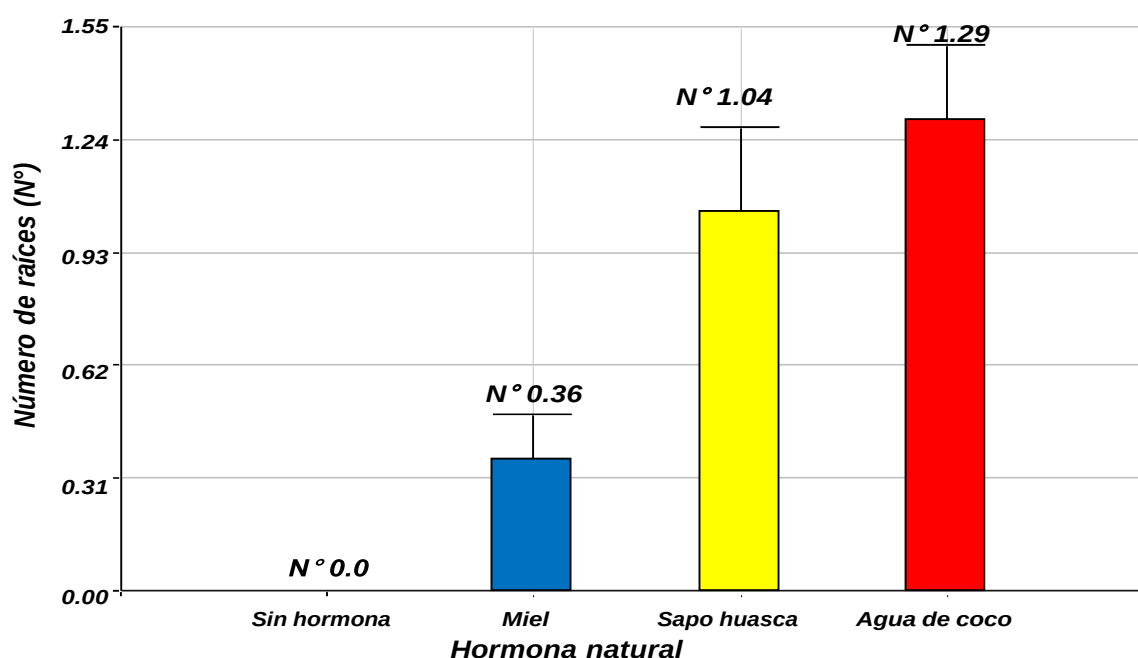


Figura 7. Número de raíces (N°) a 40 días en cámara de subirrigación

Al analizar, se evidencia la existencia de diferencias significativas, puesto que las estacas propagadas utilizando agua de coco y sapo huasca, superan estadísticamente a la miel y sin hormona, en cuanto al número de raíces. En ese sentido, un estudio realizado por Lucero (2014), en el Alto Beni, Bolivia, encontró que las estacas de (litchi) *Nephelium litchi* Camb., probadas con hormonas naturales: i) agua de coco, logró un máximo de 5 raíces y ii) con miel, logró como máximo 7.25 raíces por tratamiento. No obstante, es preciso mencionar que sapo huasca, es una liana que contiene hormonas naturales de crecimiento para enraizamiento y crecimiento de plantas. Pérez (2006), indica que la planta de sapo huasca es utilizada por los moradores nativos de la Amazonía Peruana, por sus bondades curativas, el tallo y hojas contienen sustancias hormonales que influyen al enraizamiento de muchas plantas forestales, medicinales, entre arbustivas, herbáceas, etc.

En ese sentido en análisis de cromatografía de gases, mediante la técnica de Barrido de Auxinas en hojas y tallos (Anexo 12), se determinó que las hojas contienen hasta 113.1 mg/kg de ácido indol -3- butírico, por cada kilogramo de hoja, como los tallos 362.8 mg/kg de ácido indol -3- butírico por cada kilogramo de tallo de sapo huasca. Por tanto, es importante destacar que, con el método adecuado, es posible obtener hormona natural, para incrementar el número de raíces de especies en futuros experimentos.

4.4. Porcentaje de callosidad (%)

El análisis de varianza del porcentaje de callosidad (%), después de 40 días de haberse instalado en la cámara de enraizamiento (anexo 1), muestra que la Hormona natural, Sustrato, al igual que la interacción (hormona natural * sustrato) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la hormona natural, sustrato y la interacción, influyen directamente sobre el Porcentaje de callosidad (%).

Por otro lado, al analizar gráficamente la (Figura 8), se observa que la interacción de la hormona natural basada en agua de coco y el sustrato expresado por arena media, muestran un porcentaje de callosidad de 87.50% (cuadro 13 y cuadro 14), superando estadísticamente al resto de tratamientos, seguido por el tratamiento conformado por sapo huasca y arena gruesa con 66.67%, luego el tratamiento agua de coco y arena gruesa con 54.17% de callosidad, entre otros.

Cuadro 13. Medidas de resumen del porcentaje de callosidad (%)

Tratamiento	N	Media	D.E.	CV	Min	Max	Mediana
T1 (arena fina-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T2 (arena fina-miel)	24	4.17	6.02	144.46	0.00	12.50	0.00
T3 (arena fina-sapo huasca)	24	41.67	12.04	28.89	25.00	50.00	50.00
T4 (arena fina-agua de coco)	24	33.33	6.02	18.06	25.00	37.50	37.50
T5 (arena media-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T6 (arena media-miel)	24	12.50	18.06	144.46	0.00	37.50	0.00
T7 (arena media-sapo huasca)	24	29.17	6.02	20.64	25.00	37.50	25.00
T8 (arena media-agua de coco)	24	87.50	10.43	11.92	75.00	100.00	87.50
T9 (arena gruesa- sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T10 (arena gruesa-miel)	24	16.67	6.02	36.12	12.50	25.00	12.50
T11 (arena gruesa-sapo huasca)	24	66.67	30.10	45.14	25.00	87.50	87.50
T12 (arena gruesa-agua de coco)	24	54.17	24.08	44.45	37.50	87.50	37.50

Cuadro 14. Prueba de comparación de medias Scott & Knott del porcentaje de callosidad (%)

Hormona natural (A)	Sustrato (B)			
	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Promedio
Agua de coco	54.17 C	87.50 A	33.33 E	58.33
Sapo huasca	66.67 B	29.17 E	41.67 D	45.83
Miel	16.67 F	12.50 G	4.17 H	11.11
Sin hormona	0.00 H	0.00 H	0.00 H	0.00
Promedio	34.38	32.29	19.79	

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

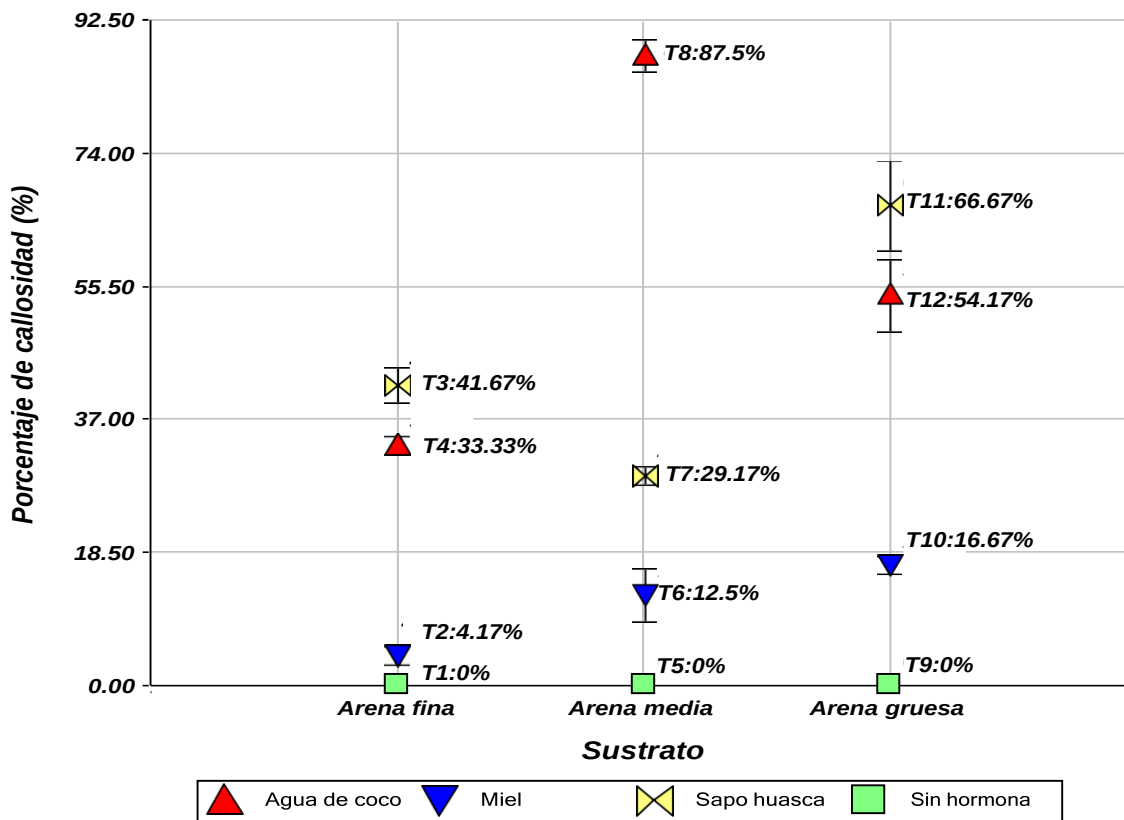


Figura 8. Porcentaje de callosidad (%) a 40 días en cámara de subirrigación

Al respecto Lipenský (2010), al probar estaquillas juveniles de *Calycophyllum spruceanum* con arena fina, logró el 80% de porcentaje de callosidad con 2000 ppm de AIB. Asimismo, Gatica (2015), con dosis de AIB utilizando brotes juveniles *Aniba rosaeodora* (palo rosa), en cámara de subirrigación, con dosis de 5000 ppm en arena fina, obtuvo 35% de callosidad. Sin embargo, Murrieta (2010), al experimentar con *Cedrela odorata*, alcanzó 61.7% de porcentaje de callos con estaquillas apicales, utilizando hasta 4000 ppm de AIB. Acerca de las condiciones adecuadas para la formación de callos y la consiguiente aparición de raíces Leakey (2004) señala que las auxinas y carbohidratos, se trasladan desde las hojas hasta la base de las estaquillas generando el inicio de la formación de raíces adventicias a través de la formación de callos. Consecuentemente Carrera (1977), expone que es determinante la formación de callos en el éxito del enraizamiento. En contraste con lo obtenido, esto quiere decir que *Calycophyllum spruceanum* alcanza 87.5% de Porcentaje de callosidad (%), por las óptimas concentraciones de auxinas naturales que tiene el agua de coco y los sustratos de arenas de granulometría media, por las auxinas como el AIB.

4.5. Porcentaje de brotes (%)

El ANVA del Porcentaje de brotes (%), después de 40 días de haberse instalado en la cámara de enraizamiento (anexo 1), muestra que la hormona natural, sustrato, al igual que la interacción (Hormona natural * Sustrato), han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la Hormona natural, sustrato y la interacción influyen directamente sobre el porcentaje de brotes (%).

Cuadro 15. Medidas de resumen del porcentaje de brotes (%)

Tratamiento	N	Media	D.E.	CV	Min	Max	Mediana
T1 (arena fina-sin hormona)	24	12.50	10.43	83.41	0.00	25.00	12.50
T2 (arena fina-miel)	24	25.00	18.06	72.23	12.50	50.00	12.50
T3 (arena fina-sapo huasca)	24	29.17	15.93	54.60	12.50	50.00	25.00
T4 (arena fina-agua de coco)	24	37.50	10.43	27.80	25.00	50.00	37.50
T5 (arena media-sin hormona)	24	4.17	6.02	144.46	0.00	12.50	0.00
T6 (arena media-miel)	24	12.50	18.06	144.46	0.00	37.50	0.00
T7 (arena media-sapo huasca)	24	29.17	6.02	20.64	25.00	37.50	25.00
T8 (arena media-agua de coco)	24	91.67	6.02	6.57	87.50	100.00	87.50
T9 (arena gruesa- sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T10 (arena gruesa-miel)	24	12.50	10.43	83.41	0.00	25.00	12.50
T11 (arena gruesa-sapo huasca)	24	66.67	39.47	59.21	12.50	100.00	87.50
T12 (arena gruesa-agua de coco)	24	58.33	21.70	37.20	37.50	87.50	50.00

Cuadro 16. Prueba de comparación de medias Scott & Knott del porcentaje de brotes (%)

Hormona natural (A)	Sustrato (B)			Promedio
	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	
Agua de coco	58.33 B	91.67 A	37.50 C	62.50
Sapo huasca	66.67 B	29.17 C	29.17 C	41.67
Miel	12.50 D	12.50 D	25.00 C	16.67
Sin hormona	0.00 E	4.17 E	12.50 D	5.56
Promedio	34.38	34.38	26.04	

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

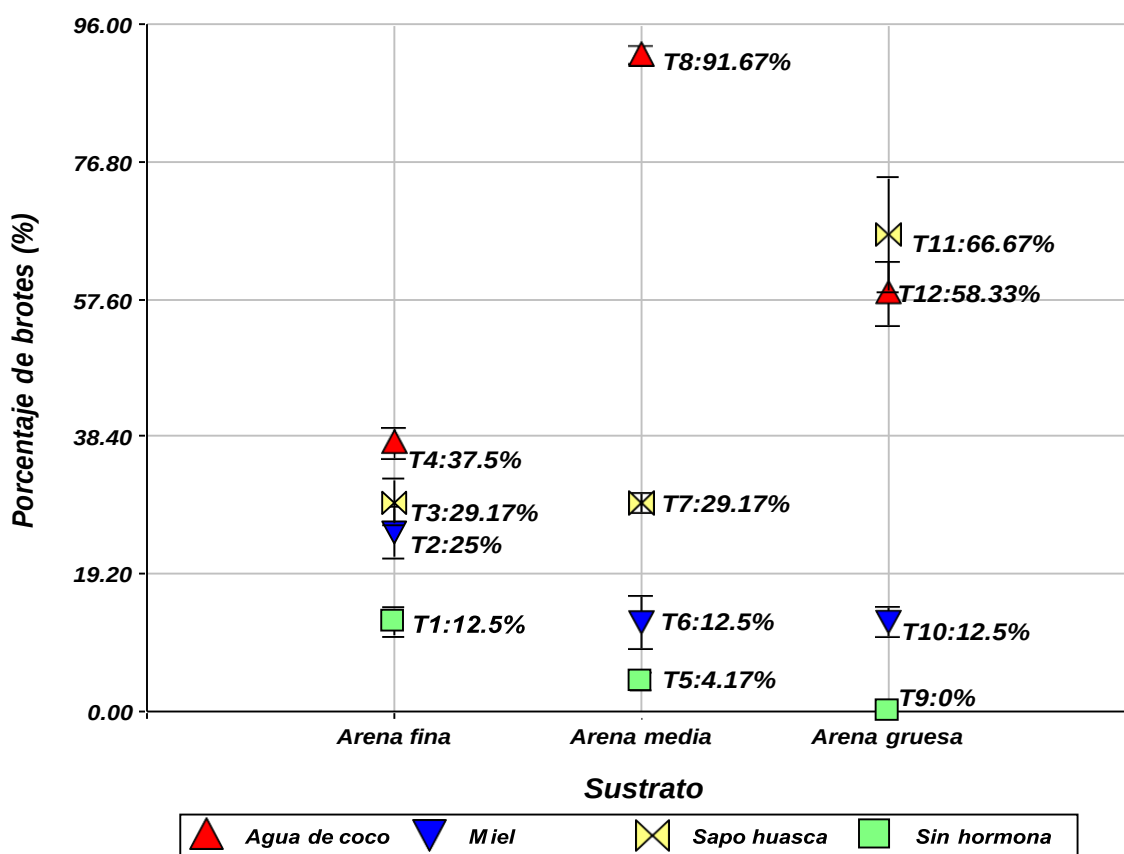


Figura 9. Porcentaje de brotes (%) a 40 días en cámara de subirrigación

En la Figura 9, se observa que la interacción de la hormona natural agua de coco y el tipo de sustrato arena media, muestran un porcentaje de brotes de 91.67% (cuadro 15 y cuadro 16), superando estadísticamente al resto de tratamientos, seguido por la interacción conformado por sapo huasca y arena gruesa con 66.67%, luego el tratamiento agua de coco y arena gruesa con 58.33% de brotes, entre otros. Sin embargo, Montenegro (2015), encontró que las estacas de “cuernecillo” *Lotus corniculatus*, con agua de coco y miel de abeja logran el 100% de porcentaje de brotes. Así mismo Enciso (2007), identificó el efecto favorable al utilizar sapo huasca a 100% de concentración obteniendo 86% de brotes en estacas de *Plukenetia volúbilis* (sacha inchi). Del mismo modo, Espinoza (2011), observó que las estacas semi leñosas de cacao (*Theobroma cacao* L.) con sapo huasca 100% de concentración, logró 79.16%. Mientras que Inga (2017), obtuvo 0% de brotación con limón “*Citrus jambhiri*”, probando con extracto de sapo huasca al 80% de concentración, se presume que este nulo porcentaje de brotación, se deba al uso del concentrado basado en agua destilada.

Por otro lado, Murrieta (2010), al propagar *Cedrela odorata*, obtuvo 75.2% de porcentaje de brotes con estaquillas apicales. Díaz 1991 menciona que si la estaquilla no cuenta con un adecuado sistema radicular el porcentaje de brotes no debería ser abundante, de ser así habría un desequilibrio entre fotosíntesis y respiración y/o las sustancias nutricionales de la estaquilla formarían nuevos brotes y no raíces, produciendo su muerte.

4.6. Longitud de raíz (cm)

El ANVA para la longitud de raíz (cm) de *C. spruceanum*, después de 40 días de haberse instalado (anexo 1), muestra que la hormona natural, al igual que la interacción (Hormona natural * Sustrato) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la hormona natural y la interacción influyen directamente sobre longitud de raíz (cm). No obstante, las medias del sustrato, no mostraron diferencia significativa alguna en cuanto a la variable en estudio, para la especie capirón.

Cuadro 17. Medidas de resumen de Longitud de raíz (cm)

Tratamiento	N	Media	D.E.	CV	Min	Max	Mediana
T1 (arena fina-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T2 (arena fina-miel)	24	0.57	1.74	307.14	0.00	6.30	0.00
T3 (arena fina-sapo huasca)	24	3.27	4.69	143.37	0.00	14.40	0.00
T4 (arena fina-agua de coco)	24	2.22	4.32	194.87	0.00	13.40	0.00
T5 (arena media-sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T6 (arena media-miel)	24	0.55	1.69	304.94	0.00	7.00	0.00
T7 (arena media-sapo huasca)	24	1.95	3.64	186.71	0.00	12.60	0.00
T8 (arena media-agua de coco)	24	5.93	5.83	98.24	0.00	17.70	4.45
T9 (arena gruesa- sin hormona)	24	0.00	0.00	sd	0.00	0.00	0.00
T10 (arena gruesa-miel)	24	0.21	0.54	252.97	0.00	1.80	0.00
T11 (arena gruesa-sapo huasca)	24	2.80	4.97	177.77	0.00	13.50	0.00
T12 (arena gruesa-agua de coco)	24	3.50	4.85	138.29	0.00	17.20	1.00

Cuadro 18. Prueba de medias Scott & Knott, Longitud raíz (cm)

Hormona natural (A)	Sustrato (B)			Promedio
	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	
Agua de coco	3.50 B	5.93 A	2.22 B	3.88 (a)
Sapo huasca	2.80 B	1.95 B	3.27 B	2.67 (b)
Miel	0.21 C	0.55 C	0.57 C	0.44 (c)
Sin hormona	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.00 (c)
Promedio	2.11 (a)	1.63 (a)	1.51 (a)	

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

Por otro lado, en la (figura 10), se observa que la interacción de la hormona natural basada en agua de coco y el sustrato expresado por arena media, muestran una Longitud de raíz de 5.93 cm (cuadro 17 y cuadro 18), superando estadísticamente al resto de tratamientos, seguidos por los tratamientos conformados por agua de coco y arena gruesa con 3.50 cm, sapo huasca y arena fina con 3.27 cm, entre otros. Al respecto, Inga (2017), obtuvo 0.1 cm de longitud de raíz con limón "*Citrus jambhiri*", probando con extracto de sapo huasca al 80% de concentración.

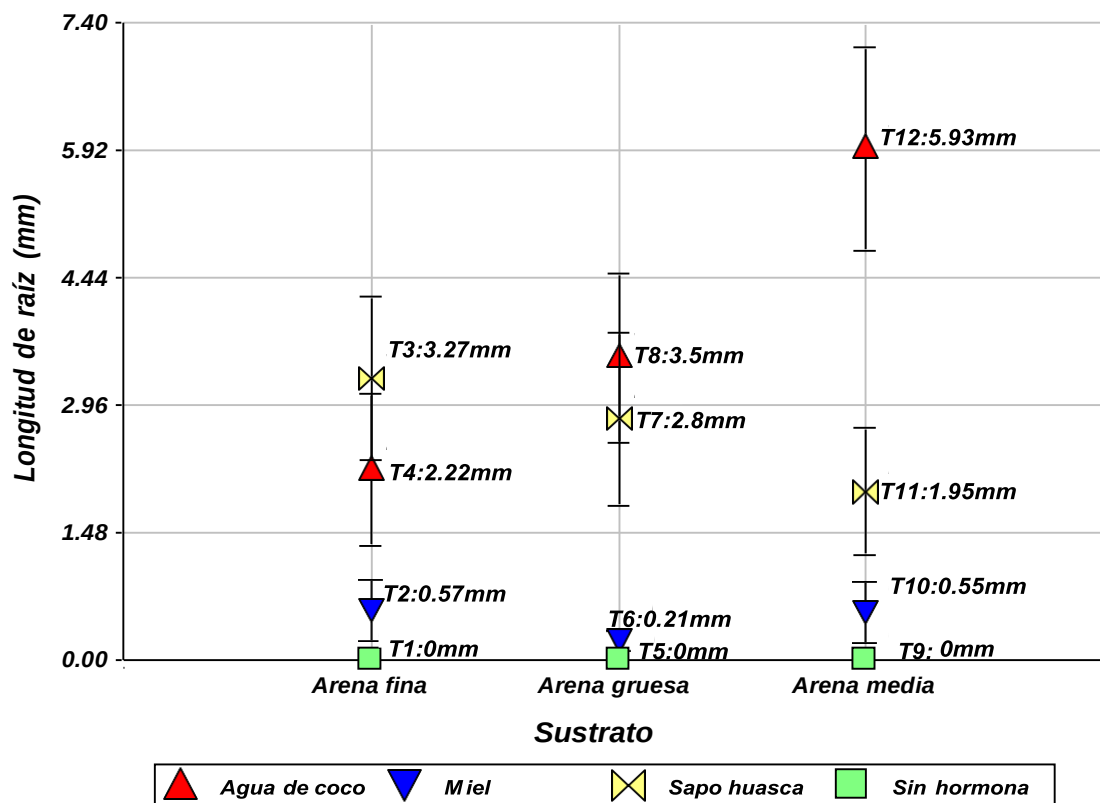


Figura 10. Longitud raíz (mm) a 40 días en cámara de subirrigación.

Sin embargo, Montenegro (2015), encontró que las estacas de “cuernecillo” *Lotus corniculatus*, con agua de coco y miel de abeja logran 1.44 y 1.07 cm de longitud de raíz.

En otro experimento, con *Cedrela odorata* (Murrieta 2010), logró 3.61 cm de longitud de raíz promedio, utilizando dosis hasta 4000 ppm de AIB. Al respecto, Vernier y Cardoso (2013), refieren que el AIB promueve y favorece el enraizamiento de estaquillas y estacas y las dosificaciones van a depender de la especie, de los tipos y tamaño del material vegetativo. Al respecto, Bortolini *et al.* (2008), citan que la uniformidad de las raíces y longitud de raíces en corto período de tiempo, son obtenidas en estaquillas tratadas principalmente con el fitorregulador AIB. Sin embargo, las hormonas naturales, son menos contaminantes, menos costosas y de fácil obtención en el mercado local.

V. CONCLUSIÓN

- La interacción de la hormona natural agua de coco y sustrato de arena media (T8), influenciaron significativamente en el enraizamiento de estaquillas de *C.spruceanum*, logrando además los mayores valores en cuanto porcentaje de sobrevivencia, brotes, callosidad y mayor longitud de raíz por estaquilla.
- Respecto de la interacción de la hormona natural sapo huasca y sustrato de arena gruesa (T11), se lograron importantes resultados, en cuanto a sobrevivencia, callosidad, brotes y enraizamiento.

VI. RECOMENDACIÓN

- Realizar propagación por sub irrigación de *C. spruceanum*, utilizando exclusivamente el agua de coco tierno como hormona natural y arena media como sustrato.
- El tratamiento con extracto de sapo huasca, es una hormona natural que requiere de mayor estudio (hojas, tallos, raíces, etc), puesto que posee cualidades enraizantes naturales que podrían ser utilizados en lugares como comunidades nativas para el enraizamiento de especies agroforestales.
- Continuar con la investigación realizando ensayos de propagación por sub irrigación de *C. spruceanum*, probando únicamente el extracto de sapo huasca de la parte del tallo ya que contiene más AIB.
- Se sugiere en futuros ensayos utilizar la hormona natural agua de coco y extracto de sapo huasca en la propagación vegetativa en cámaras de sub irrigación con otras especies forestales.
- Se sugiere en futuros ensayos utilizar como hormona natural agua de coco y extracto de sapo huasca en otras propagación vegetativa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcantara, JS; Acero, J; Alcantara, JD; Sanchez, R. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. (en línea). Artículo de revisión NOVA. 2019; 17 (32): 109-129 p. Consultado 3 feb. 2023. Disponible en: <http://scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>.
- Alvarado, MA; Solano, JA. 2002. Producción de sustratos para Viveros. CR. 46 p.
- Aquino, Y. 2020. Efecto de cuatro fitohormonas naturales y un sintético, en el prendimiento de estacas de dos especies de cantuta (*Cantua boxifolia* y *Cantua tomentosa*) en invernadero – Puno. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano - Ilave. Puno, PE. 132 p.
- Bachmann, H. (2007). Estudios preliminares de caracterización de miel de abeja: determinación de carbohidratos por GC/MS y análisis enzimáticos. Bioquímico. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, CH. 91 p.
- Baluarte, J. 1995. Comportamiento fenológico preliminar de áreas inundables. Nota técnica, IIAP. Folia Amazónica. V. 7(1-2): 205-217.
- Basauri, Y.; Guerra, W.; Gorbitz, G.; Lombardi, I.; Guerra, H.; Medeiros, E.; Lopes, J.; del Castillo, D.; Rojas, K.; Abanto, C. 2019. Enraizamiento de miniestacas de *Guazuma crinita* M. utilizando diferentes invernaderos, sustratos y aditivos. Piracicaba, BR. Scientia Forestalis 47(124): 632-643.
- Bortolini, F.; de Lima, M.; de Alcántara B.; Fanti, P.; Biasi, A.; Quoirin, M.; Koehler, S.; Zuffella, C. 2008. Enraizamiento de estacas de *Ficus benjamina* L. Scientia Agraria 4: 539-543.
- Botti, C. 1999. Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. En: Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, CH. 72-82 p.

- Carrera, V. 1997. La propagación vegetativa en el género *Pinus*. México, MX. Ciencia Forestal 2(7): 3-29.
- Castañeda, A. 1984. Propagación comparativa de *Polylepis racemosa* con nutrientes tomadas a tres niveles de ramas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, PE. 29 p.
- Cervantes, D. 2011. Propagación vegetativa de quinilla (*Manilkara bidentata*, A.D.C.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámaras de subirrigación en el distrito de Morales provincia San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, PE. 97 p.
- Condori, E. 2006. Efecto de enraizamiento naturales, en la propagación asexual del arce negundo (*Arcer negundo*), en vivero. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, BO. 86 p.
- Coronel, C. 2003. Agua de coco: solución alternativa en la terapia de rehidratación oral. Rev. Mexicana. V. 70 (3): 118-122.
- Dahua, C. (2018). Efecto del Acido-3-indolbutirico en la producción de clones de *Simarouba amara* (marupa) Aubl. Y *Croton matourensis* (Aucatadijo) Aubl. En Pucallpa, Perú. Pucallpa - Perú: FCF. Universidad Nacional de Ucayali.
- Delvin, M. 1980. Fisiología Vegetal. 3 Ed. Traducido por X. Limosa Ediciones Omega. Barcelona, ES. 517 p.
- Díaz, E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* y *Gmelina arborea* Linn. Magister en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 93 p.
- Díaz, J. 2007. Promoción de la regeneración natural para establecer bosques manejados en tierras en barbecho cerca de Pucallpa, en la Amazonia Peruana. Doctorado. Universidad de Friburgo, Friburgo de Brisgovia, DE. 156 p.

- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Gonzalez, L.; Tablada, E.; Díaz, M.; Robledo, C.; Balzarini, M. 2008. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. 7ma Ed. Córdoba, Argentina. 356p.
- Enciso, J. 2007. Determinación de dosis adecuada de extracto de Sapo Huasca (*Dalechampia dioscoreaefolia poepp.*) en el enraizamiento de estacas de Sasha inchi (*Plukenetia volúbilis L.*) en condiciones de vivero. Tesis Ing. Agrónomo. Pucallpa, PE. Universidad Nacional de Ucayali. 50 p.
- Espinoza, C. 2011. Utilización de diferentes concentraciones de extracto de sapo huasca (*Cissus sicyoides L.*) en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Pucallpa. Tesis Ing. Agrónomo. Pucallpa, PE. Universidad Nacional de Ucayali. 54 p.
- Flores, A. 2006. Propagación por acodo aéreo de *Magnolia grandiflora L.* (en línea). Universidad Autónoma Chapingo. Ing. En Restauración Forestal. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, MX. 58 p. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en: <http://www.flores/romero/adrianafabiola/2006/pdf.mx>
- Flores, D.; López M.; López, J.; Cetina, V.; Hernández, T. 2013. Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham. Rev. (en línea). Chapingo, MX. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9(1): 175-178. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/629/62926254014.pdf>
- Flores, M. 2010. evaluación del efecto de cinco dosis de fitohormona, tres tipos de sustrato y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estaquillas juveniles de *Amburana cearensis* (ISHPINGO), en ambientes controlados, en Pucallpa – Ucayali, Perú. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, PE. 123 p.
- Flores, R. 1986. Efectos de Topófisis y de dos profundidades de siembra en la propagación por estacas de *Eritrina poppigiana* (woopen). O. F. Cook (Pro). Magister Agricultura IICAde la OEA. CR. 67 p.

- Flores, Y. 2019. Fichas técnicas para plantaciones con especies nativas en zona de selva bajagarcu. Lima, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. 54 p.
- Gárate, M. 2010. Técnicas de propagación por estaca. Trabajo monográfico. Título Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, PE. 189 p.
- Garcia, F. 2002. Biología y botánica. Tema 14. Reguladores del crecimiento. 24 p. (en línea). Consultado 13 ene. 2023. Disponible en: <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Tema%2014d%20Reguladores%20del%20Crecimiento.%20Etileno.pdf>
- Gatica, N. 2015. Ácido Indol 3 Butírico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora Ducke* “palo rosa” en Jenaro Herrera, Loreto. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, PE. 59 p.
- GEOBOSQUES. 2021. Plataforma de monitoreo de cambios sobre la cobertura de los bosques – bosques y perdidas de bosques (deforestación). (en línea). Lima, PE. Consultado 20 ene. 2023. Disponible en <https://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>
- Gispert, C. 1984. Frutales y bosque. Biblioteca Práctica Agrícola Ganadera. Tomo 3. Eds. Océano. Barcelona, ES. 204 p.
- González, Y. 2009. Hemolisis producida por *Solanum melongena*, *Cissus sicyoides*, *plantago major* y *Achyranthes aspera*. (en línea). Cuba Infomed 13 (1):1-5. Consultado 11 ene. 2017. Disponible en: <http://medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/325/416>
- Gronerth, C. 2009. Efecto de niveles de área foliar y dosis de ácido indolbutírico en el enraizamiento de caoba (*Swietenia macrophylla G. King.*) en cámaras de subirrigación. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional De San Martín. Tarapoto, PE. 126 p.

- Guerra, H.; Arévalo, L.; Vásquez, A.; Guerra, W.; Del Castillo, D. 2018. Manual técnico de propagación vegetativa de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en ambientes controlados. (en línea). Consultado 25 ene. 2020. Disponible en http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/378/1/Guerra_documentotecnico_2018.pdf.
- Gutiérrez, M.; Rodríguez, A.; Vit, P. 2008. Miel de abejas: una fuente de antioxidantes. *Rev. Venezuela Quim.* V. 12: 39-44.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1998. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 6 ed. México D. C. Editorial Continental. 760 p.
- Hartmann H, Kester D, Davies J, and Geneve R (1997) Propagación de plantas: principios y prácticas. 6 ed. Prentice-Hall, Londres, UK. 770 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1996. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Edit. Continental. México, MX. 814 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4 ed. Continental. MX. 760 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1992. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. 5 ed. Continental. MX. 830 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1983. Propagación de plantas, Principios y prácticas. Trad. M. Ambrosio A. Instituto Cubano del Libro. La Habana, CU. 693 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1980. Propagación de plantas, Principios y prácticas. Edit. Continental. D.F. México. 814 p.
- Henríquez, E. 2004. Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (*Morus alba*). (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 77 p. Consultado 21 feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101738>.

- Hill, M. 1980. Fisiología Vegetal. OMEGA. Barcelona, ES. 517 p.
- Huarhwa, T. 2017. Propagación vegetativamente de queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero, Cuajone, Torata-Moquegua. (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía y Arquitectura. Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, PE. 130 p. Consultado 02 feb. 2023. Disponible en <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/186>
- Inga, K. 2017. Efecto de diferentes concentraciones de sapo huasca (*Cissus verticillata*) en el enraizamiento de limón rugoso (*Citrus jambhiri* L.) Pucallpa — Ucayali. Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, PE. 60 p.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 2021. Capirona: versatilidad y rendimiento económico al voleo. Attalea. Revista de Divulgación Científica. Consultado 28 ene. 2023. Disponible en: <http://attalea.iiap.gob.pe/2021/04/02/capirona-versatilidad-y-rendimiento-economico-al-voleo/>
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 2015. Estación meteorológica. Ucayali, PE.
- Jean W., Yong H., Liya G. (2009). La composición química y las propiedades biológicas del agua de coco (*Cocos nucifera* L.). Moléculas — Revista de acceso abierto. ISSN 1420-3049. Grupo Académico de Ciencias Naturales y Educación Científica, Universidad Tecnológica de Nanyang, 1 Nanyang Walk, 637616, Singapur. Vol 14 (12). 5144 – 5164 pag. Consultado 01 feb. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules14125144>
- Juárez, E.; Rodríguez, R. 2005. Mecánica del suelo. Tomo 1. Fundamentos de la mecánica del suelo. Ed. Limusa. MX. 644 p.
- Leakey, B.; Mesén, F.; Tchoundjeu, Z.; Longman, A.; Dick, J.; Newton, A.; Matin, A.; Grace, J.; Munro, C.; Muthoka, N. 1990. Técnicas de baja tecnología para la

propagación vegetativa de árboles tropicales. En: Revisión Forestal de la Commonwealth 66 (1):61- 75.

Leakey, R.; Mesén, F. 1991. Propagación vegetativa de especies forestales: enraizamiento de estacas suculentas. Manual sobre mejoramiento genético con referencia especial a América Central. CATIE, Turrialba, CR. 133 p.

Leakey, R. 2004. Fisiología de la Reproducción vegetativa. Unidad de Agroforestería y Nuevos Cultivos. (en línea). Escuela de Biología Tropical. Universidad James Cook. Cairn AU.18 p. Consultado 08 nov. 2020. Disponible en http://C:/Users/adan/Downloads/Encyclopedia_of_Forest_Science_Vegetative_propagation.pdf.

Lipenský, J. 2010. Los métodos de propagación vegetativa de especies agroforestales útiles en la amazonia peruana. Tesis Mag. Agroforestal. Universidad Checa de Ciencias de la Vida de Praga. Praga, CZ. 74 p.

Loach, K. 1988. Relaciones hídricas y enraizamiento adventicio. En la formación de raíces aventajadas en esquejes. Ed. T.D. Davis; B.E. Haissig; N.B. Sankhla. Portland, Or. EE.UU., Dioscorides Press. 102-116 p.

Loyola, O. 2019. Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali - Perú. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. 100 p.

Lucero, L. 2014. Propagación asexual del Litchi (*Nephelium litchi* Camb.) mediante diferentes técnicas de acodo aéreo, con tres enraizadores (hormona, agua de coco y miel) en la estación experimental de Sapecho — Alto Beni. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, BO. 102 p.

Macé, F. 2010. Terra Nostra – vivero temático y herboristería viva (plantas invasoras *Cissus verticillata* - *cissus sycoides*). (en línea). Consultado 15 nov. 2019. Disponible en <http://www.terranostra.blogspot.pe>

- Manta M. Y Shwyzer 1985. Propagación por estacas de trébol (*Amburana cearensis*). Ministerio de agricultura y ganadería; Servicio Forestal Nacional, sección investigación forestal. Centro forestal Alto Paraná. PY. 8 p.
- Martínez, P; Roca, D. 2011. Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. (en línea). In Flórez, V (ed.). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, CO. p.37-77. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/237100771_Sustratos_para_el_cultivo_sin_suelo_Materiales_propiedades_y_manejo.
- Mendez, N. 2016. Efecto de fitohormonas en la propagación vegetativa de *Tectona grandis* L. F. “Teca” en el vivero forestal de la UNAS. Tesis Ing. Recursos naturales renovables mención forestal. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Tingo María, PE. 101 p.
- Mesén, F.; Leakey, R.; Newton, A. 1992. Hacia el Desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. El chasqui 28: 6-18.
- Mesén, F. 1993. Propagación vegetativa de frondosas centroamericanas. Doctorado. Edimburgo, Carolina del Sur: Universidad de Edimburgo. 231 p.
- Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico No. 30. Turrialba, CR. CATIE. Proyecto de Semillas forestales-PROSEFOR. 36 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Dictamen de extracción no perjudicial de *Aniba rosaeodora* Ducke procedente del medio natural. (en línea). Consultado 15 dic. 2019. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wpcontent/uploads/sites/21/2014/02/Dictamen-ENP-palo-rosa.pdf>.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2017. Apuesta por el desarrollo sostenible para enfrentar la deforestación en la Amazonia — gestión de paisajes productivos sostenibles de la Amazonia peruana. (en línea). Lima, PE. Consultado 11 jul. 2017. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/programa->

bosques/2017/02/15/minam-apuesta-por-el-desarrollo-sostenible-para-enfrentar-la-deforestacion-en-la-amazonia/.

MINAM (Ministerio del Ambiente); MINAGRI (Ministerio de Agricultura). 2017. MINAM y MINAGRI presentaron datos oficiales sobre cobertura y pérdida de bosques húmedos amazónicos al 2016. (en línea). Consultado 02 feb. 2020. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-y-minagri-presentaron-datos-oficiales-sobre-cobertura-y-perdida-de-bosques-humedos-amazonicos-al-2016/>.

Miranda, L. 2016. Propagación asexual del eucalipto (*Eucalyptus viminalis*) con enraizador natural (agua de coco), en la cámara de sub-irrigación en el Centro Experimental de Cota Cota. (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, BO. 92 p. Consultado 02 feb. 2023. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10537>

Montenegro, S. 2015. Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de *Lotus comiculatus* en el centro experimental San Francisco, Huaca - Carchi. Tesis Ing. en Desarrollo Integral Agropecuario. Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, EC. 112 p.

Mueras, L. 2010. Efecto del sustrato, dosis de ácido indolbutírico y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de tornillo (*Cedrelinga catanaeformis* Duc) utilizando propagadores de subirrigación en Pucallpa – Ucayali - Perú. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, PE. 102 p.

Murillo, O; Badilla, Y; Villalobos, M; Rojas, F. 2003. Optimización de la tecnología de propagación vegetativa in vivo y plantación de Teca y Pílon. Escuela de Ingeniería forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. Costa Rica. 170 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. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad

- Nacional de Ucayali. Pucallpa, PE. 102 p.
- Newton, C; Jones, A. 1993. Caracterización del microclima en sistemas de propagación deniebla y sin niebla, *Journal of Horticultural Science* 68 (3):421-430. Disponible en <https://doi.org/10.1080/00221589.1993.11516369>
- Núñez, Y. 1997. Propagación vegetativa del cristóbal (*Platymiscium pinnatum Benth*); pilon (*Hyeromina alchorneoides Allemao*) y surá (*Terminalia oblonga Ruiz & Pavon*) mediante el enraizamiento de estacas juveniles. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 172 p.
- Palomino, J., Barra, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (PRONATURALEZA). Oxapampa, PE. 108 p.
- Parrotta, John. 1993. *Cocos nucifera L., Coconut palm*. (en línea). Nueva Orleans LA: Servicio Forestal del USDA, Departamento de agricultura, Instituto de Tropical. 7 p. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <http://www.treeseearch.fs.fed.us/pubs/30360>
- Patiño C.; Mosquera F.; Tulio R. 2011. Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y brotamiento de los cormos de la hierba de la Equis *Dracontium grayumianum*. *Rev. Colombia. Biol.* V. 16: 133-142.
- Pérez, F. 2006. Manual de práctica de fisiología vegetal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, PE. 175 p.
- Pérez, F. 1998. Manual de práctica de fisiología vegetal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, PE. 175 p.
- Pinedo, L. 1993. Influencia del diámetro, largo y profundidad de siembra en la propagación por estacas de *Amburana cearensis L.* Ishpingo. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Ucayali. Pucallpa, PE. 70 p.

- Pire, R; Pereira, A. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, VE. Propuesta metodológica. Bioagro 15(1):55- 63.
- Quijada, C. 1980. Propagación vegetativa. 2 ed. Madrid, ES. 84 p.
- Quispe L. 2018. Efecto de las hormonas de enraizamiento en esquejes de álamo (*Populus deltoides*) bajo riego por capilaridad. (en línea). Revista Apthapi 4 (1): 1009-1020. La Paz, BO. Consultado 08 feb. 2023. Disponible en <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/issue/view/18>
- Reynel, C.; Penington, R.; Penington, T.; Flores, C.; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonia Peruana. Manual con apuntes de identificación ecología y propagación de las especies. Lima, PE. 50 p.
- Reynel, C; Pennington, R. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Lima, PE. Tarea Gráfica Educativa. 509 p.
- Rojas, S.; García, J.; Alarcón, M.; Escobar, C.; Cipagauta, M.; Solarte, H.; Osorio, V.; Barahona, R.; Trujillo, R.; Tróches, J.; Rivera, E.; Colorado, G.; Cadena, F. 2004. Propagación asexual de plantas. Corporación Colombiana de Investigación.
- Ruiz-Solsol, H.; Mesén, F. 2010. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). (en línea). Nota Técnica. Agron. Costarricense vol. 34 n.2. Consultado 23 jul. 2019. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-4242010000200011&script=sci_arttext.
- Salcedo, B. 2009. Efecto del ácido indol-acético (AIA) en el enraizamiento de estacas juveniles de Capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Ex., instaladas en cámara de sub-irrigación. Tesis Ing. Recursos naturales renovables mención forestal. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Tingo María, PE. 88 p.

- Scull, R.; Miranda, M. y Caballero, O. 2000. Contribución al estudio de *Cissus sicyoides* L. (Bejuco-ubí). (en línea). Revista Cubana Farmacia 34 (2):120-124. Ciudad de la Habana, CU. Consultado 14 ene. 2017. Disponible en <http://www.imbiomed.com.mx>articulos>
- Sevilla, R.; Holle, M. 2004. Recursos genéticos vegetales. Ed. Torre Azul. Lima, PE.
- Sibille, A. 2006. Guía de Procesamiento Industrial - Capirona (en línea). Lima, PE. 20 p. Consultado 13 ene. 2019. Disponible en http://plantarperu.com/guia_capirona.pdf.
- Snedecor, G.; Cochran W. 1980. Métodos de estadística. 7 ed. Universidad Estatal de Iowa Press., Ames., Iowa, US. 68 p.
- Soudre, M. 2010. Crecimiento de Capirona en plantaciones establecidas en la región Ucayali. Pucallpa, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. E. ExperimentalUcayali. 2 p.
- Soudre, M; Mesen, F; Del Castillo, D; Guerra, H. 2008. Memoria del curso internacional “Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas”. IIAP. Pucallpa, PE. 100 p.
- Soudre, M; Guerra, H. 2010. Efecto del sustrato en la calidad de plantones de caoba, cedro e ishpingo de origen vegetativo en fase de aclimatación. Pucallpa, PE. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. E. Experimental Ucayali. Informe Tec. 14 p.
- Timm, C.; Schuch, M.; Tomaz, Z.; Mayer, N. 2015. Enraizamento de miniestacas a partir de ramos herbáceos de porta-enxertos de pessegueiro, em diferentes substratos. Revista Inova Ciencia & Tecnologia, v. 1:18-22.
- Torres, A. 2003. Relación entre podas estacionales e hidratos de carbono en el crecimiento de eucaliptos en propagación vegetativa por miniesquejes. Magister. Escuela Superior de Agricultura Luiz de Quiróz. Universidad de São Paulo. São Paulo, BR. 65 p.

- Ugarte, J; Dominguez, G. 2010. Índice de sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía. Ucayali, PE. Ecología Aplicada 9(2):101-111.
- Ulloa, J., Mondragón, P., Rodríguez, R., Juan, R., Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. 11 p.
- Urbina, V. 2009. Propagación de los frutales. Monografías de fruticultura N° 7. Proyección para clases. Capítulo 3. Estaquillado. 55 p.
- Ushiñahua, D. 2016. Comportamiento fenológico preliminar de capirona en la provincia de San Martín, Región San Martín. San Martín, Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario Estación Experimental Agraria "El Porvenir" San Martín. p. 2.
- Vallejos, G.; Gonzales, L.; Arévalo, L. 2014. Enraizamiento de brotes de capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex Schum., en la amazonia peruana. CR.Rev. Forestal Mesoamericana Kurú. v.11:55-59.
- Vargas, D. 2012. Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento de plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hooker t ex Schumann) en fase de vivero. s.l., Universidad Nacional Agraria de la Selva. 92 p
- Vásquez, C.; Orozco, A.; Rojas, M.; Sánchez, M; Cervantes, V. 1997. La reproducción de las planas: semillas y meristemas (en línea). Biblioteca digital La Ciencia para Todos. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. Consultado 18 set. 2019. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/menu.htm>.
- Vernier, M.; Cardoso, B. 2013. Influencia del ácido indolbutírico en enraizamiento de esquejes en especies frutales y ornamentales Rev. T. ed. Ciencias. Garceta (3):2 11- 16.
- Vidal, F. 2010. Evaluación de cinco Dosis del ácido indol butírico, sustrato y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de *Simarouba amara* AUBL. (Marupa), Pucallpa - Perú: FCF - Universidad Nacional

de Ucayali.

- Vivanco, J. 2009. Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de *Hypericum sp* (Hipericum sp).(en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, EC. Escuela Politécnica de Chimborazo. 135p. Consultado 23 ene. 2023. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/361/1/13T0656%20.pdf>
- Wells, J. 1979. Prácticas de propagación de plantas. Nueva York. US. Macmillan Publishingco., INC. 334 p.
- Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, R. L. 2009. Silvicultura clonal: principios e técnicas. Viçosa: Editora UFV. 272 p.
- Zimmerman, W. 1975. Reguladores de crecimiento vegetal. Edit. Limusa. Guadalajara, MX. 56 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Corrida estadística de variables enraizamiento, sobrevivencia, entre otros

Nueva tabla: 3/01/2022 - 10:26:19 - [Versión: 11/09/2017]

Análisis de la varianza

%_enraiz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%_enraiz	288	0.82	0.81	42.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	130694.44	11	11881.31	112.43	<0.0001
Hormona natural	103750.00	3	34583.33	327.26	<0.0001
Sustrato	4652.78	2	2326.39	22.01	<0.0001
Hormon*Sustrato	22291.67	6	3715.28	35.16	<0.0001
Error	29166.67	276	105.68		
Total	159861.11	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 105.6763 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	50.00	72	1.21	A
Sapo huasca	33.33	72	1.21	B
Miel	13.89	72	1.21	C
Sin hormona	0.00	72	1.21	D

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 105.6763 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena media	28.13	96	1.05	A
Arena gruesa	26.04	96	1.05	A
Arena fina	18.75	96	1.05	B

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 105.6763 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	Arena media	70.83	24	2.10	A
Agua de coco	Arena gruesa	54.17	24	2.10	B
Sapo huasca	Arena fina	37.50	24	2.10	C
Sapo huasca	Arena gruesa	33.33	24	2.10	C
Sapo huasca	Arena media	29.17	24	2.10	C
Agua de coco	Arena fina	25.00	24	2.10	D
Miel	Arena gruesa	16.67	24	2.10	E
Miel	Arena fina	12.50	24	2.10	E
Miel	Arena media	12.50	24	2.10	E
Sin hormona	Arena media	0.00	24	2.10	F
Sin hormona	Arena fina	0.00	24	2.10	F
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	2.10	F

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

%_Sobrevivencia

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%_Sobrevivencia	288	0.77	0.76	45.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	209166.67	11	19015.15	82.87	<0.0001
Hormona natural	147500.00	3	49166.67	214.26	<0.0001
Sustrato	2708.33	2	1354.17	5.90	0.0031
Hormon*Sustrato	58958.33	6	9826.39	42.82	<0.0001
Error	63333.33	276	229.47		
Total	272500.00	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 229.4686 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	62.50	72	1.79	A
Sapo huasca	47.22	72	1.79	B
Miel	18.06	72	1.79	C
Sin hormona	5.56	72	1.79	D

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 229.4686 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena gruesa	36.46	96	1.55	A
Arena media	34.38	96	1.55	A
Arena fina	29.17	96	1.55	B

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 229.4686 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	Arena media	91.67	24	3.09	A
Sapo huasca	Arena gruesa	70.83	24	3.09	B
Agua de coco	Arena gruesa	58.33	24	3.09	C
Sapo huasca	Arena fina	41.67	24	3.09	D
Agua de coco	Arena fina	37.50	24	3.09	D
Sapo huasca	Arena media	29.17	24	3.09	E
Miel	Arena fina	25.00	24	3.09	E
Miel	Arena gruesa	16.67	24	3.09	F
Miel	Arena media	12.50	24	3.09	F
Sin hormona	Arena fina	12.50	24	3.09	F
Sin hormona	Arena media	4.17	24	3.09	G
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	3.09	G

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

N° raíces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° raíces	288	0.16	0.13	209.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	105.15	11	9.56	4.81	<0.0001
Hormona natural	76.96	3	25.65	12.92	<0.0001
Sustrato	5.47	2	2.73	1.38	0.2543
Hormon*Sustrato	22.73	6	3.79	1.91	0.0797
Error	548.17	276	1.99		
Total	653.32	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 1.9861 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	1.29	72	0.17	A
Sapo huasca	1.04	72	0.17	A
Miel	0.36	72	0.17	B
Sin hormona	0.00	72	0.17	B

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 1.9861 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena gruesa	0.78	96	0.14	A
Arena media	0.76	96	0.14	A
Arena fina	0.48	96	0.14	A

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 1.9861 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	Arena media	1.92	24	0.29	A
Agua de coco	Arena gruesa	1.42	24	0.29	A
Sapo huasca	Arena gruesa	1.25	24	0.29	A
Sapo huasca	Arena fina	1.17	24	0.29	A
Sapo huasca	Arena media	0.71	24	0.29	B
Agua de coco	Arena fina	0.54	24	0.29	B
Miel	Arena gruesa	0.46	24	0.29	B
Miel	Arena media	0.42	24	0.29	B
Miel	Arena fina	0.21	24	0.29	B
Sin hormona	Arena media	0.00	24	0.29	B
Sin hormona	Arena fina	0.00	24	0.29	B
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	0.29	B

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

%_Callosidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Callosidad	288	0.81	0.81	47.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	221215.28	11	20110.48	109.19	<0.0001
Hormona natural	165937.50	3	55312.50	300.32	<0.0001
Sustrato	11944.44	2	5972.22	32.43	<0.0001
Hormon*Sustrato	43333.33	6	7222.22	39.21	<0.0001
Error	50833.33	276	184.18		
Total	272048.61	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 184.1787 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	58.33	72	1.60	A
Sapo huasca	45.83	72	1.60	B
Miel	11.11	72	1.60	C
Sin hormona	0.00	72	1.60	D

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 184.1787 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena gruesa	34.38	96	1.39	A
Arena media	32.29	96	1.39	A
Arena fina	19.79	96	1.39	B

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 184.1787 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	Arena media	87.50	24	2.77	A
Sapo huasca	Arena gruesa	66.67	24	2.77	B
Agua de coco	Arena gruesa	54.17	24	2.77	C
Sapo huasca	Arena fina	41.67	24	2.77	D
Agua de coco	Arena fina	33.33	24	2.77	E
Sapo huasca	Arena media	29.17	24	2.77	E
Miel	Arena gruesa	16.67	24	2.77	F
Miel	Arena media	12.50	24	2.77	G
Miel	Arena fina	4.17	24	2.77	H
Sin hormona	Arena fina	0.00	24	2.77	H
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	2.77	H
Sin hormona	Arena media	0.00	24	2.77	H

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

Longitud estaq

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud estaq	288	0.32	0.30	119.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	849.05	11	77.19	11.92	<0.0001
Hormona natural	583.77	3	194.59	30.05	<0.0001
Sustrato	12.95	2	6.48	1.00	0.3692
Hormon*Sustrato	252.33	6	42.05	6.49	<0.0001
Error	1787.51	276	6.48		
Total	2636.56	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 6.4765 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	3.91	72	0.30	A
Sapo huasca	3.04	72	0.30	A
Miel	1.22	72	0.30	B
Sin hormona	0.32	72	0.30	C

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 6.4765 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena gruesa	2.32	96	0.26	A
Arena media	2.21	96	0.26	A
Arena fina	1.83	96	0.26	A

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 6.4765 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	Arena media	5.84	24	0.52	A
Sapo huasca	Arena gruesa	4.63	24	0.52	B
Agua de coco	Arena gruesa	3.58	24	0.52	B
Sapo huasca	Arena fina	2.57	24	0.52	C
Agua de coco	Arena fina	2.32	24	0.52	C
Sapo huasca	Arena media	1.92	24	0.52	C
Miel	Arena fina	1.72	24	0.52	C
Miel	Arena gruesa	1.08	24	0.52	D
Miel	Arena media	0.85	24	0.52	D
Sin hormona	Arena fina	0.72	24	0.52	D
Sin hormona	Arena media	0.25	24	0.52	D
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	0.52	D

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

% Brotes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Brotes	288	0.72	0.71	53.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	203715.28	11	18519.57	65.95	<0.0001
Hormona natural	140937.50	3	46979.17	167.31	<0.0001
Sustrato	4444.44	2	2222.22	7.91	0.0005
Hormon*Sustrato	58333.33	6	9722.22	34.62	<0.0001
Error	77500.00	276	280.80		
Total	281215.28	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 280.7971 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	62.50	72	1.97	A
Sapo huasca	41.67	72	1.97	B
Miel	16.67	72	1.97	C
Sin hormona	5.56	72	1.97	D

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 280.7971 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena media	34.38	96	1.71	A
Arena gruesa	34.38	96	1.71	A
Arena fina	26.04	96	1.71	B

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 280.7971 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.	
Agua de coco	Arena media	91.67	24	3.42	A
Sapo huasca	Arena gruesa	66.67	24	3.42	B
Agua de coco	Arena gruesa	58.33	24	3.42	B
Agua de coco	Arena fina	37.50	24	3.42	C
Sapo huasca	Arena fina	29.17	24	3.42	C
Sapo huasca	Arena media	29.17	24	3.42	C
Miel	Arena fina	25.00	24	3.42	C
Sin hormona	Arena fina	12.50	24	3.42	D
Miel	Arena gruesa	12.50	24	3.42	D
Miel	Arena media	12.50	24	3.42	D
Sin hormona	Arena media	4.17	24	3.42	E
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	3.42	E

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

Lg raiz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lg raiz más larga	288	0.22	0.19	196.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	926.97	11	84.27	7.11	<0.0001
Hormona natural	732.56	3	244.19	20.60	<0.0001
Sustrato	19.19	2	9.60	0.81	0.4461
Hormon*Sustrato	175.21	6	29.20	2.46	0.0245
Error	3271.55	276	11.85		
Total	4198.52	287			

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 11.8535 gl: 276

Hormona natural	Medias	n	E.E.		
Agua de coco	3.88	72	0.41	A	
Sapo huasca	2.67	72	0.41		B
Miel	0.44	72	0.41		C
Sin hormona	0.00	72	0.41		C

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

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 11.8535 gl: 276

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Arena media	2.11	96	0.35	A
Arena gruesa	1.63	96	0.35	A
Arena fina	1.51	96	0.35	A

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

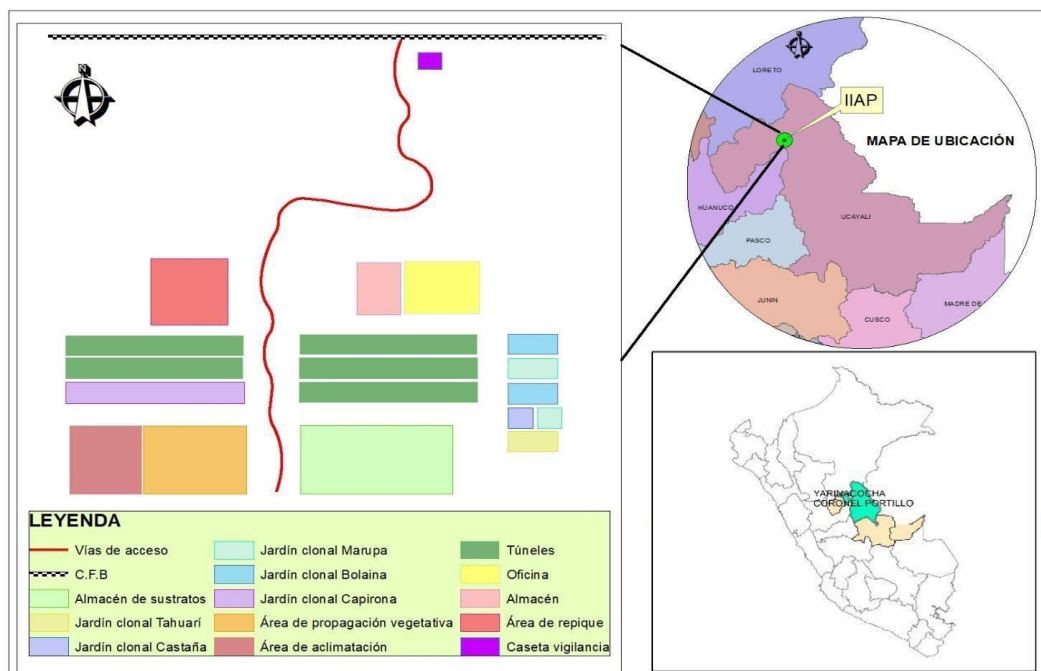
Test:Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 11.8535 gl: 276

Hormona natural	Sustrato	Medias	n	E.E.		
Agua de coco	Arena media	5.93	24	0.70	A	
Agua de coco	Arena gruesa	3.50	24	0.70		B
Sapo huasca	Arena fina	3.27	24	0.70		B
Sapo huasca	Arena gruesa	2.80	24	0.70		B
Agua de coco	Arena fina	2.22	24	0.70		B
Sapo huasca	Arena media	1.95	24	0.70		B
Miel	Arena fina	0.57	24	0.70		C
Miel	Arena media	0.55	24	0.70		C
Miel	Arena gruesa	0.21	24	0.70		C
Sin hormona	Arena gruesa	0.00	24	0.70		C
Sin hormona	Arena fina	0.00	24	0.70		C
Sin hormona	Arena media	0.00	24	0.70		C

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

Anexo 2. Croquis de ubicación del vivero forestal del IIAP-Ucayali



Anexo 3. Limpieza y fertilización del jardín clonal de C. spruceanum (capirona)



*Aplicación de NPK en
masetas de capirona*



*Aplicación de abono
foliar*



*Aplicación de riego
frecuente*

Anexo 4. Lavado de los sustratos arena, tamizado y desinfección de sustratos.



Lavado con agua de sustrato arena



Tamizado de sustrato arena



Desinfección de sustrato arena, con vapor de agua

Anexo 5. Construcción y diseño de la cámara de sub - irrigación



Construcción, forrado con plástico y colocación de piedras grandes, medianas y pequeñas, para sistema de difusión de agua en cámara de sub - irrigación.



Colocación de sustratos desinfectados, de tipo: i) arena fina, ii) arena media y iii) arena gruesa, en cámara de sub - irrigación.

Anexo 6. Extracción de la hormona natural de agua de coco



Cosecha del fruto coco verde



Extracción de cascara del coco verde



Recolección del agua decoco verde

Anexo 7. Preparación de la hormona natural de sapo huasca



*Recolección de
hojas y tallos de
sapo huasca*



*Corte de hojas y tallos
de sapo huasca*



*Aplicación de alcohol
96°, para extracto de
sapo huasca*

Anexo 8. Procedimiento experimental



*Cosecha de los brotes de
capiróna*



*Desinfección de las
estaquillas*



Corte y selección de las estaquillas



Hormonas naturales



Tratamientos con hormonas naturales

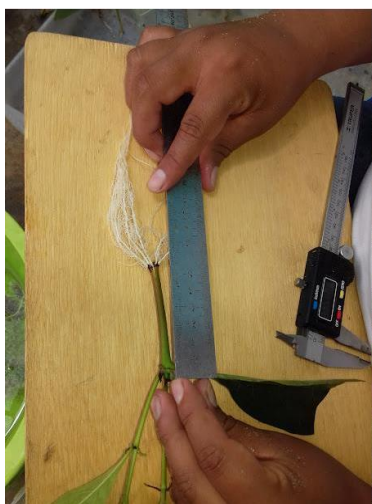


Aplicación de la hormona natural



Estaquillas instaladas de acuerdo a diseño experimental

Anexo 9. Evaluación de los tratamientos.



Evaluación de la longitud de raíz, número de raíz, número de callos y número de brotes



Tratamiento con hormona natural agua de coco + sustrato arena media



Tratamiento con hormona natural miel + sustrato arena gruesa



Tratamiento con hormona natural sapo huasca + sustrato arena gruesa

Anexo 10. Evaluación de variables bioclimáticas en la cámara de sub-irrigación.

[illegible]

Anexo 11. Formulario de evaluación de *C. spruceanum*) en cámara de sub-irrigación.

Tesista:
Edad del ensayo:

Fecha de Instalación:
Fecha de evaluación:

Evaluador:

Repetición	TRAT (Código)	ESTAQUILLA (N°)	DIAM (mm)	RAIZ (1)		CALLO (2) (N°)	BROTE AEREO (3)		VIGOR (4) (Código)	Observaciones (Describir)
				(N°)	Long (mm)		N° brotes	Long (mm)		

Anexo 12. Análisis cromatográfico de gases de hojas y tallos de sapo huasca



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

LABORATORIO DE FITOQUÍMICA FORESTAL
Carretera Central Km. 1.21, Tingo María-Huánuco(epif.labfitoquimica@unas.edu.pe)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



"En el cuidado de los bosques está el Corazón del Ingeniero Forestal"

TINGO MARIA 26 AGOSTO DEL 2022

**RESULTADOS DE ANALISIS EN CROMATOGRAFO DE GASES - BARRIDO
DE AUXINAS-SIM EN HOJAS Y TALLO DE SAPOHUASCA**

1. Descripción de la muestra

Fecha de recepción	25/05/2022 Hora: 12:00pm
Solicitante	Alexandra Ríos Fasanando
Entidad	Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana –IIAP
Tipo de muestra	Tallos y Hojas "Sapo huasca"
Código	Ts – Hs
Cantidad muestra	Tallo (700g) - Hoja (200g)
Humedad referencial	No especificada
N° de Recibo	001-0655900
Observación	Análisis solicitado – Auxinas

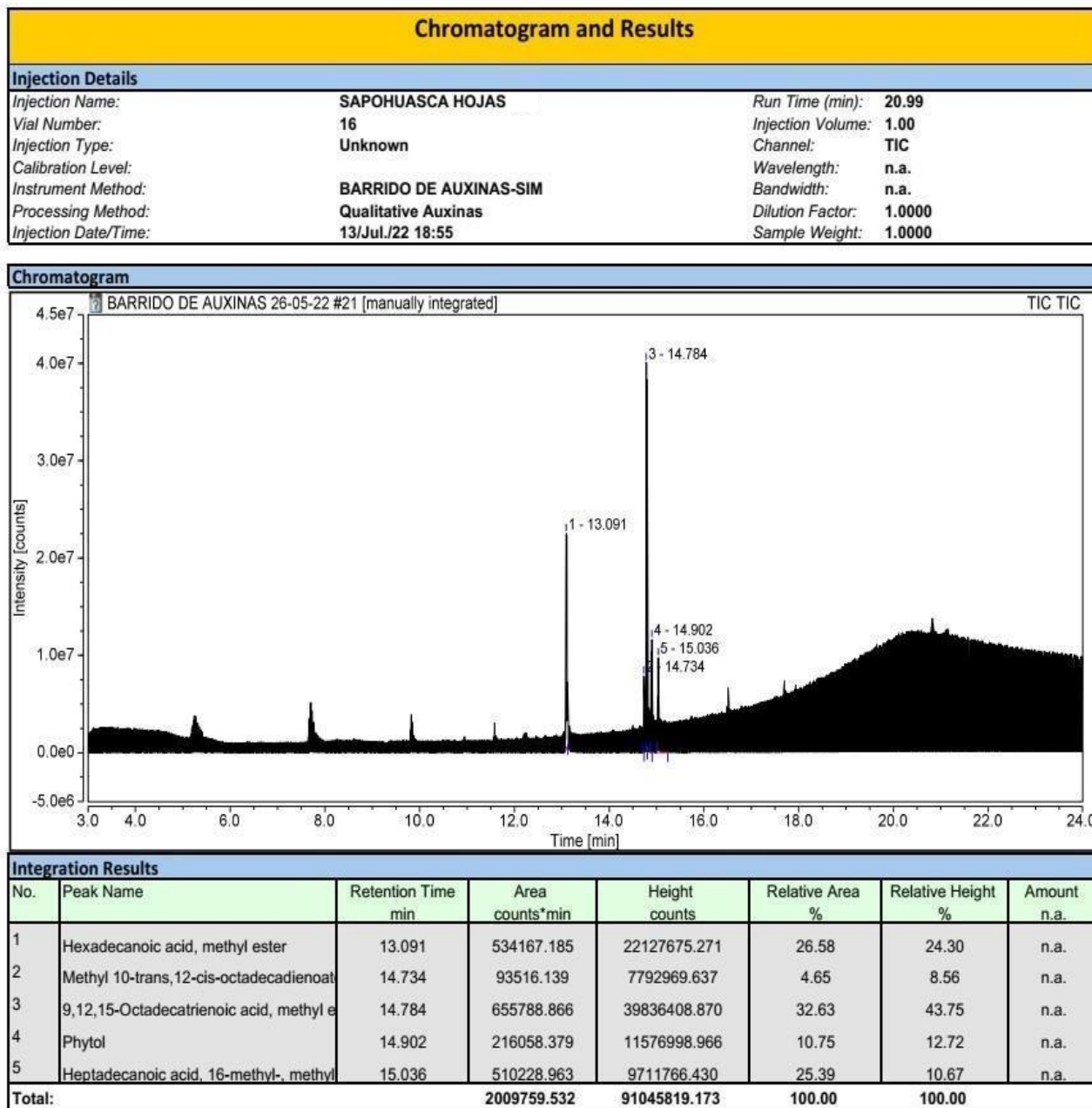
2. Programación de experimento

Equipo	Cromatógrafo de Gases
Marca	Thermo Scientific
Calibración	Ácido indol butírico
Nombre del Experimento	Barrido de Auxinas
Peso de la Muestra (seca)	Tallo (1,9090g) - Hoja (0.6829344g)

3. Análisis cualitativo en Hojas de sapohuasca - Hs

Instrument:TSQ91912012 Sequence:BARRIDO DE AUXINAS 26-05-22

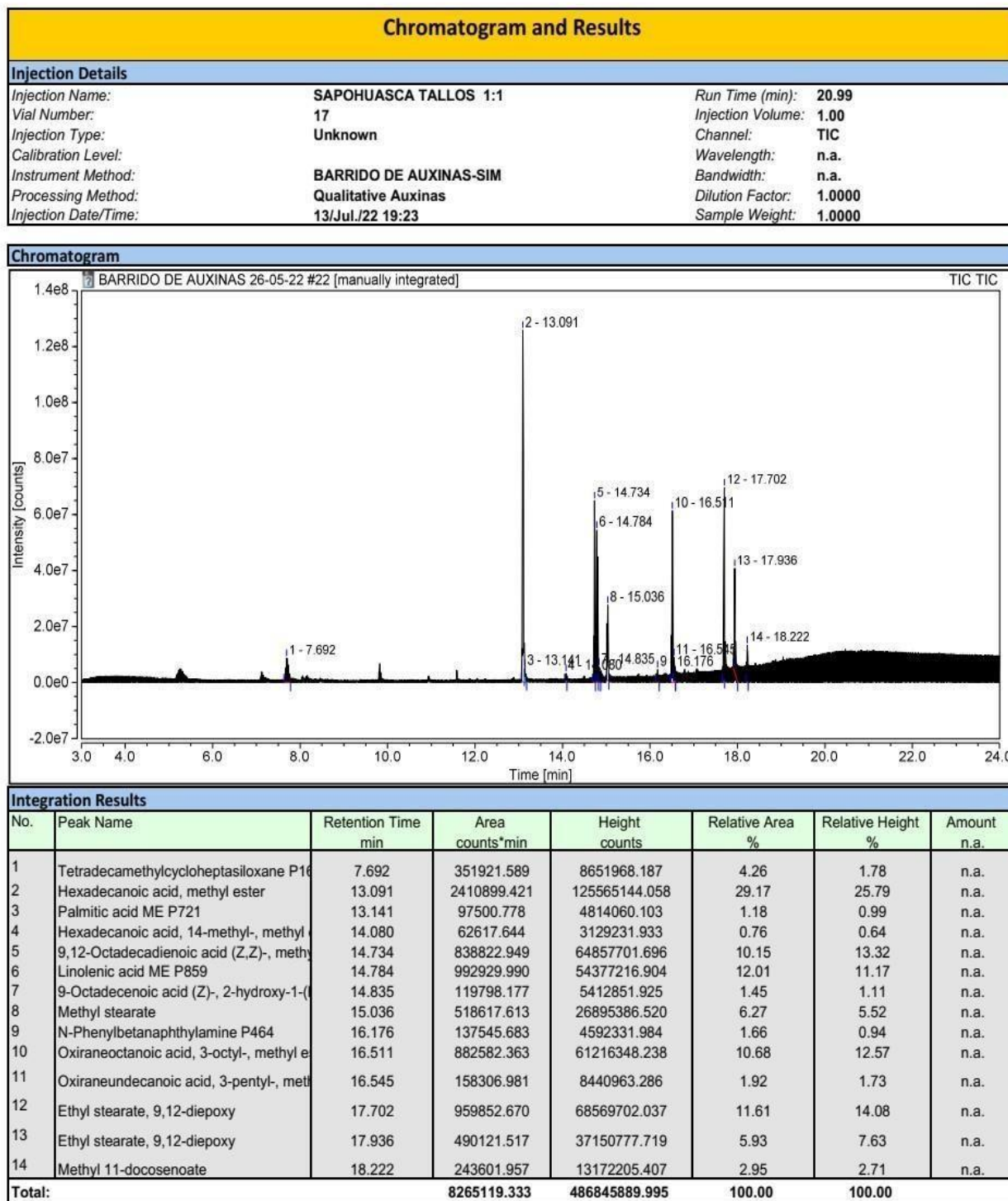
Page 1 of 1



4. Análisis cualitativo en Tallos de sapohuasca - Ts

Instrument:TSQ91912012 Sequence:BARRIDO DE AUXINAS 26-05-22

Page 1 of 1



5. Cuantificación de ácido Indol butírico (AIB), en hojas y tallos de sapohuasca

Instrument:TSQ91912012 Sequence:BARRIDO DE AUXINAS 26-05-22 -SIM 3 - FINAL

Page 1 of 1

Summary							
Sequence Details							
Name:	BARRIDO DE AUXINAS 26-05-22 -SIM 3 - FINAL		Created On: 26/May./22 11:24:54				
Directory:	CAPACITACION UNAS\TANIA\AUXINAS\SECUEN		Created By: TSQ9000				
Data Vault:	ChromeleonLocal	Updated On:	17/Ago./22 17:52:47				
No. of Injections:	7	Updated By:	TSQ9000				
By Component	AIB						
No.	Injection Name	Ret.Time min	Area counts*min	Height counts	Amount - mg/Kg	Rel.Area %	Peak Type
		Quantitation Peak AIB	Quantitation Peak AIB	Quantitation Peak AIB	MS Quantitation Peak AIB	MS Quantitation Peak AIB	Quantitation Peak AIB
1	SAPOHUASCA HOJAS 3:7	14.085	167.384	4226.370	113.103	100.00	BMB
2	SAPOHUASCA TALLOS 1:1	14.076	336.991	9969.641	362.876	100.00	BMB
3	METANOL	14.085	69.372	1484.779	1.766	100.00	BMB
4	AIB TRANS 10 ppm	14.075	1265.072	37986.508	10.391	100.00	BMB
5	AIB TRANS 5 ppm	14.080	395.877	13049.814	4.121	100.00	BMB
6	AIB TRANS 1 ppm	14.085	30.817	1022.773	1.488	100.00	BMB*
7	METANOL	14.085	12.198	421.215	1.354	100.00	BMB



[Handwritten signature]

*Dra. Tania E. Guerrero Vejarano
Jefa del Laboratorio de Fitoquímica Forestal*

Anexo 13. Base de datos del experimento

Tratamiento	Hormona natural	Sustrato	Repetición	N° raíces	%_enraiz	Lg raíz más larga	% Callosidad	% Brotes	% Supervivencia
T1	Sin hormona	Arena fina	1	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	2	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	3	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	4	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	5	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	6	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	7	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	8	0	0.000	0	0	25.000	25.000
T1	Sin hormona	Arena fina	9	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	10	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	11	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	12	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	13	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	14	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	15	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	16	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T1	Sin hormona	Arena fina	17	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	18	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	19	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	20	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	21	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	22	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	23	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T1	Sin hormona	Arena fina	24	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T2	Miel	Arena fina	1	0	12.500	0	0	12.500	12.500

T2	Miel	Arena fina	2	0	12.500	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	3	2	12.500	6	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	4	0	12.500	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	5	0	12.500	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	6	0	12.500	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	7	0	12.500	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	8	0	12.500	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	9	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	10	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	11	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	12	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	13	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	14	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	15	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	16	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T2	Miel	Arena fina	17	2	25.000	6.3	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	18	0	25.000	0	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	19	1	25.000	1.3	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	20	0	25.000	0	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	21	0	25.000	0	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	22	0	25.000	0	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	23	0	25.000	0	12.5	50.000	50.000
T2	Miel	Arena fina	24	0	25.000	0	12.5	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	1	3	25.000	9.4	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	2	2	25.000	10	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	3	0	25.000	0	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	4	0	25.000	0	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	5	0	25.000	0	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	6	0	25.000	0	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	7	0	25.000	0	25	12.500	25.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	8	0	25.000	0	25	12.500	25.000

T3	Sapo huasca	Arena fina	9	0	50.000	0	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	10	11	50.000	10.4	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	11	0	50.000	0	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	12	0	50.000	0	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	13	5	50.000	14.4	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	14	3	50.000	5.2	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	15	0	50.000	0	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	16	1	50.000	10.4	50	25.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	17	1	37.500	4.3	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	18	0	37.500	0	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	19	0	37.500	0	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	20	0	37.500	0	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	21	1	37.500	6.4	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	22	1	37.500	8	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	23	0	37.500	0	50	50.000	50.000
T3	Sapo huasca	Arena fina	24	0	37.500	0	50	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	1	1	37.500	13.4	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	2	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	3	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	4	2	37.500	5.2	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	5	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	6	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	7	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	8	3	37.500	7.5	37.5	37.500	37.500
T4	Agua de coco	Arena fina	9	2	25.000	12.4	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	10	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	11	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	12	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	13	3	25.000	4	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	14	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	15	0	25.000	0	25	25.000	25.000

T4	Agua de coco	Arena fina	16	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T4	Agua de coco	Arena fina	17	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	18	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	19	2	12.500	10.7	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	20	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	21	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	22	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	23	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T4	Agua de coco	Arena fina	24	0	12.500	0	37.5	50.000	50.000
T5	Sin hormona	Arena media	1	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	2	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	3	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	4	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	5	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	6	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	7	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	8	0	0.000	0	0	12.500	12.500
T5	Sin hormona	Arena media	9	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	10	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	11	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	12	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	13	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	14	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	15	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	16	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	17	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	18	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	19	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	20	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	21	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	22	0	0.000	0	0	0.000	0.000

T5	Sin hormona	Arena media	23	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T5	Sin hormona	Arena media	24	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	1	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	2	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	3	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	4	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	5	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	6	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	7	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	8	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	9	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	10	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	11	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	12	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	13	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	14	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	15	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	16	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T6	Miel	Arena media	17	5	37.500	7	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	18	1	37.500	1.7	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	19	4	37.500	4.6	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	20	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	21	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	22	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	23	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T6	Miel	Arena media	24	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	1	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	2	2	25.000	7.4	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	3	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	4	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	5	3	25.000	12.6	25	25.000	25.000

T7	Sapo huasca	Arena media	6	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	7	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	8	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	9	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	10	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	11	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	12	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	13	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	14	2	25.000	5	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	15	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	16	2	25.000	2.6	25	25.000	25.000
T7	Sapo huasca	Arena media	17	2	37.500	10.7	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	18	3	37.500	3.9	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	19	3	37.500	4.6	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	20	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	21	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	22	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	23	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T7	Sapo huasca	Arena media	24	0	37.500	0	37.5	37.500	37.500
T8	Agua de coco	Arena media	1	1	62.500	4.6	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	2	0	62.500	0	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	3	7	62.500	2.9	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	4	3	62.500	17	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	5	2	62.500	17.5	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	6	0	62.500	0	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	7	0	62.500	0	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	8	1	62.500	17.7	100	100.0000	100.0000
T8	Agua de coco	Arena media	9	0	62.500	0	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	10	0	62.500	0	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	11	5	62.500	10.4	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	12	1	62.500	7.5	75	87.5000	87.5000

T8	Agua de coco	Arena media	13	2	62.500	9.2	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	14	3	62.500	12	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	15	3	62.500	8.9	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	16	0	62.500	0	75	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	17	1	87.500	4.4	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	18	4	87.500	5.5	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	19	3	87.500	3.9	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	20	5	87.500	4.5	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	21	1	87.500	2.5	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	22	1	87.500	3.2	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	23	3	87.500	10.7	87.5	87.5000	87.5000
T8	Agua de coco	Arena media	24	0	87.500	0	87.5	87.5000	87.5000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	1	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	2	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	3	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	4	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	5	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	6	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	7	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	8	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	9	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	10	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	11	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	12	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	13	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	14	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	15	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	16	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	17	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	18	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	19	0	0.000	0	0	0.000	0.000

T9	Sin hormona	Arena gruesa	20	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	21	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	22	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	23	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T9	Sin hormona	Arena gruesa	24	0	0.000	0	0	0.000	0.000
T10	Miel	Arena gruesa	1	3	25.000	0.4	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	2	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	3	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	4	1	25.000	1.2	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	5	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	6	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	7	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	8	0	25.000	0	25	25.000	25.000
T10	Miel	Arena gruesa	9	5	12.500	1.7	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	10	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	11	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	12	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	13	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	14	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	15	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	16	0	12.500	0	12.5	0.000	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	17	2	12.500	1.8	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	18	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	19	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	20	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	21	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	22	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	23	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T10	Miel	Arena gruesa	24	0	12.500	0	12.5	12.500	12.500
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	1	0	25.000	0	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	2	0	25.000	0	87.5	100.0000	100.0000

T11	Sapo huasca	Arena gruesa	3	1	25.000	4.5	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	4	0	25.000	0	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	5	0	25.000	0	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	6	3	25.000	2.4	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	7	0	25.000	0	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	8	0	25.000	0	87.5	100.0000	100.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	9	6	25.000	6.6	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	10	3	25.000	1.3	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	11	0	25.000	0	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	12	0	25.000	0	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	13	0	25.000	0	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	14	0	25.000	0	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	15	0	25.000	0	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	16	0	25.000	0	25	12.5000	25.0000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	17	3	50.000	13.5	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	18	3	50.000	13.4	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	19	7	50.000	12.5	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	20	0	50.000	0	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	21	4	50.000	12.9	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	22	0	50.000	0	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	23	0	50.000	0	87.5	87.5000	87.5000
T11	Sapo huasca	Arena gruesa	24	0	50.000	0	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	1	2	50.000	11.2	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	2	1	50.000	6.7	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	3	1	50.000	1.4	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	4	1	50.000	0.6	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	5	0	50.000	0	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	6	0	50.000	0	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	7	0	50.000	0	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	8	0	50.000	0	37.5	50.0000	50.0000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	9	7	75.000	17.2	87.5	87.5000	87.5000

T12	Agua de coco	Arena gruesa	10	2	75.000	2.7	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	11	6	75.000	9.6	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	12	2	75.000	6	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	13	4	75.000	4	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	14	3	75.000	4.4	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	15	0	75.000	0	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	16	0	75.000	0	87.5	87.5000	87.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	17	1	37.500	6	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	18	1	37.500	1.8	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	19	3	37.500	12.5	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	20	0	37.500	0	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	21	0	37.500	0	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	22	0	37.500	0	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	23	0	37.500	0	37.5	37.5000	37.5000
T12	Agua de coco	Arena gruesa	24	0	37.500	0	37.5	37.5000	37.5000