



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS
A NIVEL DE PREGRADO 2020



**Evaluación del prendimiento y desarrollo de clones comerciales de caucho
(*Hevea* spp.) propagados por injerto en Lamas, región San Martín**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Jorge Max Navarro Reátegui

ASESOR:

Ing. Dr. Geomar Vallejos Torres

Tarapoto – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS
A NIVEL DE PREGRADO 2020



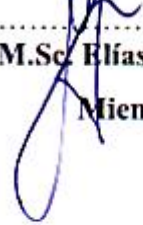
**Evaluación del prendimiento y desarrollo de clones comerciales de caucho
(*Hevea* spp.) propagados por injerto en Lamas, región San Martín**

AUTOR:

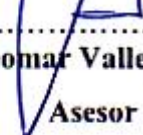
Jorge Max Navarro Reátegui

Sustentada y aprobada el 21 de diciembre del 2021, ante el honorable jurado:


.....
Ing. Dr. Luis Alberto Levea Guerra
Presidente


.....
Ing. M.Sc. Elías Torres Flores
Miembro


.....
Ing. M.Sc. Jorge Luis Peláez Rivera
Secretario


.....
Ing. Dr. Geomar Vallejos Torres
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Jorge Max Navarro Reátegui, con DNI N° 70792718, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Evaluación del prendimiento y desarrollo de clones comerciales de caucho (*Hevea spp.*) propagados por injerto en Lamas, región San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mí accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 21 de diciembre del 2021.



A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters.

.....
Bach. Jorge Max Navarro Reátegui

DNI N° 70792718

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Navarro Plataqui Jorge Max		
Código de alumno :	70792718	Teléfono:	959523754
Correo electrónico :	jorgemaxnavarro@alumno.unsm.edu.pe	DNI:	70792718

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de:	Agronomía

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Evaluación del rendimiento y desarrollo de clones comerciales de caucho (Hevea spp.) propagados por injerto en lomas, región San Martín
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

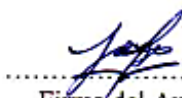
Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".





Firma del Autor


8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

18 / 01 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.


Ing. M.Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis queridos padres: Jorge Max Navarro Pérez y Otilia Reátegui Panduro por el apoyo, consejos y fuerza para poder desarrollar el presente proyecto de tesis.

A mi familia en general.

A mis amigos y compañeros de la Universidad Nacional De San Martín.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T.

Agradecimiento

La tesis recibió el apoyo financiero del Instituto de Investigación y Desarrollo de la UNSM-T, concurso de proyectos de tesis de pregrado, periodo 2020, con resolución N° 438-2020-UNSM/CU-R.

Al Ing. M.Sc. Dr. Geomar Vallejos Torres, por el asesoramiento, tiempo, dedicación y valiosos consejos que permitieron la culminación del proyecto de tesis.

A los miembros de jurados que conformaron parte del proyecto de tesis: Ing. M.Sc. Dr. Luis Alberto Leveau Guerra, Ing. M.Sc. Elias Torres Flores y Ing. M.Sc. Jorge Luis Pelaez Rivera, que siendo excelentes profesionales son muy buenos seres humanos.

A mi alma mater, la Universidad Nacional De San Martín por haberme permitido estudiar en sus aulas para mi formación académica y profesional.

A los docentes de la facultad de ciencias agrarias, por haber contribuido en mi formación profesional.

A Edgar Reátegui Salas, Maritza Rojas Rodríguez, Celustiano Rojas Rodríguez por sus conocimientos previos en la injertación del cultivo de caucho y por haberme permitido realizar el proyecto de tesis en el vivero de la Cooperativa Agroindustrial Cauchera L.T.D.A del Pongo de Caynarachi.

Al señor Juanito Aguirre Rioja por haber cedido su parcela para la realización del proyecto de tesis; al señor Carlos Amasifuen Huansi, Carlos Daniel Barriento Amasifuen, Andrea Vargas Castillo y a la familia Amasifuen por el apoyo en los ensayos de injertación. Al señor Porfilio Ruiz Ramirez y Mayler Amasifuen Vargas por sus consejos en la injertación del cultivo de caucho.

A los socios de la Cooperativa Agroindustrial Cauchera L.T.D.A.

A las personas que de alguna manera se sienten identificados en el presente trabajo de tesis.

Índice general

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases teóricas.....	11
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	21
2.1. Tipo y nivel de investigación.....	21
2.1.1. Tipo de investigación	21
2.1.2. Nivel de investigación.....	21
2.2. Diseño de investigación	21
2.3. Población y muestra.....	22
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	22
2.6. Materiales y métodos	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1. Resultados	43
3.2. Discusión.....	51
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	66

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1: Relación de días con la germinación	14
Tabla 2: Descripción de los tratamientos.....	21
Tabla 3: Modelo de análisis de varianza.....	23
Tabla 4: Características físicas y químicas edáficas de la parcela experimental.....	26
Tabla 5: Datos climático durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 202127	
Tabla 6: Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento. Datos transformados \sqrt{X}	43
Tabla 7: Análisis de varianza para días a la aparición del primer brote	44
Tabla 8: Análisis de varianza para la longitud del brote (cm) evaluados a los 60 ddi.....	45
Tabla 9: Análisis de varianza para el diámetro del brote (mm) evaluados a los 60 ddi.....	46
Tabla 10: Análisis de varianza para el número de brotes evaluados a los 60 ddi. Datos transformados $\sqrt{X+1}$	47
Tabla 11: Análisis de varianza para el número de hojas evaluados a los 60 ddi. Datos transformados \sqrt{X}	48
Tabla 12: Análisis de varianza para área foliar (cm ²) evaluados a los 60 ddi	49
Tabla 13: Análisis de varianza para la cantidad de clorofila (SPAD) evaluados a los 60 ddi.....	50

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Injertación tipo parche o también llamado ventana (Rojas <i>et al.</i> , 2004).....	15
Figura 2: Etapas de formación del injerto: a) Adhesión de pie con injerto y formación del callo, b) Génesis del nuevo cámbium, c) Diferenciación a nuevo xilema y floema (Espiau <i>et al.</i> , 2012).	17
Figura 3: Estructura interna del tallo (Espiau <i>et al.</i> , 2012).....	17
Figura 3: Mapa de ubicación del lugar experimental.	25
Figura 5: Muestreo de suelo. A: Limpieza del suelo, B: Extracción de la sub muestra, C: Muestra de 1 kg.	28
Figura 6: Acondicionamiento del experimento. A: Campo experimental, B: Etiquetado de los tratamientos, C: Plantas de caucho etiquetadas según al tratamiento que pertenecen.....	29
Figura 7: Control fitosanitario del jardín clonal	30
Figura 8: Etiquetado de clones comerciales de caucho.	30
Figura 9: Extracción de las varas yemeras para su posterior injertación.....	31
Figura 10: Encerado de las varas yemeras.....	31
Figura 11: Injertación, A: Desinfección del patrón, B: Corte de la ventana a los 5 cm del suelo y desprendimiento del látex.....	32
Figura 12: Injertación, A: Limpieza u desinfección del látex, B: Corte de la vara yemera, C: Limpieza de la exudación del látex, D: Extracción de la yema, E: Inserción de la yema en el patrón, F: Encintado con Film.....	33
Figura 13: Injertación, A: Encintado completo del injerto, B: Injertación finalizado.....	34
Figura 14: Descintado del injerto, A: Descintado del injerto en campo, B: Rompimiento de la cinta film, C: Aplicación de fungicida preventivo Seal® 80 WP.....	35
Figura 15: Patrón cortado a 5 cm del parche.	35
Figura 16: Control fitosanitario post-corte. A: Aplicación del fungicida Seal® 80 WP en el corte del patrón, B: Aplicación del insecticida Pyrinex.....	36
Figura 17: Control de malezas.....	36
Figura 18: Ataque de grillo en el injerto de caucho.....	37

Figura 19: Porcentaje de prendimiento, A: Yema vegetativa muerta, B: Yema vegetativa viva.	38
Figura 20: Aparición del primer brote.....	38
Figura 21: Evaluación de la longitud del brote.....	39
Figura 22: Evaluación del diámetro del brote.....	39
Figura 23: Número de brotes.	40
Figura 24: Número de hojas..	40
Figura 25: Cálculo de área foliar. A: Dibujo de la hoja en cartulina, B: Corte de la hoja dibujada en la cartulina. C: Peso de 100 cm ² de cartulina, D: Peso de la hoja.....	41
Figura 26: Medición de clorofila (SPAD)..	42
Figura 27: Prueba de Tukey (p<0,05) para el porcentaje de prendimiento.	43
Figura 28: Prueba de Tukey (p<0,05) para días a la aparición del primer brote.	44
Figura 29: Prueba de Tukey (p<0,05) para la longitud del brote (cm) evaluados a los 60 ddi.....	45
Figura 30: Prueba de Tukey (p<0,05) para el diámetro del brote (mm) evaluados a los 60 ddi.....	46
Figura 31: Prueba de Tukey (p<0,05) para el número de brotes evaluados a los 60 ddi.	47
Figura 32: Prueba de Tukey (p<0,05) para el número de hojas evaluados a los 60 ddi.	48
Figura 33: Prueba de Tukey (p<0,05) para área foliar (cm ²) evaluados a los 60 ddi.	49
Figura 34: Prueba de Tukey (p<0,05) para la cantidad de clorofila (SPAD) evaluados a los 60 ddi.....	50

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el caserío Metilluyoc, distrito Caynarachi, provincia de Lamas, con el objetivo de evaluar el prendimiento y desarrollo de clones comerciales de caucho (*Hevea* spp.) propagados por injerto en Lamas, región San Martín. Los tratamientos estudiados fueron los clones comerciales: T1(TR-1), T2 (FX-3864), T3 (RRIM-600), T4 (IAN-873) y T5 (MADF-180) que se injertaron en plantas de caucho de 9 meses de edad instaladas en campo, las varas yemeras de los clones se extrajeron del jardín clonal de la cooperativa agroindustrial cauchera L.T.D.A. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 3 bloques, evaluándose 10 plantas por parcela. Con los resultados obtenidos se sometió al análisis de varianza y la prueba de rango múltiple Tukey ($p < 0,05$). Se encontró diferencias significativas para el porcentaje de prendimiento, siendo los más altos promedios el T2 (72,22 %) y T3 (63,90 %). También para área foliar resaltando el T4 (55,46 cm²) y T1 (54,69 cm²). Hubo diferencias significativas en el contenido de clorofila obteniendo el T3 (47,18 SPAD) y T5 (47,15 SPAD) los más altos promedios, mostrándose la variabilidad de estos clones comerciales. En conclusión, no se encontró diferencias significativas en días a la aparición del primer brote, longitud del brote, diámetro del brote, número de brotes y número de hojas; pero se considera al T1 (TR-1) en obtener la mayor longitud del brote y al T5 (MDF-180) en conseguir promedios altos en diámetro del brote, número de brotes y número de hojas.

Palabras clave: Caucho, Variabilidad, Clones Comerciales, Prendimiento, Desarrollo, *Hevea* spp.

Abstract

The present research work was carried out in the Metilluyoc village, Caynarachi district, Lamas province, with the objective of evaluating the take-off and development of commercial rubber clones (*Hevea* spp.) Propagated by grafting in Lamas, San Martín region. The treatments studied were the commercial clones: T1 (TR-1), T2 (FX-3864), T3 (RRIM-600), T4 (IAN-873) and T5 (MADF-180) that were grafted in rubber plants of 9 months of age installed in the field, the buds of the clones were extracted from the clonal garden of the Agroindustrial Rubber Cooperative LTDA. The completely randomized block design was used with 5 treatments and 3 blocks, evaluating 10 plants per plot. With the results obtained, he was subjected to the analysis of variance and the Tukey multiple range test ($p < 0,05$). Significant differences were found for the percentage of seizure, with the highest averages being T2 (72,22%) and T3 (63,90%). Also, for foliar area highlighting T4 (55,46 cm²) and T1 (54,69 cm²). There were significant differences in the chlorophyll content, obtaining T3 (47,18 SPAD) and T5 (47,15 SPAD) the highest averages, showing the variability of these commercial clones. In conclusion, no significant differences were found in days to the appearance of the first shoot, shoot length, shoot diameter, number of shoots and number of leaves; However, T1 (TR-1) is considered to obtain the longest shoot length and T5 (MDF-180) to have high averages in shoot diameter, number of shoots and number of leaves.

Key words: Rubber, Variability, Commercial Clones, Emergence, Development, *Hevea* spp.



Introducción

En el mundo hay diferentes especies que mueven la economía y uno de ellos es el caucho o shiringa, este árbol es oriundo del Amazonas presenta múltiples bondades o beneficios, siendo uno de las materias primas más importantes el látex. En el Perú este cultivo se desarrolla de forma sustentable en lo ambiental, social y económico, debido a los puestos de trabajo que genera al extraer el látex, en la parte ambiental permite recuperar suelos degradados debido a ser una especie forestal (Velarde *et al.*, 2010).

El potencial de esta planta radica en su composición bioquímica, lo que es importante su propagación a gran escala por la alta demanda internacional y nacional. El Perú es un país potencial para la producción de caucho; razón por la cual porque el Perú importa este producto debido a las necesidades de las industrias caucheras (zapatillas, zapatos, etc.) (Abugattas y Carnero, 2020). La mayor parte de la producción mundial de caucho natural viene de Asia con 89,6 % (12 844 441 t) luego le sigue África con 5,7 % (816 985 t), Américas con 4,6 % (665 675 t) y Oceanía 0,1 % (7 723 t); el país que más produce a nivel mundial es Tailandia con 4 744 250 t cuyo rendimiento es 1 468,7 kg/ha/año de jebe seco (FAO, 2018).

El Perú no tiene un registro sobre la producción de estos clones comerciales, por ello se dan los bajos rendimientos en el cultivo de caucho ya que la mayor parte se propaga por semillas, datos productivos no cuenta San Martín, ni tampoco hay un registro sobre su producción, pero Velarde *et al.* (2010) mencionan que en el año 1962 Perú produjo 3 322 t de caucho natural en 800 ha.

Las plantas de caucho, que son propagados por semillas tienen baja capacidad productiva menor a 1 300 kg/ha/año de jebe seco (Velarde *et al.*, 2010), siendo ideal realizar clones mediante la técnica de injertación empleando material vegetativo seleccionado y productivos como TR-1, FX-3864, RRIM 600, IAN-873, MDF-180, asegurará la producción mayor a 1500 kg/ha/año de jebe seco, para un agricultor dedicado a la extracción de látex generaría ganancias para él y para su familia a un largo plazo hasta 30 años (IIAP, 2009). El cultivo de caucho en el Perú, mayormente se propaga por semillas botánicas y ello conlleva a un futuro cercano no tener una buena producción de látex, afectando considerablemente al cauchero o shiringuero, ante esta problemática se resuelve

utilizando material vegetativo mejorado que son los clones, estos son altamente productivos, pero no muy reconocidos en el Perú, existen muchas maneras de propagarlos y entre ellos está la injertación, en el Perú no hay un estudio sobre el comportamiento inicial de estos clones comerciales en campo definitivo a los primeros meses de injertación, por lo que se desea saber si existe variabilidad entre estos clones o cuál de estos muestra un mejor crecimiento y desarrollo.

Por tal motivo, se tuvo como objetivo evaluar el prendimiento y desarrollo de clones comerciales de caucho (*Hevea spp.*) propagados por injerto en Lamas, región San Martín; cuyos objetivos específicos fueron: Evaluar el porcentaje de prendimiento de clones comerciales de caucho (*Hevea spp.*) propagados por injerto en Lamas, región San Martín, Evaluar el desarrollo de clones comerciales de caucho (*Hevea spp.*) propagados por injerto en Lamas, región San Martín y Evaluar la cantidad de clorofila (SPAD) de clones comerciales de caucho (*Hevea spp.*) propagados por injerto en Lamas, región San Martín.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

No existe un estudio en Perú que reporte sobre la injertación de clones de caucho bajo condiciones en campo, es por ello que se consideran los siguientes antecedentes que tienen alguna similitud con el presente estudio:

Vallejos-Torres *et al.* (2021) evaluaron los efectos de diferentes números de folíolos y concentraciones de ácido indol-3-butírico (IBA) en la capacidad de enraizamiento de esquejes de tallos frondosos de *H. brasiliensis*. Se recolectaron esquejes de 6 a 7 cm de largo de plantas madre en un banco de germoplasma; las hojas se podaron en 2 o 5 folíolos y la base de corte se trató con una de las siguientes concentraciones de IBA: 0 ppm, 1000, 2000 ppm, 3000 ppm, 4000 ppm o 5000 ppm. Los esquejes se colocaron en bandejas con un sustrato arenoso y se transfirieron a mini túneles de plástico con riego por nebulización. Después de 29 días, los esquejes con 5 folíolos y 2000 ppm de AIB mostraron los mejores resultados en supervivencia (100 %), porcentaje de enraizamiento (79 %) y número de raíces (4,1) y longitud (2,9 cm). La alta tasa de conversión de esquejes a plantas indica la viabilidad de esta técnica como una herramienta simple y eficaz, tanto para la conservación como para la propagación comercial de genotipos seleccionados de árboles de caucho.

Helilinawati *et al.* (2019) determinaron el efecto de la urea y el fertilizante SP-36, así como su interacción sobre el crecimiento de las plántulas de caucho injertado. La investigación se llevó a cabo desde febrero de 2015 hasta mayo de 2015 en la aldea de Empas, subdistrito de Melak, West Kutai Regency, provincia de East Kalimantan. veces, que comprende la investigación de dos factores. El primer factor fue la urea (N), consistió en cuatro niveles, a saber: sin aplicación o control de urea (n_0), 2,5 g / bolsa de polietileno (n_1), 5 g / bolsa de polietileno (n_2) y 7,5 g / bolsa de polietileno (n_3). El segundo factor fue el fertilizante SP-36 (P), que consta de 4 niveles, a saber: sin aplicación o control de fertilizantes SP-36 (p_0), 2,5g / polybag (p_1), 5g / polybag (p_2), y 7,5 g / bolsa de polietileno (pág. 3). Los resultados mostraron que el tratamiento con urea (N) afecta de manera muy significativa la altura de la planta a las edades de 2, 3 y 4 meses después del

injerto, el número de hojas a los 4 meses después del injerto y el diámetro del tallo a los 3 y 4 meses después del injerto. Afectó significativamente el número de hojas a los 3 meses del injerto. Pero no afectó significativamente el número de hojas a los 2 meses después del injerto y el diámetro del tallo a los 2 meses después del injerto. Los tratamientos con fertilizante SP-36 (P) afectaron de manera muy significativa el diámetro del tallo a los 3 y 4 meses después del injerto. Afectó significativamente en la altura de la planta a los 4 meses después del injerto. Pero no afectó significativamente la altura de la plántula a los 2 y 3 meses después del injerto, el número de hojas a los 2, 3 y 4 meses después del injerto y el diámetro del tallo a los 2 meses después del injerto. El tratamiento de interacción (NXP) afectó significativamente el diámetro del tallo a los 4 meses después del injerto. Pero no afectó significativamente la altura de la plántula a los 2, 3 y 4 meses después del injerto, el número de hojas a los 2, 3 y 4 meses después del injerto y el diámetro del tallo a los 2 y 3 meses después del injerto.

Antwi-Wiredu *et al.* (2018) realizaron la propagación in vivo del árbol del caucho en Ghana. La propagación de *H. brasiliensis* mediante técnicas de corte de tallos se utilizó para estudiar procedimientos alternativos para la producción en masa de materiales de plantación de caucho. Se remojaron esquejes de tallo de caucho marrón y verde del Clon I y Clon II durante 6 horas en 0,0-22,5g / L de ácido naftaleno acético (NAA) seguido de propagación en una bolsa de vivero llena de tierra rica en nutrientes. Solo sobrevivieron los esquejes de tallo marrón de *H. brasiliensis*. El porcentaje de supervivencia, la longitud de los brotes, el número de raíces y la longitud de las raíces del Clon II fue significativamente ($p < 0,05$) más alto que el del Clon I. Los esquejes de tallo de caucho tratados con 15,0 g / L NAA se desarrollaron significativamente ($p < 0,05$) Brotes más altos (83,33 %), número de raíces (6,167), largo de brotes (15,38 cm) y largo de raíces (6,00 cm) que los tratamientos restantes. Hubo efectos significativos ($p < 0,05$) de NAA y el Clon II en el crecimiento de brotes y raíces de los esquejes de tallo marrón. Se logró una propagación exitosa in vivo del árbol del caucho (*H. brasiliensis*)

Khotcharat *et al.* (2016) probaron la capacidad de combinación de estos clones con el vástago del clon RRIM-600, comúnmente cultivado en Tailandia. Los cinco portainjertos clonales y el clon RRIM 600 se cultivaron en rizocajas (10 × 45 × 100 cm) en un diseño completamente al azar, consistente en seis tratamientos cada uno con cuatro

repeticiones, para un total de 24 rizocajas. Después de crecer durante 6 meses, injertaron en cada plántula (1 cm de diámetro del tallo) con yemas del vástago RRIM-600. Mediante la prueba de comparación Duncan al 5 % de probabilidad encontró que el clon RRIM-600 obtuvo un porcentaje de prendimiento del 100 % siendo igual con el clon #4, el resto de los clones tuvieron igual prendimiento con 75 %, con respecto a la altura, el clon # 5 indica un buen desarrollo sobre la altura (138,7 cm), diámetro (11,14 mm) pero no fue significativo para los demás clones, en cambio el clon RRIM-600 obtuvo el mayor número de hojas (35,30 hojas/planta), pero no fue diferente estadísticamente al resto de los clones, lo mismo con la tasa fotosintética. Concluyeron que el clon RRIM-600 es igual estadísticamente a todos los demás clones.

Gamboa (2015) en su investigación titulado: “Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones en Satipo”, tuvo como objetivo evaluar la conducta de estos clones bajo condiciones de vivero en Satipo, para ello utilizó patrones de semillas de IMC-67, VRAE-99, TSH-565 y UF-221, que fueron propagados primero en un sustrato en base a tierra negra y cascarilla de arroz (1:1) luego fueron repicados a bolsa de 3 kg de capacidad, cuya mezcla de sustrato fue de 920 kg de tierra negra de chacra, 50 kg de cascarilla de arroz, 10 kg de magnocal, 10 kg de dolomita y 10 kg de roca fosfórica, las varas yemeras fueron recolectados de plantas madres de buenas características morfológicas, utilizó el injerto tipo púa central. Cada vara yemera contaba con 4 a 6 yemas viables. El diseño de la investigación fue de un DCA con arreglo factorial de 4 x 4, con 16 tratamientos y 20 repeticiones, siendo la muestra a evaluar de 1 planta por cada repetición. Los tratamientos fueron la interacción de vara con patrón que fueron: T1 (VRAE-99 X IMC-67), T2 (VRAE-15 X IMC-67), T3 (TSH-565 X IMC-67), T4 (CCN-51 X IMC-67), T5 (VRAE-99 X VRAE-99), T6 (VRAE-15 X VRAE-99), T7 (TSH-565 X VRAE-99), T8 (CCN-51 X VRAE-99), T9 (VRAE-99 X TSH-565), T10 (VRAE-15 X TSH-565), T11 (TSH-565 X TSH-565), T12 (CCN-51 X TSH-565), T13 (VRAE-99 X UF-221), T14 (VRAE-15 X UF-221), T15 (TSH-565 X UF-221) y T16 (CCN-51 X UF-221), evaluó variables de porcentaje de prendimiento, diámetro del patrón, número de brotes, longitud del brote, diámetro del patrón y números de hojas del brote. Los datos fueron procesados en el programa Excel y la prueba estadística para la comparación de las medias fue de Duncan al 5 % de probabilidad. Encontró que todos los tratamientos presentaron porcentajes de prendimiento superiores al 75 % siendo los más altos promedios

el T13 y T14. En diámetro del brote tuvo diferencias significativas con el T15 en alcanzar el más alto promedio con 13,23 cm, también en número de brote siendo el mayor promedio el T14 (5,80). El T15 tuvo la mayor longitud de brote con 21,11 cm siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos. El T13 fue diferentes a los demás y al mismo tiempo en obtener el mayor diámetro del brote con 4,67 mm. En número de hojas también resultó significativo siendo el mayor el T6 con 14,44. Concluye que existe variabilidad en el desarrollo de los cuatro clones a condiciones de vivero.

Molina-Quesada *et al.* (2019) estudiaron en su investigación titulado: “Evaluación del comportamiento de clones de *Tectona grandis* L. en suelos vertisoles de la Península de Nicoya, Costa Rica”, el objetivo fue evaluar los clones de teca en costa rica, las variables fueron morfológicas y porcentaje de sobrevivencia, estos clones estaban ya trasplantados en campo desde el año 2015 del mes de agosto con densidad de siembra de 4 m x 3 m, las evaluaciones correspondieron a los 8 meses después del trasplante. En total de plantas por bloque fue de 168. El diseño de la investigación fue de tipo experimental, utilizaron el diseño en bloque completo al azar con 41 tratamientos y 6 bloques. Los datos que obtuvieron fueron digitalizados en el programa Excel, de ahí procesaron con el software SELEGEN (programa de análisis genético que permite determinar la máxima verosimilitud restringida y mejor predictor lineal no sesgada), la estadística fue de tipo descriptiva. Los resultados de los 41 clones denotan una media general de 1,79 cm en diámetro a la base, 68,18 cm de altura total y 84 % de sobrevivencia. Las variables ambientales solo intervinieron un 10 % en diámetro a la base, 6 % para altura total y 3 % con la sobrevivencia; los genes de las plantas madres de estos clones heredan un 84 % respecto al diámetro a la base, 80 % para altura total y 74 % en la sobrevivencia. El clon que presentó mejores valores de diámetro y altura fue el clon 2, y para el porcentaje de sobrevivencia fue el 10, 21, 25, 29, 33. Concluyeron que los clones de alguna manera logran heredar genes de las plantas madres y que las condiciones climáticas no influyeron mucho siendo la expresión genética relevante en el estudio y los que se desempeñaron mejor fueron los clones 2, 9, 13, 21, 32 y 33 bajo condiciones de Costa Rica.

Santiago *et al.* (2014) realizaron un trabajo de investigación titulado: “Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. en vivero”, trataron de explicar el comportamiento en el desarrollo de plantas de caucho en campo

mediante el uso de diferentes contenedores (1,5 l y 2,0 l de capacidad), bolsa (capacidad de 5 l) y diferentes sustratos que fueron: S1: 50 % turba, 30 % vermiculita, 20 % agrolita; S2: 50 % fibra de coco, 30 % vermiculita, 20 % agrolita; S3: 75 % cachaza, 25 % cascarilla de café; S4: 50 % cachaza, 50 % cascarilla de café; S5: 25 % cachaza, 75 % cascarilla de café. Usaron un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar, una vez trasplantadas, esperaron seis meses para poder injertarlos, injertaron con el clon IAN-710 (clon parecido al IAN-873) con el tipo de injerto parche, luego evaluaron la altura o longitud del brote, diámetro del brote a 10 meses después del trasplante, tuvieron resultados no significativos con la prueba de Tukey al 5 % en los cinco sustratos, capacidad de contenedores (1,5 l y 2,0 l), sin embargo, para el testigo (bolsa de 5 l de capacidad) y los contenedores sí hubo diferencia estadística significativa, el testigo presentó en longitud del brote (23,05 cm) y diámetro del brote (6,58 mm), pero en los contenedores fueron bajos sus resultados en longitud del brote (11,56 cm) y diámetro del brote (5,43 mm). Concluyeron que es posible producir plantas con diferentes sustratos y contenedores cuya respuesta es una buena calidad de la planta de caucho.

Vásquez-Zavaleta (2020) en su investigación titulado: “Evaluación de cuatro técnicas de injerto en plántones tardíos de *Schizolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril* en Madre de Dios, Perú”, cuyo objetivo fue determinar qué tipo de injerto es la más adecuada para producir estas dos especies forestales, debido a que algunas especies presentan buenas características fenotípicas en donde la propagación por semilla, da plantas con bastante variabilidad morfológica, utilizaron para ello una población de 30 plántones por tratamiento, teniendo un diseño en bloques completo al azar que consistió en cinco bloques y cuatro tipos de injertos o tratamientos que fueron: T1: injerto de púa tipo inglés o de lengüeta, T2: injerto de púa tipo hendidura simple, T3: injerto de yema tipo parche y T4: injerto de yema tipo astilla o chip; los plántones estaban con un sustrato compuesto (proporción 1:1:1 de tierra, aserrín y arena del río) más un fertilizante llamado basacote plus 6M con dosis de 4 kg/m³, contenido en bolsas de 14 cm de diámetro y 20 cm de altura, el diámetro mínimo del tallo para la injertación en las dos especies fue 1 cm, después de la injertación a las dos especies se esperaron 24 días para las evaluaciones de prendimiento y 30 días para la sobrevivencia. Para la especie *Schizolobium parahyba* se tuvo 37 % de prendimiento en la T1 y 3 % de sobrevivencia, en T2 se tuvo el más alto en prendimiento con 67 % y un bajo porcentaje de sobrevivencia que fue 1 %, la T3 con 1 % de prendimiento

y 0 % de sobrevivencia, la T4 tanto para prendimiento y sobrevivencia tuvieron 0 % y 0 % respectivamente. En la especie *Hymenaea courbaril* no se tuvieron resultados muy alentadores, se tuvo 0 % de prendimiento y 0 % de sobrevivencia para la T1, lo mismo con la T2 y T4, pero en cambio la T3 mostró bajos resultados con 33 % de prendimiento y 33 % de sobrevivencia. Concluye al final que tuvo éxito en el prendimiento con los tipos de injerto inglés y hendidura simple para la propagación de *Schizolobium parahyba* pero para *Hymenaea courbaril* hubo respuesta con el injerto tipo parche más no con los demás tipos de injertos, asimismo, algunas especies forestales del Perú y de la Amazonía poseen prendimientos bajos.

Cachique *et al.* (2018) demostraron que es posible injertar plantas de sachá inchi (familia euphorbiaceae), el estudio se realizó en Tarapoto, en las instalaciones del IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana), para ello utilizaron tres tipos de injertos y tres formas de protección que fueron para los tipos de injertos: hendidura, recto y empalme; para las tres formas de protección: injerto tapado con parafilm más bolsa plástica, injerto tapado con parafilm y sin protección; tuvieron un diseño en bloque al azar con 9 tratamientos y cuatro bloques, propagaron 360 plantas teniendo 10 plantas por bloque. Al cabo de 45 días después de realizar la injertación obtuvieron lo siguiente: mediante la prueba de (Duncan's MRT, $p > 0,05$) no existe diferencia estadística con los tipos de injertos para el porcentaje de prendimiento, número, longitud y diámetro de los brotes; concerniente a los tipos de injerto, lograron obtener un % de prendimiento de hendidura (56,67 %), recto (56,67 %) y empalme (51,67 %) respectivamente; para número de brotes corresponde a hendidura (1,78), recto (1,71) y empalme (1,77); en la longitud del brote con 5,51 cm para hendidura, recto con 5,27 cm y empalme con 5,36 cm; en el diámetro no variaron mucho los datos porque las diferencias numéricas fueron mínimas, para hendidura (0,22 cm), recto (0,21 cm) y empalme (0,24 cm). En cambio, en los tres sistemas de protección del injerto resultaron diferencias estadísticas para el porcentaje de prendimiento en el injerto tapado con parafilm más bolsa plástica (100 %), injerto con parafilm (22,5 %) y sin protección (42,5 %). Para el tratamiento de injerto tapado con film presenta 2,23 brotes, 5,51 cm en longitud, 0,22 cm en diámetro del injerto, presentando buenas características morfológicas, sin embargo, para el sistema de protección con parafilm es 22,5 %, 1,36, 5,27 cm y 0,22 cm en prendimiento, número de brotes, longitud del brote y diámetro del brote respectivamente; no obstante, resulta que hacer el injerto sin ningún método de protección

es bueno para el sachá inchi ya que presenta en prendimiento (42,5 %), número de brotes (1,66), longitud del brote (5,36 cm) y diámetro del brote (0,24 cm). Concluyeron que es posible la injertación en el cultivo de sachá inchi con fines de conservación de genes resistentes a enfermedades y productivos, además alcanzar un máximo prendimiento en el cultivo de sachá inchi es por el tipo de injerto hendidura, tapándolo con plástico y cubriéndolo con una bolsa de plástico.

Cardinal *et al.* (2007) evaluaron varias combinaciones entre portainjertos clonales y clones de esquejes mediante análisis dialélico, con el objetivo de lograr una alta productividad y vigor. Los datos consistieron en cinco años de rendimiento de caucho seco y circunferencia en la apertura del panel de un experimento que utilizó un diseño de parcela dividida con cuatro repeticiones, realizado en Pindorama, SP, Brasil, considerando seis portainjertos (GT 1, IAN 873, PB 235, RRIM 600, RRIM 701 y plántulas no seleccionadas) y seis vástagos (GT 1, IAN 873, PB 235, PR 107, RRIM 600 y RRIM 701). Se realizaron 6 análisis dialélicos parciales que sumaron 36 combinaciones y se estimó la compatibilidad general para cada grupo de materiales (portainjertos y esquejes) y la compatibilidad específica entre todas las combinaciones. Los resultados han demostrado que los portainjertos PB 235 e IAN 873 proporcionaron altos rendimientos y valores generales de compatibilidad (7,9348 y 2,7647 respectivamente). No se recomienda el uso de plántulas no seleccionadas como portainjertos porque presentan valores de compatibilidad muy bajos para el rendimiento de caucho seco.

Sterling *et al.* (2015) evaluaron el crecimiento inicial de clones promisorio de caucho bajo un sistema agroforestal en Colombia, el objetivo fue evaluar el crecimiento inicial de 3 clones de caucho bajo distintos sistemas de siembra con los cultivos de copoazú, plátano hartón en dos sitios de Caquetá-Colombia. Para ello tuvieron plantas injertadas de caucho en bolsa de 7 kg con dos pisos foliares (vulgarmente llamado lanzamiento), con edad de 6 a 8 meses, los cultivos agrícolas que se emplearon para el sistema de siembra fueron copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y plátano hartón (*Musa AAB*), las localidades fueron dos: San Vicente del Caguán y Albania. El diseño de la investigación fue de tipo experimental considerando un diseño en bloques completamente al azar con tres repeticiones y un arreglo con parcelas divididas; evaluaron la altura total, circunferencia del tronco, área de copa y índice de área foliar cuyo tiempo de evaluación fue de dos años. Los datos que obtuvieron fueron sometidos a prueba de diferenciación múltiple de Fisher al 0,05, también a un análisis de correlación múltiple de Pearson al 5 %. Los factores

considerados fueron clones (IAN 873, FX 4098 y FDR 5788), sistemas de siembra (S1: Agroforestal 1, S2: Agroforestal 2, S3: Testigo agroforestal y S4: Testigo monocultivo) y localidad (Albania y San Vicente del Caguán). Los resultados muestran diferencias estadísticas con la prueba de Fisher al 5 %, a los dos años con respecto al factor clones siendo el FX 4098 en alcanzar la mayor altitud promedio con 4,43 m, IAN 873 (3,60 m) y FDR 5788 (3,50 m); en la variable de circunferencia al tronco muestra diferencias estadísticas, siendo de mayor a menor circunferencia los clones FX 4098, IAN 873 y FDR 5788 con 13 cm, 9,97 cm y 8,40 cm respectivamente. En área copa muestra que el clon FX 4098 posee el más alto valor promedio con 4,62 m², IAN 873 con 3,14 m², siendo el último FDR 5788 con 2,37 m². Para el índice de área foliar indica que el clon FX 4098 mostró el más alto promedio de los otros clones con 1,37 m² y le sigue IAN 873 con 1,29 m², el más bajo promedio fue 1,26 m². Concluyeron que los clones asociados con el cultivo de copoazú y plátano no son influenciados con los sistemas de siembra ni tampoco para las localidades menos para el área de copa, no obstante, los clones son independientes y muestran según las pruebas estadísticas que la variación local y los sistemas de siembran influyen en la biometría de la planta siendo el FX 4098 en obtener un óptimo desarrollo con respecto a los clones IAN 873 (Testigo) y FDR 5788.

Sterling & Correa (2010) desarrollaron la investigación denominado: “Desempeño en periodo de inmadurez de una colección clonal de caucho en la amazonia colombiana”, cuyo objetivo fue la evaluación biométrica en nuevos clones potenciales y clones cultivados de Colombia; tuvieron a los siguientes clones: CDC-56, IAN-717, GU-198, IAN-873, FX-4098, FX-3864, IAN-710, MDF-180, PB-260, FDR-4575, FDR-5597 y FX-2261. Para la siembra en campo usaron plantas ya injertadas conocido como tocón que viene a hacer un tallo cortado con raíz desnuda injertado, las cuales sembraron un total de 85 plantas, cuya muestra a evaluar fueron cinco plantas por clon, midieron la variable altura durante 12 meses, con los datos obtenidos hicieron análisis estadísticos de comparación de medias Tukey al 1 % y 5 %. Entre los 12 clones, sobresalieron a mayores alturas de 3,3 m. el GU-198, FDR-4575, CDC-56, IAN-710, FX-3864 y FX-4098; el de menor altura fue IAN-717. La variabilidad de altura o longitud de los clones está relacionada no sólo con el genotipo sino también a las condiciones agroecológicas del lugar. Concluyeron que los clones de caucho incrementan su longitud en épocas húmedas mientras que en épocas secas ocurre un atraso en el crecimiento.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Origen

El árbol de caucho es una planta originaria de la Selva Amazónica y luego tras pasar los años se logró extender hacia las regiones tropicales (Zhang *et al.*, 2008).

1.2.2. Taxonomía

ITIS (2020) describe la taxonomía de caucho de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Viridiplantae
Infrareino	:	Streptophyta
Superdivisión	:	Embryophyta
División	:	Tracheophyta
Subdivisión	:	Spermatophytina
Clase	:	Magnoliopsida
Superorden	:	Rosanae
Orden	:	Malpighiales
Familia	:	Euphorbiaceae
Género	:	<i>Hevea</i>
Especie	:	<i>Hevea</i> spp.

1.2.3. Botánica

Es una especie arbórea de fuste erecto, medio cilíndrico; raíz de tipo axonomorfa y ramificada, copa descrita globosa, redonda y amplia, la altura puede llegar a 40 m con DAP (Diámetro a la altura del pecho) de 1 a 1,5 m (Velarde *et al.*, 2010), es rosado o marrón oscuro la corteza externa y la interna es crema rosada con textura suave y fibrosa, la característica de este árbol es que secreta látex de apariencia lechosa debido a los tejidos laticíferos; las hojas son trifoliadas (tres folíolos) con peciolo de 15 a 25 cm de longitud y peciolulo de 10 a 16 mm de largo, tiene un par de nectarios en la inserción de los peciolulo, la forma de la lámina es elíptico-lanceoladas a obovadas, ápice agudo al igual que la base con mediciones de 10 a 15 cm de longitud y 5 a 9 cm de ancho, el color que tiene el haz es verde-oscuro y el envés es más claro y opaco; las flores están dispuestas en panículas (tipo de inflorescencia), es diclina significando que el androceo y gineceo se encuentran en flores distintas en la misma planta, las flores femeninas se encuentran en el ápice de la panícula y las masculinas en mayor número están debajo de las femeninas; la flor masculina cuenta

con corto de pedicelo, cáliz de cinco sépalos con andróforo de uno o dos verticilos, anteras sésiles y bitecas, polen tricolpado de forma oblatoesferoidal; la flor femenina envuelve un ovario tricarpelar con tres estigmas sésiles y un óvulo por lóculo, suspendido de la línea u columna placentar central; el fruto es una cápsula tricarpelar (tres celdas) lignificada, dehiscente, en cada celda tiene una semilla; las semillas están en su máximo desarrollo cuando el fruto llega a su madurez fisiológica; las células epidérmicas que posee la semilla son de color oscuros y claros (León, 1987).

1.2.4. Condiciones agroecológicas

Velarde *et al.* (2010) manifiestan que el cultivo de caucho requiere ciertas condiciones para poder crecer; la temperatura media en la que crece es de 25 °C a 30 °C, a mayores temperaturas sufre un estrés fisiológico la planta; la precipitación al año requiere en promedio de 2 000 mm a 4 000 mm al año, aunque puede soportar sequías de 1 a 4 meses, máximo 5 meses; la altitud que no debe exceder de los 500 m.s.n.m. debido a la reducción de la producción de látex; al día debe requerir de 6 horas luz para el buen desempeño de la fotosíntesis; humedad de 70 a 80 %, si excede podría causar reducción en el crecimiento; en la parte edáfica, se requiere suelos con buenas características físicas como textura media, buena porosidad, profundidad mínima de 1 – 1,5 m para un buen desarrollo radicular, en características químicas no hay problema ya que es tolerante a la acidez y se recomienda que las bases saturadas sean mayores a 40 % debido a que aumenta la productividad (Palencia, 2000).

1.2.5. Usos

El producto principal de shiringa es el látex, es un metabolito secundario que segrega esta especie, el látex puede usarse de distintas maneras como, por ejemplo, es fuente de materia prima para la elaboración de jebe de caucho también bienes que se utiliza cada día que son las llantas, zapatos, pelotas, ligas, guantes, etc.; otro uso es que se puede utilizar como madera cuando la producción de látex es baja y captura de carbono (CO₂) ya que la captura de carbono es ingreso extra a las plantaciones de caucho u shiringa indicado que fija 1000 t de carbono por hectárea al año (Sacramento, 2012).

1.2.6. Clones comerciales

Velarde *et al.* (2010) indican que los clones son organismos vivos segregados u producidos por una planta madre o matriz, esta planta cumplirá las mismas características

genotípicas y fenotípicas, en caucho lo que se quiere es la productividad de látex y para obtenerlo se utiliza clones porque si se propaga de forma sexual (semilla botánica) tendrá baja producción y aparte estos clones presentan resistencia y tolerancia a plagas y enfermedades, teniendo como la enfermedad principal al mal suramericano (*Microcyclus ulei*), existen clones primarios, secundarios y terciarios, la diferencia radica en su orígenes; los primarios son de origen desconocido, secundarios son hibridaciones u cruzamientos de dos clones primarios, los terciarios son hibridaciones entre un clon secundario y otro de cualquier origen. Los clones comerciales son los siguientes:

a. TR-1

De origen brasileño patentado por la hacienda “Triangulo”, la densidad de plantación aceptable es 400 árboles/ha cuya producción promedio a cinco años es de 819 kg/ha/año de jebe seco en Brasil.

b. FX-3864

Los progenitores de este clon son PB – 86 y FB – 38 siendo un clon secundario de origen brasileño desarrollado por la compañía Ford, tiene buena capacidad productiva de 1 400 kg/ha/año de jebe seco a cuatro años de haber instalado en campo.

c. RRIM-600

Clon secundario cuyos progenitores son (Tjir 1 x PB 86), estas siglas significan “Rubber Research Institute of Malaysa”, usado a nivel internacional por su óptima capacidad productiva teniendo diferentes rendimientos a cinco años de establecimiento en campo, cuyos rendimientos varía por cada país entre ellos Malasia (1 540 kg/ha/año de jebe seco), Costa de Marfil (1 732 kg/ha/año de jebe seco), India (1 815 kg/ha/año de jebe seco), la característica principal que difiere a los otros clones descritos es su poco follaje.

d. IAN-873

Clon secundario de progenitores (PB 86 x FA 1717) desarrollado por el Instituto Agronómico del Norte e allí el significado de sus siglas, originario del Brasil cuyos rendimientos registrados a cinco años instalados en campo es que en Malasia fue de 1 505 kg/ha/año de jebe seco diferenciando a Brasil con 1 441 kg/ha/año de jebe seco.

e. MDF-180

Clon primario, seleccionado y extraído de bosques intervenido en Madre de Dios, este material genético fue llevado a la compañía Firestone ubicado en Estados Unidos donde se desarrolló de forma completa para su propagación, la característica que posee es la resistencia al mal suramericano (*Microcyclus ulei*) y alta productividad de 33,6 g/corte/árbol a 13 años de establecimiento en campo.

1.2.7. Propagación

Shepherd (1969) citado por Aguirre y Santoyo (2013) indican que se dan por dos vías:

a. Sexual

Se da por medio de semillas producidas de la misma planta, estas se deben sembrar lo antes posible en la cama germinadora porque disminuye el porcentaje de germinación si se deja pasar varios días después de haber recolectado. En la siguiente tabla 1 se muestra la relación de días con la germinación.

Tabla 1

Relación de días con la germinación

Días	0	1	2	3	4	5
Germinación (%)	-	-	-	97	95	68

Fuente: Velarde et al. (2010)

b. Asexual

Es por medio de semillas vegetativas, en esta planta forestal se utiliza el injerto para el mejoramiento de la producción de látex cuyos resultados son comprometedores en plantaciones adultas de caucho.

1.2.8. Injerto

Álvarez (2019) menciona que es la unión de partes u fragmentos vegetativos, las partes que lo conforman es el patrón conocido por múltiples nombres como pie o portainjerto este es la que va a producir raíces, la otra parte es el injerto que también lo llaman púa y aguja esta tiene yemas o brotes que formarán en el futuro a una planta (ser vivo), las ventajas y desventajas que conlleva este proceso son:

a. Ventajas

Conservación de genotipos (clones), aumento de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al cambio climático, renovación de plantaciones adultas, producción a menor tiempo, propagación de frutos sin semillas, homogenización de la producción (producir al mismo tiempo).

b. Desventajas

Incompatibilidad de diferentes especies (que la savia bruta y elaborada no sean conectados correctamente) ocasionando pudriciones y finalmente la muerte del injerto.

c. Tipo

El injerto que más se utiliza en la propagación clonal de caucho es tipo parche, se basa en la extracción de una placa que conlleva una yema y se inserta en el portainjerto, hay tres tipos de injertos según la edad de los patrones que son: precoz (4 a 6 meses), verde (de 6 a 8 meses) y marrón (mayor a 8 meses) (Velarde *et al.*, 2010).

Otros autores como Rojas *et al.* (2004) menciona que la yema tiene que tener como requisito las mismas dimensiones métricas que el patrón para su posterior conexión. En cambio, Echeverri (2013) indica que el injerto tipo parche es el más utilizado en vivero y en campo debido a la seguridad y a la poca cantidad de yemas extraídas del árbol seleccionado.

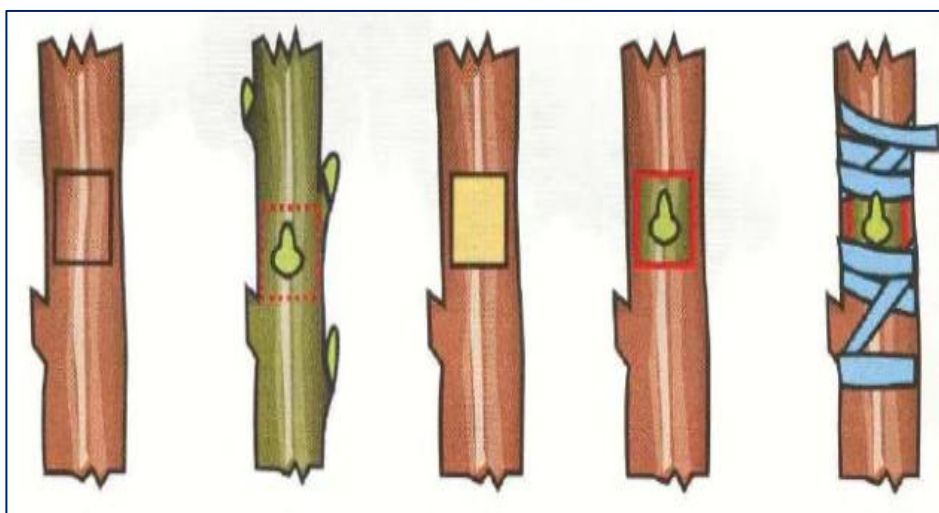


Figura 1: Injertación tipo parche o también llamado ventana (Rojas *et al.*, 2004).

d. Labores

Una semana antes de la injertación se recomienda aplicar fungicidas al follaje de los clones debido a que la shiringa es un árbol de fácil contagio ocasionado por microorganismos patógenos, en las varas yemeras se hace una incisión media del peciolo porque facilita la buena distribución de savia para una nueva formación del brote que despertará después de haber injertado, no injerta cuando hay temperaturas altas, días lluviosos y vientos fuertes porque dañara la conexión del injerto con el patrón, es por eso que se injerta a la primera hora y a las últimas horas de la tarde, el lugar donde se injertará debe estar limpio libre de malezas y la cuchilla afilada (Velarde *et al.*, 2010).

1.2.9. Fisiología el injerto

El funcionamiento del injerto se basa en ambos el patrón y el injerto se desarrollen de igual manera, en tal sentido es una planta en sí que absorbe agua, absorbe nutrientes del suelo; todo ello hace para llegar a una fase que se llama la formación de un callo (tejido indiferenciado), este callo significa que ha sido conectados los tejidos vasculares del patrón con la vara, pero esta conexión interviene otros factores que son las citoquininas, giberelinas y auxinas; otros componentes más también para que se dé inicio a la regeneración de los tejidos de la planta (Vozmediano, 1982).

Hay dos condiciones que se requiere de manera importante para que la injertación salga bien, y es que cuando se hace el corte de la corteza del patrón, éste se desprenda de manera fácil u en su totalidad, lo mismo que la extracción de la yema; la parte que queda después de haber extraído la corteza es comúnmente llamado “cambium”; en esta zona es que se realiza la unión del epibioto y hipobioto, una vez unido la savia circula de manera fluida entre las dos partes; otra consideración es que antes de 15 días de realizar la injertación los patrones deben de estar abonados y regados (Hartmann y Kester, 1990). En la Figura 2 se muestra la formación del injerto y la figura 3 la estructura interna del tallo.

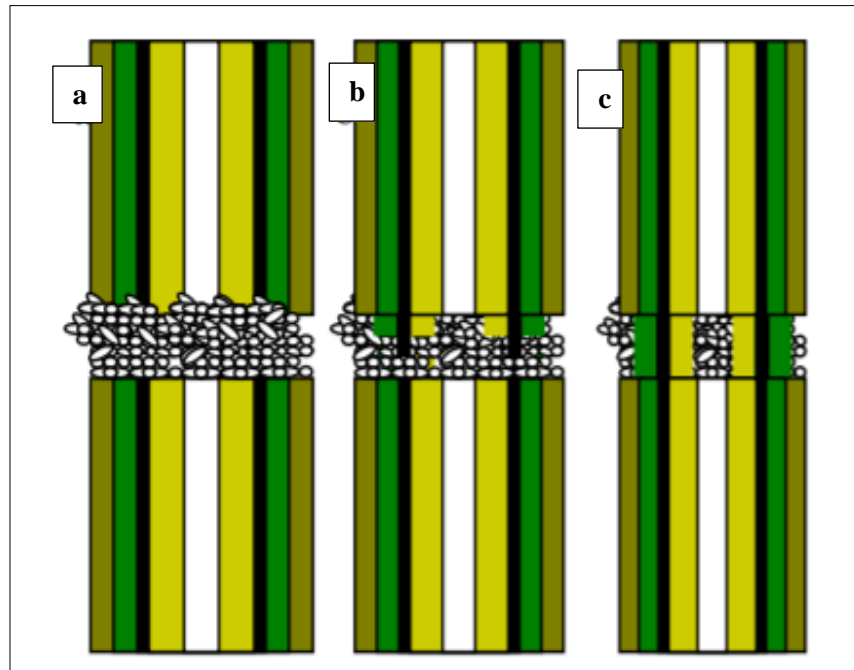


Figura 2: Etapas de formación del injerto: a) Adhesión de pie con injerto y formación del callo, b) Génesis del nuevo cámbium, c) Diferenciación a nuevo xilema y floema (Espiau *et al.*, 2012).

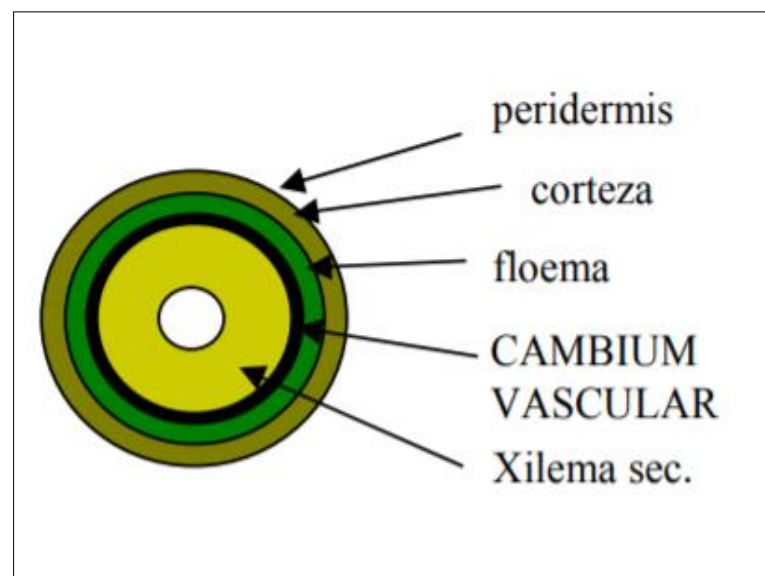


Figura 3: Estructura interna del tallo (Espiau *et al.*, 2012).

1.2.10. Factores que afectan el prendimiento

Existen muchos factores que afectan el prendimiento de los injertos, entre ellos Hartman y Kester (1990) mencionan lo siguiente:

a. Compatibilidad

Es la unión de la vara (epibioto) con el patrón (hipobioto), su resultado es el prendimiento del injerto. Existen tipos de compatibilidad según Rojas *et al.* (2004) mencionan que son los siguientes:

- Compatibilidad celular: Es cuando el protoplasma de la vara no se conecta bien con el patrón resultando una unión imperfecta.

- Compatibilidad fisiológica: Es en dos vías, el primero es la capacidad de la planta de poder succionar de ambas partes, la absorción de las raíces y la succión o suministro de los nutrientes absorbidos del injerto. El segundo es el contenido de la savia, porque algunos patrones rechazan el contenido nutricional del injerto. Otros escenarios fisiológicos es la polaridad del injerto que tiene que ser respetada como la extremidad distal y proximal, tanto el patrón como la vara deben poseer similar vigor, ambas partes

- Compatibilidad botánica: Tanto el patrón como el injerto deben poseer como requisito ser de la misma familia, aunque se ha evidenciado que el prendimiento entre familias no suele ser muy alto es por ello que se requiere que sean el mismo género, aunque sería mucho mejor si fueran ambas especies. Otro dato es que es posible la injertación entre clones, pero el prendimiento no es muy exitoso.

b. Incompatibilidad

La incompatibilidad puede mencionarse de muchas formas como la no brotación del injerto, el bajo porcentaje de prendimiento (< 75 %), la cicatrización de la parte cortada es un éxito, pero no se desarrolla la yema. Tener incompatibilidad también es que el parche se vaya muriendo después de la injertación, también que la yema crezca, pero no se desarrolle como debería de ser, existe casos en que tanto la yema como al patrón se repelen (Pina, 2008).

c. Temperatura, humedad y oxígeno en la injertación

Las condiciones ambientales son condiciones externas que no se pueden controlar y más aún en campo, la temperatura interviene en que se forme el callo, los rangos debe ser entre 15 °C a 29 °C; mayores de 29 °C el callo se empieza a deteriorar y a menores de 15 °C no se formaría la callogenésis. Aunque cada especie vegetal en el mundo posee sus rangos de temperatura para la injertación, pero lo anterior mencionado es de forma general.

La época en que se puede injertar es en plena primavera, aunque si se hace a finales se lleva el riesgo de no poder desarrollarse el injerto. Hay células que empiezan a actuar cuando el callo se forma y son las células parenquimáticas, estas células son muy sensibles al tener contacto con el aire, porque si se pierde la capa fina de agua que lo cubren, empezará la deshidratación minimizando la callogenesis. En ese proceso existe mucha replicación celular y el resultado de ello es la brotación del injerto, dicho procedimiento conlleva una alta tasa de respiración por lo que el oxígeno es de suma importancia (Flores, 2015).

La humedad alta favorece que el injerto sea un éxito, pero es al mismo tiempo es un factor extrínseco que favorece el crecimiento de bacterias y hongos por eso es recomendable que ambas partes sean libres de patógenos y al momento de injertar ser lo más higiénico posible. En aquellas especies tropicales de tipo perenne donde florecen y fructifican de forma simultánea no se aconseja realizar la injertación en época seca debido a que se induce a la dormancia de las yemas es por ello que se recomienda injertar al inicio de la época húmeda (Rojas *et al.*, 2004).

1.2.11. Variabilidad clonal en el cultivo de caucho

Los clones que se injertan en el cultivo de caucho presentan variabilidad, la razón es por las características genotípicas del clon, condiciones agroecológicas del lugar (Gonçalves y Marques, 2008). Los porta-injertos interviene en el crecimiento y desarrollo del clon (Figueiredo & Cardoso, 2008) debido a que algunas veces se utilizan semillas no seleccionadas o semillas de diversas procedencias (Mello *et al.*, 2000), de alguna manera provoca cambios en su biometría y producción de plántones injertados (Ng *et al.*, 1982). Otro factor a considerar son la adaptación de los clones que se traen de otros países para la injertación en el lugar de producción de plántones, estas varas yemeras tienen un estrés fisiológico debido a que no siempre son las mismas condiciones de su lugar de origen (Torres, 1999); en cambio Bataglia *et al.* (1999) menciona que la variabilidad nutricional de los suelos, la presencia de fitófagos, patógenos inciden también en el crecimiento del cultivo de caucho.

1.2.12. Fotosíntesis

Es un proceso metabólico complejo, pero al mismo tiempo se explica que no solo las plantas lo pueden realizar sino también otros organismos del planeta tierra, referente a las plantas es un mecanismo de obtención de energía en la cual utilizan el dióxido de

carbono y agua más la interacción de luz y clorofila para la síntesis de energía (glucosa) y oxígeno, esta actividad interviene varios factores entre ellos los internos que son: edad de la planta, las características genéticas, la cantidad de clorofila, la acumulación de los fotosintatos, enzimas; para los factores externos: la cantidad de luz u horas luz durante el día, temperatura, cantidad de CO₂ en el aire, agua y el nutrientes disponibles. Si no existe agua en el suelo la planta sufre un déficit hídrico por ende la fotosíntesis se vuelve limitante, en cambio para la temperatura, este si se incrementa, también lo hace la fotosíntesis hasta llegar a un tope, los efectos de la temperatura en la fotosíntesis dependen de varios factores entre ellos la especie y las condiciones del lugar (Carril, 2011).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y nivel de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El estudio fue de tipo aplicada, porque busca solucionar problemas de bajo rendimiento de látex en plantas de caucho propagados por semilla, para ello se propagó de forma asexual los cinco clones comerciales (TR-1, FX-3864, RRIM-600, IAN-873, MDF-180) con el fin de determinar su prendimiento, morfología y desarrollo, el total de plantas utilizadas en campo fue de 450 en un área total de 4 704 m².

2.1.2. Nivel de investigación

El nivel de estudio fue experimental y explicativo, porque evaluó el efecto de clones comerciales de caucho (*Hevea* spp.) en el prendimiento y desarrollo propagados por injerto bajo condiciones de campo en Lamas, región San Martín.

2.2. Diseño de investigación

El presente estudio empleó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), tuvo como tratamientos a cada uno de los clones comerciales que se describe en la Tabla 2. Fueron 5 tratamientos y 3 bloques, haciendo un total 15 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo conformado por 30 plantas de caucho.

Tabla 2

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T₁	TR-1 (Triángulo)
T₂	FX-3864 (Ford Cross)
T₃	RRIM-600 (Rubber Research Institute of Malaysia)
T₄	IAN – 873 (Instituto Agronómico del Norte)
T₅	MDF – 180 (Madre de Dios Firestone)

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población vegetal se conformó por 450 plantas de caucho instaladas en campo, estas plantas tuvieron 9 meses de edad, cuya área total fue 4 704 m², distribuidas 5 tratamientos.

2.3.2. Muestra

La muestra representativa se conformó por 10 plantas de caucho injertadas dentro del área de evaluación que fue 144 m² por cada parcela, en total fueron 150 plantas injertadas.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos extraídos fueron conseguidos mediante los datos primarios, estos datos son aquellos que se consiguieron en campo como el porcentaje de prendimiento, desarrollo de los clones comerciales de caucho, contenido nutricional de los suelos, las condiciones climáticas del lugar, los instrumentos fueron la observación visual, vernier digital, regla milimetrada, reporte de laboratorio de suelos del ICT y reporte de SENAMHI respectivamente (Arias, 2012).

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados de prendimiento, desarrollo fueron digitalizados en una hoja de cálculo del programa informático Excel, para datos en conteo de número de brotes se hizo la transformación de raíz cuadrática cuya fórmula es $\sqrt{X+1}$, datos de número hojas se hizo la fórmula de la transformación cuadrática de \sqrt{X} (Padrón, 1996); en datos de porcentaje de prendimiento fueron transformados angularmente con la fórmula $\text{Arcsen } \sqrt{X}$ (Box y Hunter, 1989). Luego fueron procesados para las diferencias de las medias el análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de tukey al nivel de confianza de $p < 0,05$ y $p < 0,01$, el coeficiente de determinación (R^2) y coeficiente de variabilidad (CV) (Calzada, 1982), con el software estadístico InfoStat versión 2019I. A continuación, se muestra en la Tabla 3, el modelo del ANVA.

Tabla 3*Modelo de análisis de varianza*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-p
Tratamientos	SCTRAT	k-1	CMTRAT	CMTRAT/CME	F<0,05 F<0,01
Bloques	SCB	b-1	CMB	CMB/CME	F<0,05 F<0,01
Error	SCE	(k-1)(b-1)	CME		
Total	SCT	kb-1			

Fuente: Gutiérrez y De La Vara (2012).

El modelo matemático que se empleó fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor contemplado en la variable de respuesta del j-ésimo bloque a la que se aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Es el producto de la media general.

T_i = Es el efecto de tratamiento i-ésimo.

β_j = Es el efecto del bloque j-ésimo.

ϵ_{ij} = Es el efecto aleatorizado del error experimental del j-ésimo bloque a la que se aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1,2,3,4,5$ tratamientos

$j = 1,2,3$ bloques

2.6. Materiales y métodos

2.6.1. Materiales

a. Materiales de campo

- | | |
|--|------------------------------|
| - Regla milimetrada | - Cinta film |
| - Vernier digital | - 01 litro de Alcohol al 96% |
| - Cuchilla para injertar | - Libreta de campo |
| - 01 paquete de 200 g. de fungicida (Para Chupadera® 740 PM) | - Lapicero |
| | - Etiquetas de plástico |
| | - Plumón indeleble |

- Palana
- 01 litro insecticida Pyrinex® 48 EC
- Corrector líquido
- Bolsas de polipropileno
- 1 kg de Seal® 80 WP
- 01 litro de sulfato de cobre pentahidratado
- Recipiente
- Machete
- Caja de fosforo
- Tijera de podar
- Mochila pulverizadora
- Rafia
- Paño de 20 cm x 20 cm
- Tijera
- Atomizador
- Bisturí
- 45 varas yemeras de clones comerciales

b. Materiales de laboratorio

- 4 pliegues de cartulina
- Regla de 30 cm.
- Papel bond A4
- Tijera
- Lapicero

c. Equipos

- Medidor Minolta Spad 502 plus
- Balanza analítica

2.6.1.1. Localización de la parcela experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo del señor Juanito Aguirre Rioja, ubicado al lado derecho del km 11 de la carretera barranquita.

a. Ubicación geográfica (UTM)

- Zona : San Martín
- Este : 367898,274
- Norte : 9303461,769
- Altitud : 174 m.s.n.m.

b. Ubicación política

- Departamento : San Martín
- Provincia : Lamas
- Distrito : Caynarachi
- Caserío : Metilluyoc

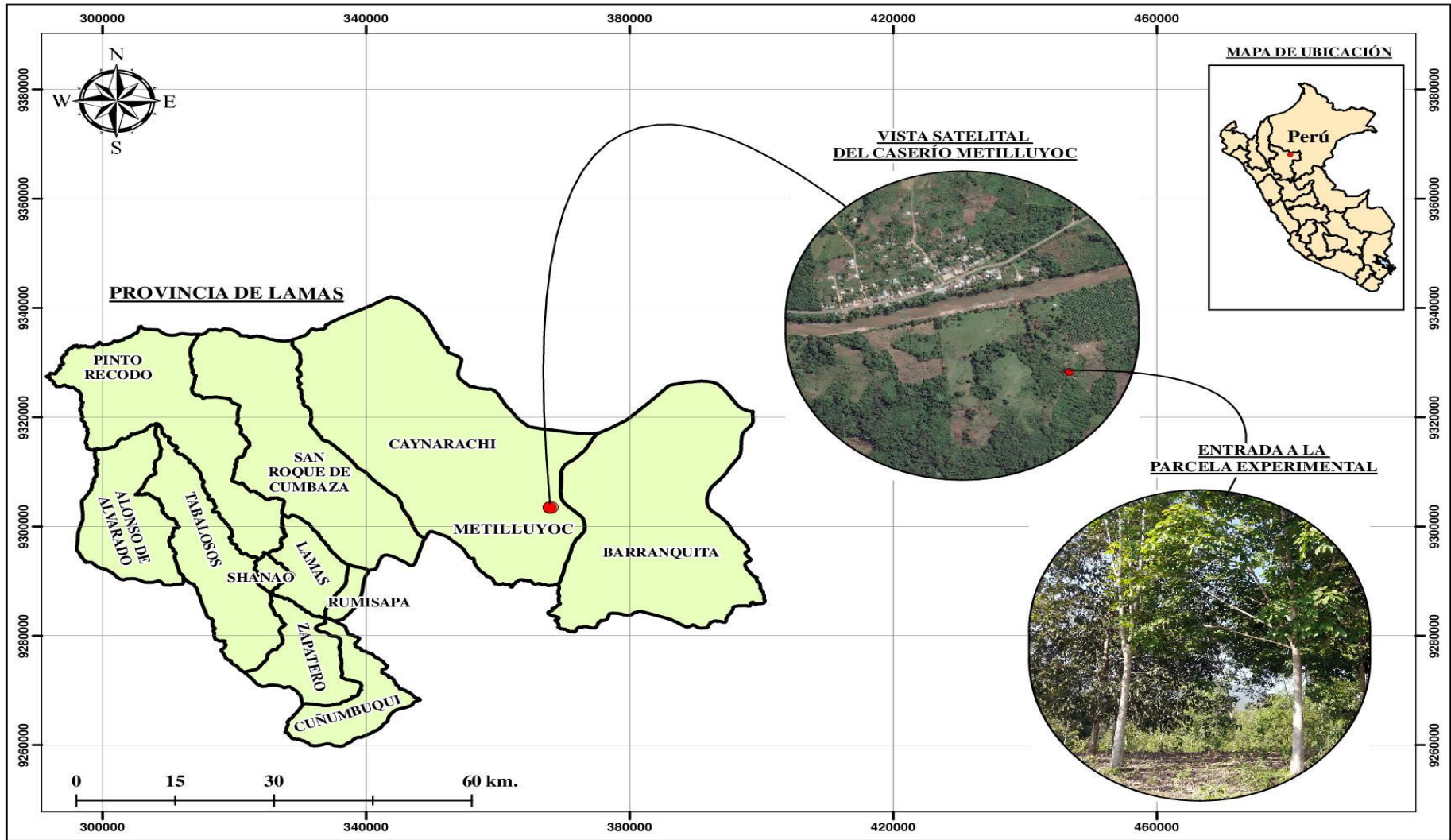


Figura 4: Mapa de ubicación del lugar experimental. (Fuente: Elaboración propia).

2.6.1.2. Características de la parcela experimental

a. Parcela experimental

El lugar del experimento estuvo comprendido en un terreno de 5 ha, con presencia de plantas de caucho de tres años de antigüedad y también plantas de 9 meses de edad; estas plantas estuvieron distanciados a una densidad de 4 m x 3 m. Estas plantas se tomaron para realizar el estudio de la investigación. Asimismo, se realizó un análisis de suelo en la parcela experimental antes de la injertación en el Instituto De Cultivos Tropicales (Tabla 4).

Tabla 4

Características físicas y químicas edáficas de la parcela experimental

Parámetros físico-químico	Datos
pH	4,4
C.E (dS/m)	0,06
CaCO ₃ (%)	<0,3
M.O (%)	2,43
N (%)	0,11
P (ppm)	3,40
K (ppm)	28
Arena (%)	35,68
Limo (%)	27,00
Arcilla (%)	37,32
Clase Textural	Fra-Arc
Fe (ppm)	105,7
Cu (ppm)	0,7
Zn (ppm)	1,2
Mn (ppm)	17,2
B (ppm)	0,2
S (ppm)	<1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, fertilizantes y alimentos del ICT.

b. Condiciones climáticas durante la ejecución de la tesis

Las condiciones ecológicas del presente estudio de investigación pertenecen al bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1978). A continuación, en la Tabla 5, se muestran las condiciones climáticas del Pongo de Caynarachi durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Tabla 5*Datos climáticos durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2021*

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación total (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Agosto (01 a 31)	33,6	21,7	27,7	84,9	80,10
Setiembre (01 a 30)	33,4	22,3	27,9	83,5	128,2
Octubre (01 a 10)	34,2	22,9	28,6	82,1	10,2
Promedio	33,73	22,3	28,07	83,5	72,83

Fuente: SENAMHI (2021).

2.6.2. Métodos**2.6.2.1. Dimensiones del campo experimental****a. Parcela**

- Ancho	:	12 m
- Largo	:	20 m
- Área	:	240 m ²
- Distanciamiento entre plantas	:	3 m
- Distanciamiento entre calles	:	4 m
- Número de plantas	:	30

b. Bloques

- Número de bloques	:	3
- Largo del bloque	:	108 m
- Ancho del bloque	:	12 m
- Área del bloque	:	1 296 m ²
- Ancho entre bloques	:	1,5 m
- Largo entre bloques	:	2 m

c. Campo experimental

- Largo	:	112 m
- Ancho	:	42 m
- Área total	:	4 704 m ²
- Número de plantas injertadas	:	450

2.6.2.2. Actividades realizadas

a. Muestreo de suelo

Se realizó el muestreo de suelo el 02/08/2021, para la determinación de las características físicas y químicas de la parcela de investigación, haciendo uso de la palana previamente desinfectado con alcohol a 96 %, el muestreo se hizo por zig-zag (cada 10 m un punto de extracción) a 20 cm de profundidad, teniendo un total de 10 sub muestras para finalmente conformarlo a un 1 kg de muestra para el laboratorio (Figura 5).



Figura 5: Muestreo de suelo. A: Limpieza del suelo, B: Extracción de la sub muestra, C: Muestra de 1 kg. (Fuente: Elaboración propia).

b. Acondicionamiento del experimento

Se delimitó la parcela experimental acorde a las plantas instaladas de caucho en campo de 9 meses de edad. Luego se etiquetó a las plantas con etiquetas de plástico y cinta de rafia según los tratamientos en estudio, dicha actividad se realizó el 02/08/2021 (Figura 6).



Figura 6: Acondicionamiento del experimento. A: Campo experimental, B: Etiquetado de los tratamientos, C: Plantas de caucho etiquetadas según al tratamiento que pertenecen. (Fuente: Elaboración propia).

c. Mantenimiento fitosanitario del jardín clonal

Se realizó el mantenimiento fitosanitario del jardín clonal, para ello una semana antes de la injertación (03/08/2021) se hizo la aplicación de un fungicida llamado sulfato de cobre, la dosis que se empleó fue de 50 ml del producto por mochila de 20 l agua (Figura 7).



Figura 7: Control fitosanitario del jardín clonal. (Fuente: Elaboración propia).

d. Etiquetado de clones comerciales de caucho

Los clones comerciales ya se encontraban etiquetados mediante un letrero, pero se etiquetó a aquellos clones que se extrajeron las varas yemeras, esta actividad se realizó el 03/08/2021 (Figura 8).



Figura 8: Etiquetado de clones comerciales de caucho. (Fuente: Elaboración propia).

e. Extracción de varas yemeras

Se realizó un día antes de la injertación (10/08/2021) a las 5:30 p.m., se extrajeron las varas yemeras con la ayuda de una tijera podar, la longitud de la vara fue aproximadamente de 1 m, por cada metro de vara yemera se tuvieron 10 yemas hábiles

para la injertación, luego se los juntó con una rafia y se etiquetó para determinar al clon o tratamiento al que pertenecen (Figura 9).



Figura 9: Extracción de las varas yemeras para su posterior injertación. (Fuente: Elaboración propia).

f. Encerado de las varas yemeras

Se enceró las varas yemeras de los clones comerciales con la ayuda de una vela y palillo de fósforo, con el fin de disminuir la exudación de la savia bruta y elaborada de la vara, esta actividad se realizó un día antes de la injertación que fue el 10/08/2021 (Figura 10).



Figura 10: Encerado de las varas yemeras. (Fuente: Elaboración propia).

g. Injertación de clones comerciales de caucho

La injertación se realizó el 11/08/2021, para ello, los patrones que fueron propagados por semilla botánica de *Hevea brasiliensis*, deben tener como requisito de 12 mm a 15 mm de diámetro. La planta de caucho tiene la particularidad de no desprender su corteza fácilmente, los momentos que se desprende son a las primeras horas de la mañana, por ello, la injertación se realizó desde las 5:00 a.m. hasta las 8:00 a.m., también en la tarde desde las 5:30 p.m. hasta las 7:00 p.m. Cabe resaltar que esta labor se realizó en la segunda semana de agosto cuya fase lunar estaba alcanzando luna creciente. Primero se prepara en un recipiente con agua el fungicida Para Chupadera (Flutolanil y Captan), con dosis de 4 g en un litro de agua, con el paño se humedeció con el fungicida para luego frotar el patrón la parte a injertarse, se hace el corte de la ventana a los 5 cm del suelo con la cuchilla de injertar previamente desinfectado con el fungicida (Figura 11). Al momento de hacerse el corte la planta comienza a exudar látex es por ello que se pasa otra vez con el paño húmedo para reducir la exudación, luego se pasa paño húmedo a la vara yemera para la extracción de la yema, la misma vara también exuda látex es por ello se pasa otra vez para la disminución de la exudación del látex, se extrae haciendo un corte tipo lengua a la vara de longitud aprox. 3 cm, se abre la ventana y se corta la corteza externa del tallo para luego extraer la yema y pegarlo en el cámbium del tallo (Figura 12), para finalmente taparlo con cinta film (Figura 13).



Figura 11: Injertación, A: Desinfección del patrón, B: Corte de la ventana a los 5 cm. del suelo y desprendimiento del látex. (Fuente: Elaboración propia).



Figura 12: Injertación, A: Limpieza u desinfección del látex, B: Corte de la vara yemera, C: Limpieza de la exudación del látex, D: Extracción de la yema, E: Inserción de la yema en el patrón, F: Encintado con Film. *Fuente:* Elaboración propia.



Figura 13: Injertación, A: Encintado completo del injerto, B: Injertación finalizado. (Fuente: Elaboración propia).

h. Descintado del injerto

Se realizó el descintado a los 21 días después de la injertación (01/09/2021), se utilizó un bisturí y se hizo el corte de la cinta film, luego se hizo la aplicación del fungicida Seal® 80 WP (Fosetil aluminio) con dosis de 2,5 g en un litro de agua contenido en un atomizador con el fin de prevenir los patógenos que atacan después de haber descintado (Figura 14).





Figura 14: Descintado del injerto, A: Descintado del injerto en campo, B: Rompimiento de la cinta film, C: Aplicación de fungicida preventivo Seal@ 80 WP. (Fuente: Elaboración propia).

i. Corte del patrón

Se realizó el corte del patrón a los 8 días después de haber descintado el injerto (09/09/2021), el corte se hizo a los 5 cm superior del parche, en forma de bisel (Figura 15).



Figura 15: Patrón cortado a 5 cm del parche. (Fuente: Elaboración propia).

j. Control fitosanitario post-corte

Luego de haber cortado el injerto, el corte donde se realizó el injerto sirve como entrada para diversos patógenos que pueden perjudicar el desarrollo del patrón, es por ello que se aplicó en ese corte una sola vez el fungicida sistémico llamado Seal® 80 WP (Fosetil aluminio) con dosis de 2,5 g en 1 l de agua y para insectos se aplicó el insecticida Pyrinex® 48 EC (Chlorpyrifos) con dosis de 40 ml. en 20 l de agua semanalmente desde el 09/09/2021 (Figura 16).



Figura 16: Control fitosanitario post-corte. A: Aplicación del fungicida Seal® 80 WP en el corte del patrón, B: Aplicación del insecticida Pyrinex. (Fuente: Elaboración propia).

k. Control de malezas

Se evidenció la presencia de malezas de tipo rastrera y herbácea, se controló de forma mecánica con el machete semanalmente desde el 09/09/2021 (Figura 17).



Figura 17: Control de malezas. (Fuente: Elaboración propia).

1. Presencia de plagas y enfermedades

Se presenció de forma irrelevante fitófagos potencialmente agrícolas, se vio el ataque de grillo en los brotes del injerto, no hubo la presencia de patógenos o síntomas de enfermedades (Figura 18).



Figura 18: Ataque de grillo en el injerto de caucho. (Fuente: Elaboración propia).

2.6.2.3. Evaluaciones registradas

a. Porcentaje de prendimiento (%)

Se evaluó el porcentaje de prendimiento a los 35 días después de la injertación (15/09/2021), para ello se determinó que si el parche seguía verde es porque estaba vivo el injerto (Figura 19), para calcular el porcentaje de prendimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Prendimiento} = \frac{\text{Número de injertos prendidos}}{\text{Número de plantas injertadas}} \times 100$$

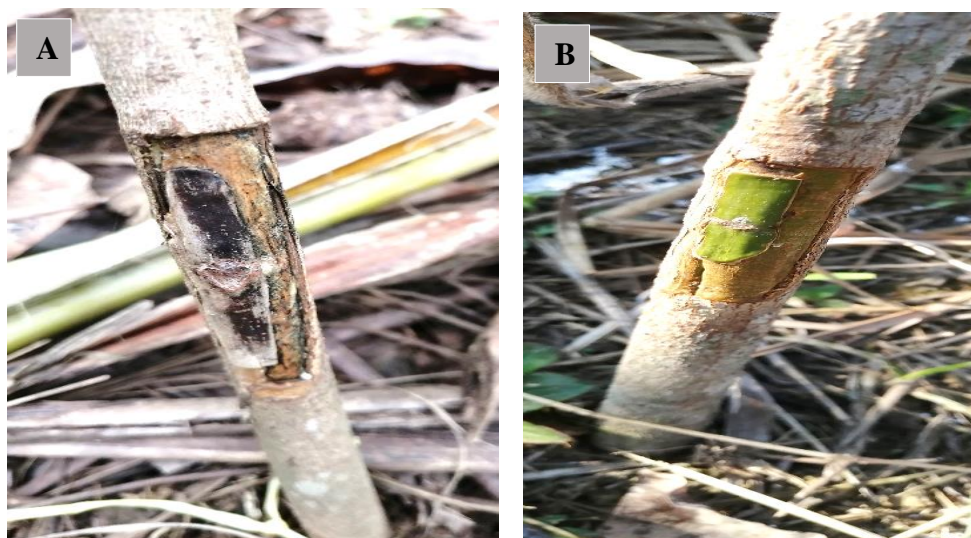


Figura 19: Porcentaje de prendimiento, A: Yema vegetativa muerta, B: Yema vegetativa viva. (Fuente: Elaboración propia).

b. Días a la aparición del primer brote

Se realizó el seguimiento de todos los días a los injertos prendidos, se registró la fecha de cuando el injerto empezó a emitir su primer brote (Figura 20).



Figura 20: Aparición del primer brote. (Fuente: Elaboración propia).

c. Longitud del brote (cm)

Se evaluó a los 60 días después de la injertación (10/10/2021), para ello se utilizó la regla milimetrada y se midió desde la base del injerto hasta la yema apical (Figura 21).



Figura 21: Evaluación de la longitud del brote. (Fuente: Elaboración propia).

d. Diámetro del brote (mm)

Se evaluó a los 60 días después de la injertación (10/10/2021), se midió desde la base o unión del injerto con un vernier digital (Figura 22).



Figura 22: Evaluación del diámetro del brote. (Fuente: Elaboración propia).

e. Número de brotes

Se contabilizó los números de brotes del injerto a los 60 días después de la injertación (10/10/2021) (Figura 23).



Figura 23: Número de brotes. (Fuente: Elaboración propia).

f. Número de hojas

Se evaluó 10 hojas presentes de la parte media del injerto a los 60 días después de la injertación (10/10/2021) (Figura 24).



Figura 24: Número de hojas. (Fuente: Elaboración propia).

g. Área foliar (cm²)

Se evaluó el área foliar de los injertos finalizado el trabajo de tesis (10/10/2021), para ello se extrajo 10 hojas por planta injertada de la parte media del injerto. Luego se dibujó las hojas con un lapicero en una cartulina para luego cortarlas con la tijera, el cálculo de área foliar se realizó primero en cortar un pedazo de cartulina de 10 cm. x 10 cm. (100 cm²) y luego pesarlo en la balanza analítica, entonces se tiene el dato del peso de la cartulina de 100 cm², se pesa uno por uno las hojas recortadas en la balanza analítica, finalmente mediante el uso de la regla de tres simple se calcula el área foliar en cm² en base a su peso en gramos, según la metodología de Avila (2017) (Figura 25).

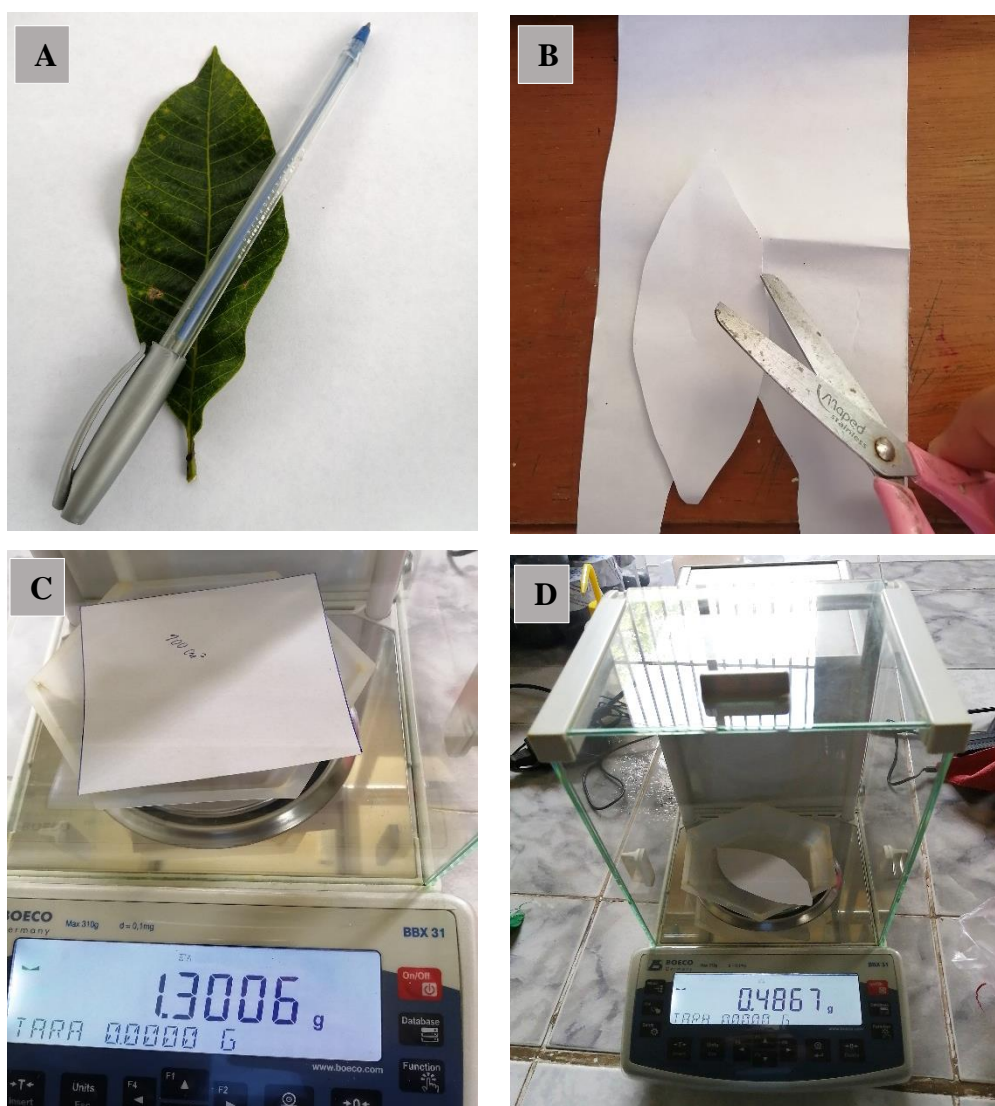


Figura 25: Cálculo de área foliar. A: Dibujo de la hoja en cartulina, B: Corte de la hoja dibujada en la cartulina. C: Peso de 100 cm² de cartulina, D: Peso de la hoja. Fuente: Elaboración propia.

h. Cantidad de clorofila (SPAD)

El contenido de clorofila se realizó a los 60 días después de la injertación (10/10/2021), para ello se usó el equipo Minolta Spad 502 plus, para medir la clorofila se seleccionó 10 hojas de la parte media del injerto a las primeras horas de la mañana (Figura 26).



Figura 26: Medición de clorofila (SPAD). (Fuente: Elaboración propia).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Porcentaje de prendimiento

Tabla 6

Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento. Datos transformados Arcsen \sqrt{X} .

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	3,90	2	1,95	0,20	0,8205	NS
Tratamientos	476,09	4	119,02	12,39	0,0017	**
Error	76,86	8	9,61			
Total	556,84	14				

NS = No significativo, ** = Altamente significativo para $p < 0,05$ y $p < 0,01$

$R^2 = 86 \%$ C.V. = 6,25 % Promedio = 57,78 %

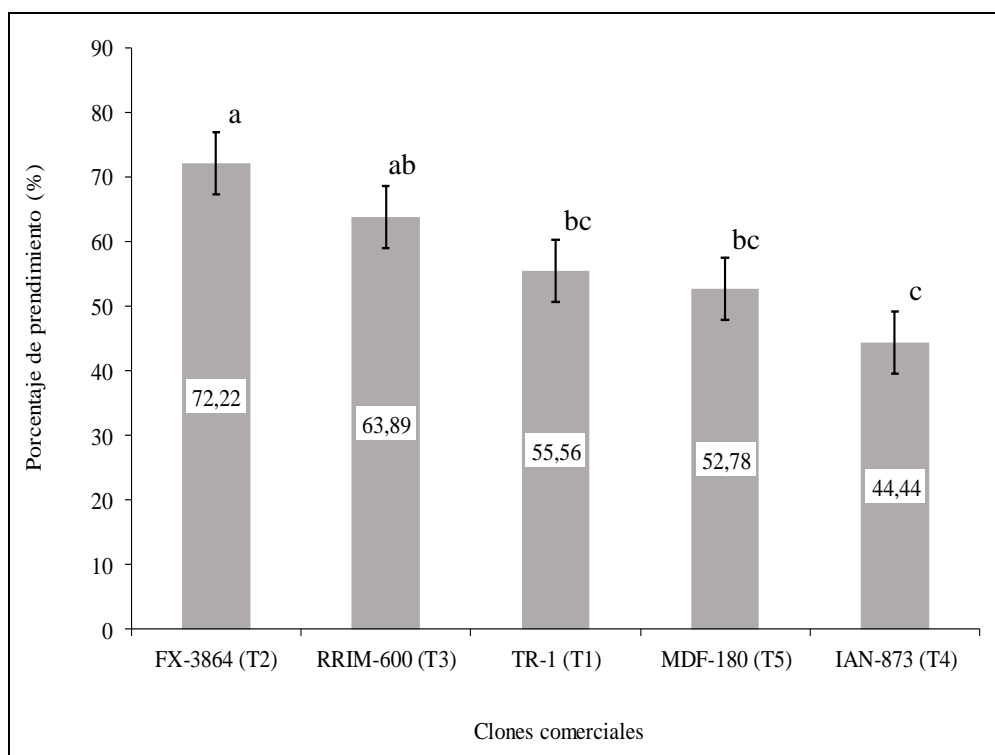


Figura 27: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el porcentaje de prendimiento.

3.1.2. Días a la aparición del primer brote

Tabla 7

Análisis de varianza para días a la aparición del primer brote.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	7,44	2	3,72	0,23	0,7980	NS
Tratamientos	54,29	4	13,57	0,85	0,5335	NS
Error	128,24	8	16,03			
Total	189,98	14				

NS = No significativo

$R^2 = 32\%$

C.V. = 9,99 %

Promedio = 40,06 días

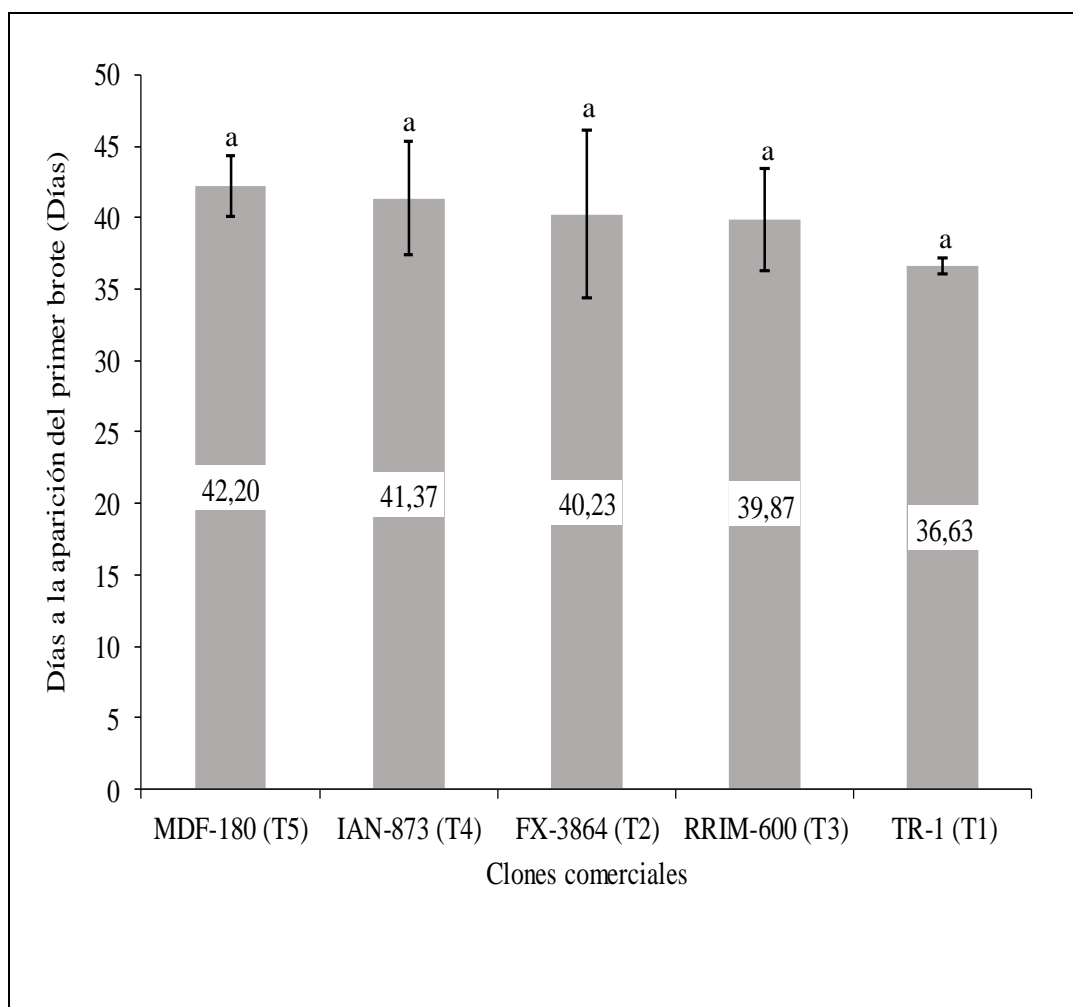


Figura 28: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para días a la aparición del primer brote.

3.1.3. Longitud del brote (cm)

Tabla 8

Análisis de varianza para la longitud del brote (cm.) evaluados a los 60 ddi.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	0,57	2	0,29	0,09	0,9154	NS
Tratamientos	40,78	4	10,20	3,17	0,0774	NS
Error	25,74	8	3,22			
Total	67,10	14				

NS = No significativo, ddi = días después de la injertación

$R^2 = 62 \%$ C.V. = 7,09 % Promedio = 25,30 cm

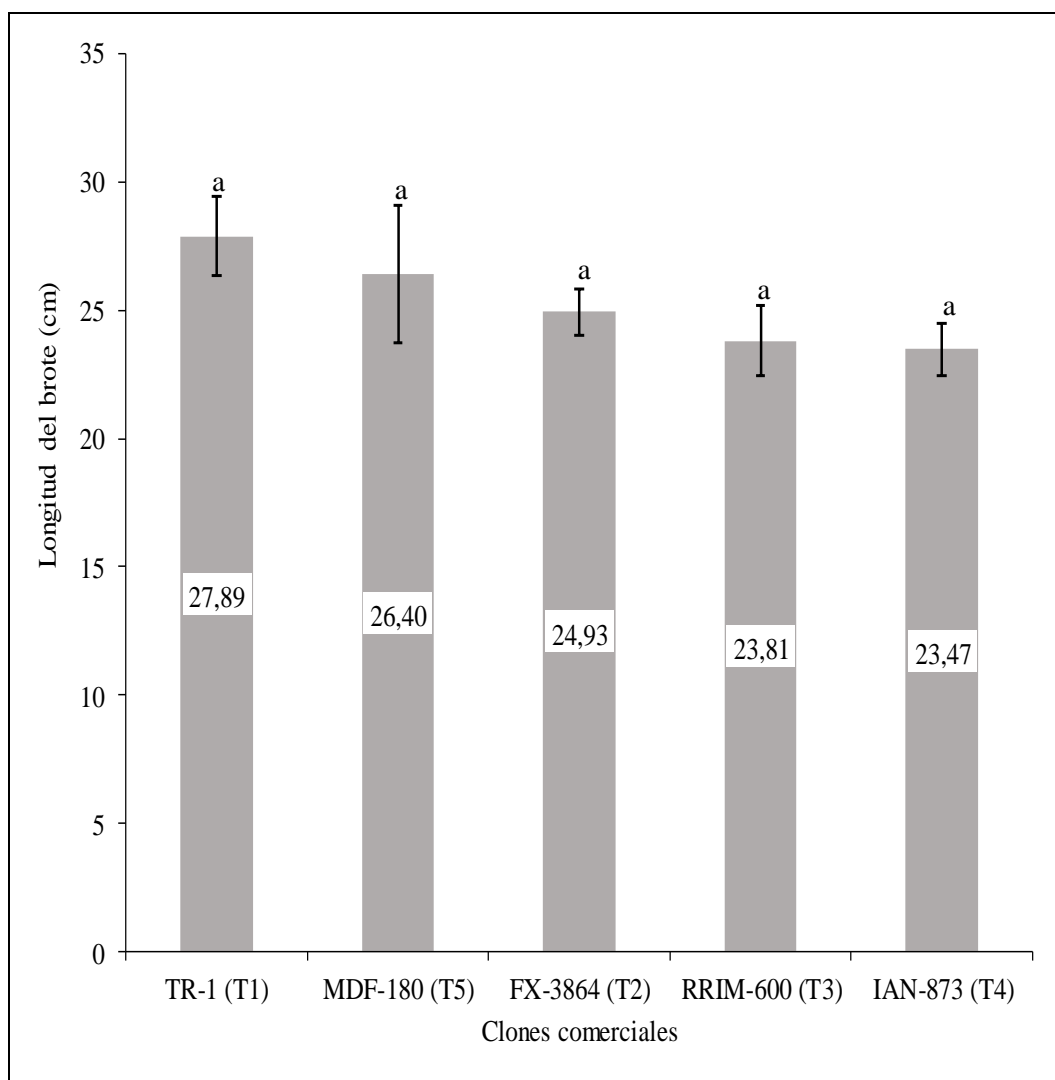


Figura 29: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la longitud del brote (cm) evaluados a los 60 ddi.

3.1.4. Diámetro del brote (mm)

Tabla 9

Análisis de varianza para el diámetro del brote (mm) evaluados a los 60 ddi.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	1,05	2	0,52	1,43	0,2942	NS
Tratamientos	2,92	4	0,73	2,00	0,1881	NS
Error	2,93	8	0,37			
Total	6,90	14				

NS = No significativo, ddi = días después de la injertación

$R^2 = 58 \%$ C.V. = 9,63 % Promedio = 6,28 mm

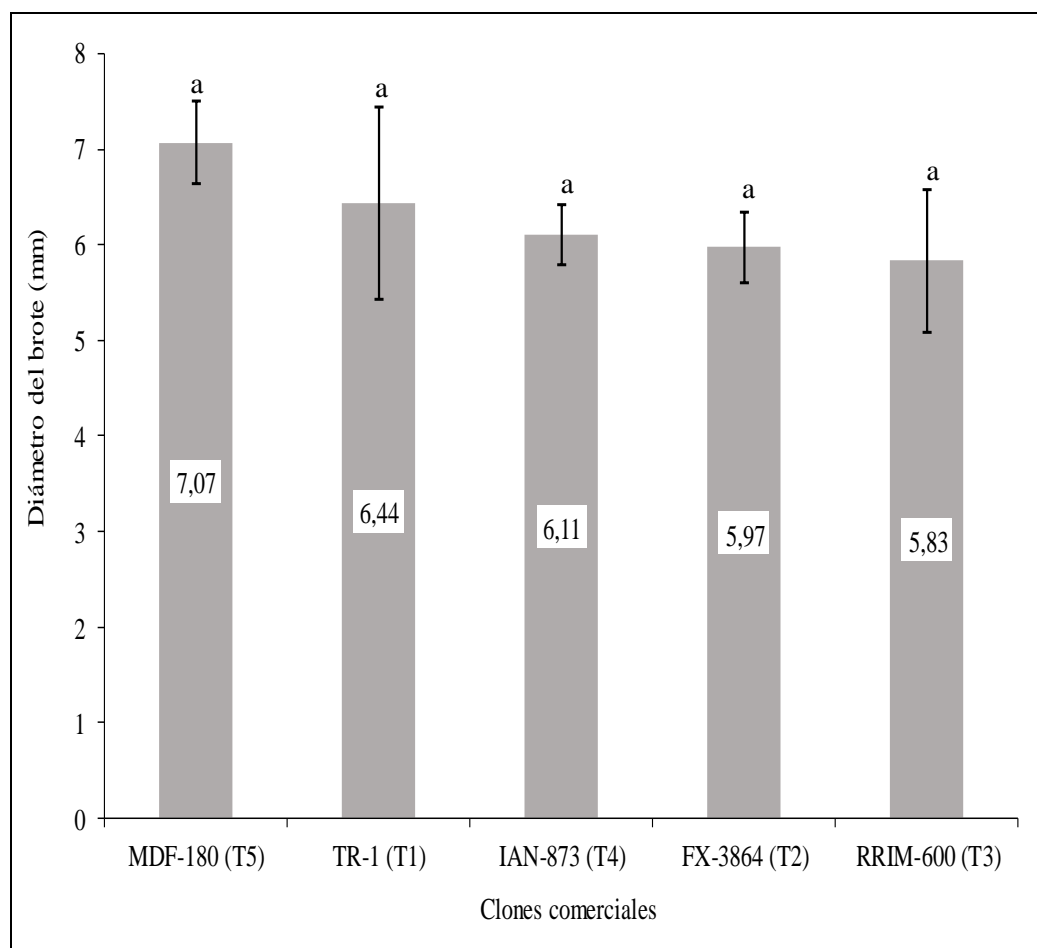


Figura 30: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el diámetro del brote evaluados a los 60 ddi.

3.1.5. Número de brotes

Tabla 10

Análisis de varianza para el número de brotes evaluados a los 60 ddi. Datos transformados $\sqrt{X+1}$

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	0,11	2	0,05	0,64	0,5515	NS
Tratamientos	0,16	4	0,04	0,48	0,7527	NS
Error	0,68	8	0,09			
Total	0,96	14				

NS = No significativo, ddi = días después de la injertación

$R^2 = 29 \%$ C.V. = 10,41 % Promedio = 6,95 brotes

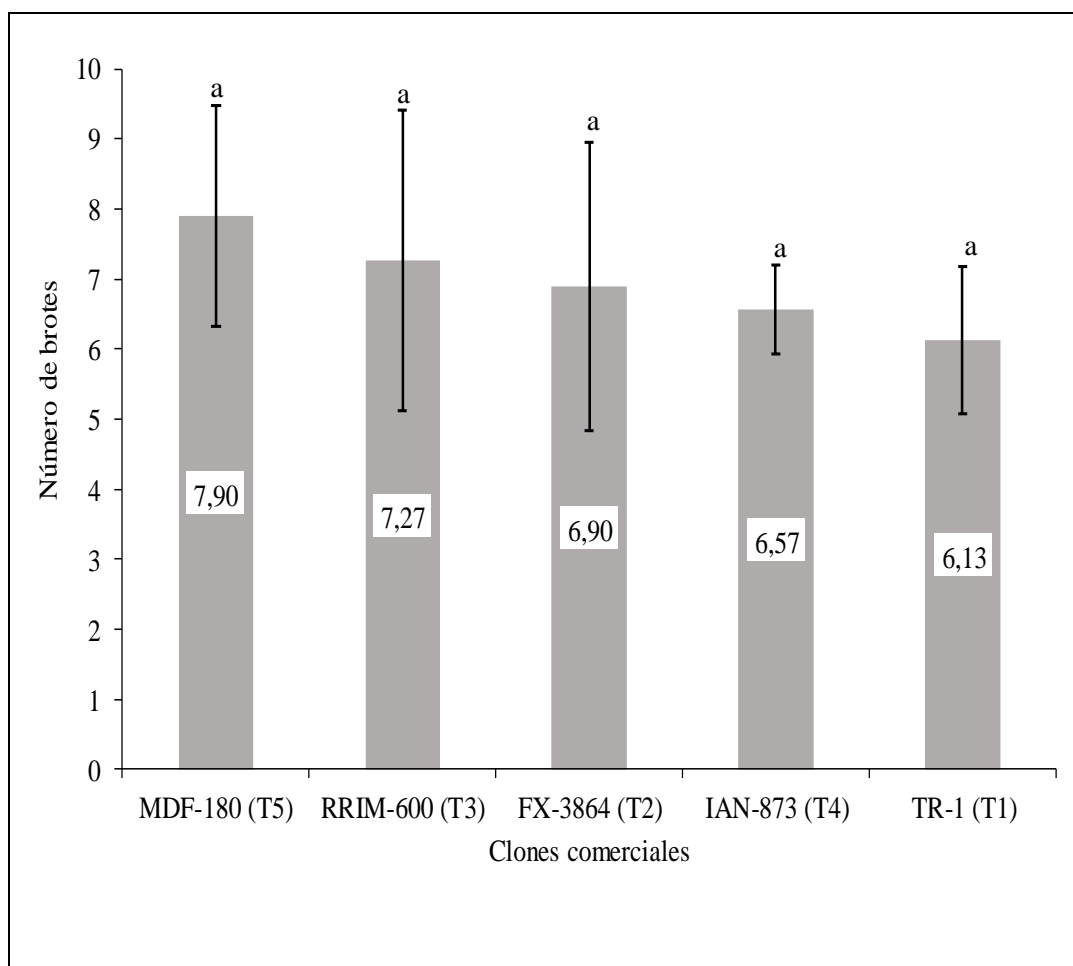


Figura 31: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el número de brotes evaluados a los 60 ddi.

3.1.6. Número de hojas

Tabla 11

Análisis de varianza para el número de hojas evaluados a los 60 ddi. Datos transformados \sqrt{X}

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	0,38	2	0,19	0,64	0,5509	NS
Tratamientos	0,56	4	0,14	0,47	0,7541	NS
Error	2,35	8	0,29			
Total	3,28	14				

NS = No significativo, ddi = días después de la injertación

$R^2 = 28 \%$ C.V. = 11,92 % Promedio = 20,86 hojas

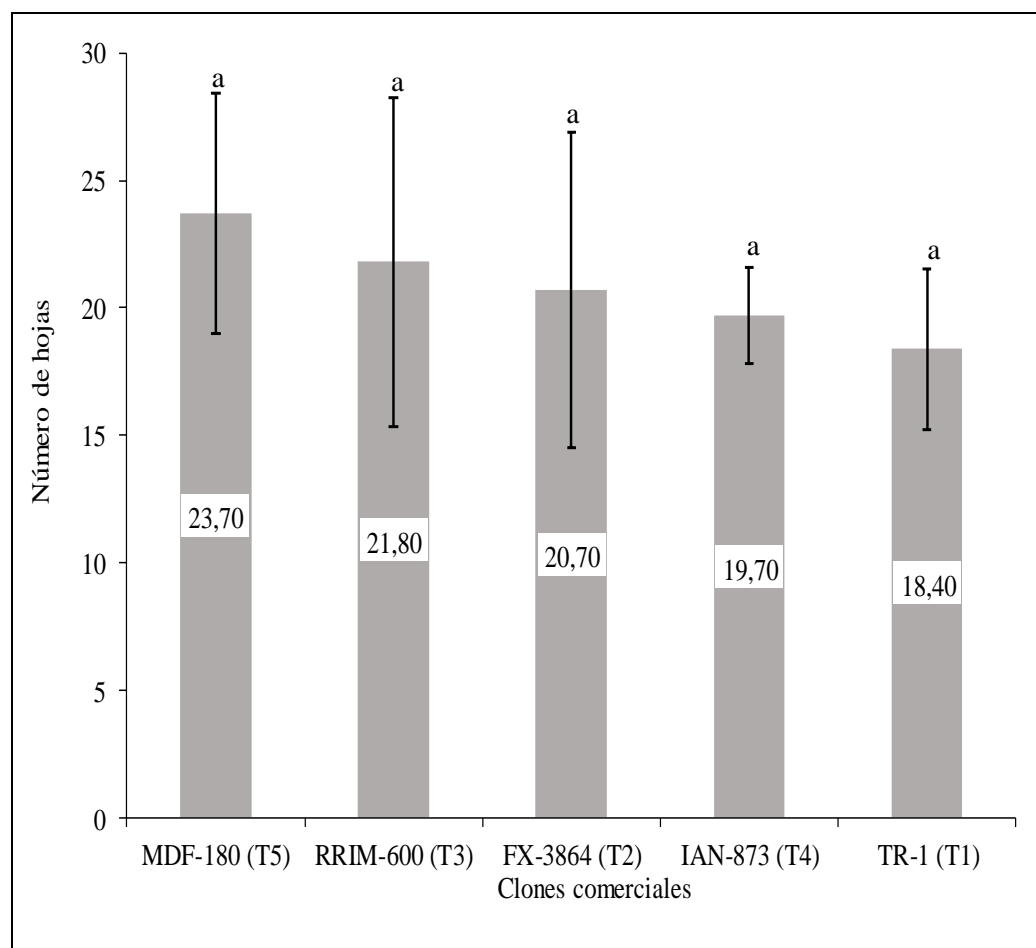


Figura 32: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el número de hojas evaluados a los 60 ddi.

3.1.7. Área foliar (cm²)

Tabla 12

Análisis de varianza para área foliar (cm²) evaluados a los 60 ddi.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	21,98	2	10,99	0,41	0,6790	NS
Tratamientos	1469,66	4	367,42	13,59	0,0012	**
Error	216,31	8	27,04			
Total	1707,96	14				

NS = No significativo, ** = Altamente significativo para $p < 0,05$ y $p < 0,01$, ddi = días después de la injertación

$R^2 = 87 \%$

C.V. = 11,51 %

Promedio = 45,17 cm²

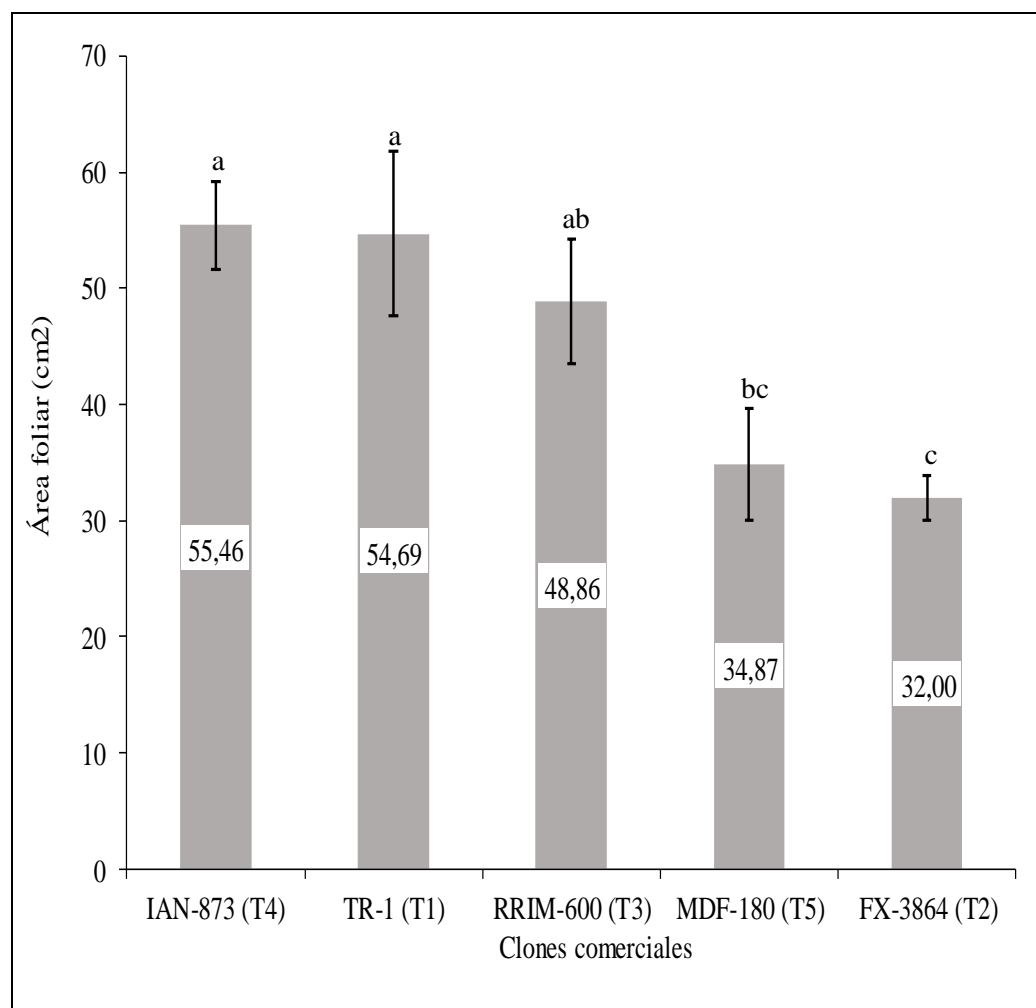


Figura 33: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para área foliar (cm²) evaluados a los 60 ddi.

3.1.8. Cantidad de clorofila (SPAD)

Tabla 13

Análisis de varianza para la cantidad de clorofila (SPAD) evaluados a los 60 ddi.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Sign.
Bloques	0,80	2	0,40	0,29	0,7533	NS
Tratamientos	759,55	4	189,89	139,80	0,0001	**
Error	10,87	8	1,36			
Total	771,21	14				

NS = No significativo, ** = Altamente significativo para $p < 0,05$ y $p < 0,01$, ddi = días después de la injertación

$R^2 = 99 \%$ C.V. = 2,91 % Promedio = 39,98 SPAD

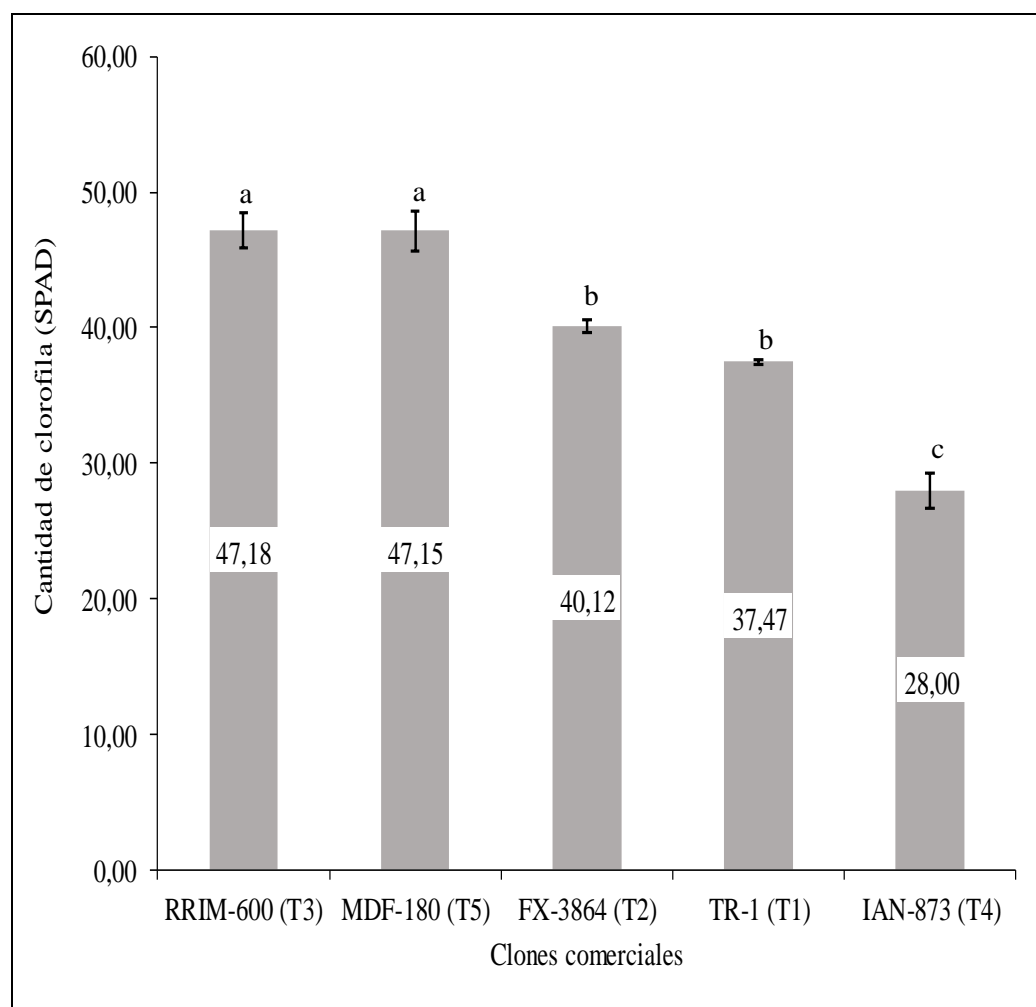


Figura 34: Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la cantidad de clorofila (SPAD) evaluados a los 60 ddi.

3.2. Discusión

3.2.1. Porcentaje de prendimiento

En la Tabla 6 del análisis de varianza para datos transformados \sqrt{X} , muestra que no existe diferencia significativa para bloques, pero sí existe diferencia altamente significativa para los tratamientos al 5 % y 1 % de probabilidad. El coeficiente de determinación resalta un 86 %, lo que significa que los clones comerciales de caucho han sido influyentes en el porcentaje de prendimiento o también se puede decir que el 86 % de la variable clones comerciales ha interferido en la variabilidad del experimento y solo el 14 % interfirió otros factores que no se pudieron controlar durante el proyecto de tesis (Gutiérrez y De La Vara, 2012); el coeficiente de variabilidad arroja 6,25 %, que viene a ser bajo, mientras el C.V. se encuentre menor significa que los datos obtenidos en la investigación son aceptables porque demuestran confiabilidad (Reyes, 2010).

En la Figura 27, los resultados de la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el porcentaje de prendimiento muestra que el T2 (FX-3864) y T3 (RRIM-600) son los que alcanzaron los más altos porcentajes de prendimiento con 72,22 % y 63,89 % respectivamente, a la vez son iguales estadísticamente y difieren al resto de los tratamientos, la T1 (TR-1) y T5 (MDF-180) son iguales estadísticamente con promedio de 55,26 % y 52,78 % respectivamente en cambio la T4 (IAN-873) fue el que tuvo menor porcentaje de prendimiento con 44,44 %.

Los resultados obtenidos con respecto a los clones T1, T5 y T4 son parecidos a Cachique *et al.* (2018) en el cultivo sacha inchi (familia euphorbiaceae), alcanzaron hasta un 57 % de prendimiento. El porcentaje de prendimiento del T3 fue de 63,89 %, cuyo resultado es casi semejante con Khotcharat *et al.* (2016), demostraron que este clon tiene en sus características genéticas un buen prendimiento. Los resultados obtenidos de Antwi-Wiredu *et al.* (2018), se asemejan con el presente estudio al presentarse diferencias estadísticas significativas entre clones. Según las pruebas estadísticas existe diferenciación con la variable prendimiento, esto se debe a las características genotípicas de cada clon y al mismo tiempo estos resultados de prendimiento son interactuados con otros factores que son las condiciones agroecológicas del lugar (Gonçalves y Marques, 2008); se presenta incompatibilidad en el T4, T5 y T1 por tener bajo prendimiento y esto se debe a que no

hubo una buena conexión del parche con el cambium del patrón (Pina, 2008), y esto pudo ser causado por las condiciones ambientales (Flores, 2015). Vázquez-Zavaleta (2020) menciona en su trabajo de investigación, que en especies forestales no se alcanza mucho el porcentaje de prendimiento, llegando como máximo el 67 %. Así mismo, Gamboa (2015), en su estudio de clones de cacao (especie forestal) menciona que existen diferencias numéricas de porcentaje de prendimiento entre clones de cacao de 10 % a 15 % de prendimiento, esa diferencia es parecido a lo que se ha obtenido en el presente estudio. Esto demuestra que sí se puede propagar de forma asexual la especie de *Hevea brasiliensis* (Vallejos *et al.*, 2021).

3.2.2. Días a la aparición del primer brote

La Tabla 7 de análisis de varianza para días a la aparición del primer brote muestra que no existen diferencias significativas para bloques y tratamientos al 5 % de probabilidad, por ende, todos los tratamientos o clones son iguales en días a la aparición del primer brote por lo que rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

El coeficiente de determinación arroja un 32 %, es un valor bajo pero explicable, Gutiérrez y De La Vara (2012) mencionan que, si el coeficiente de determinación mide la variabilidad de los resultados en consideración a la variable estudiada y si el valor es más cercano a la unidad, muestra dependencia a los tratamientos. En este caso los clones comerciales de caucho solo influyeron un 32 % en los días a la aparición del brote y lo restante que es un 68 % influyeron variables que no se pudieron controlar. El coeficiente de variabilidad muestra 9,99 % significa que los datos presentan poca variabilidad lo cual también se expresa también que hubo mayor homogeneidad en los datos obtenidos del campo y según Calzada (1982) indica que los datos del coeficiente de variabilidad se encuentran dentro de los rangos de aceptación para trabajos en campo.

En la Figura 28, la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para días a la aparición del primer brote muestra que el T5 (MDF-180) presenta el mayor promedio de días en aparecer el brote esto significa que se tarda mucho en emitir su primer brote con 42,20 días, al mismo tiempo es idéntico estadísticamente a los demás clones, pero numéricamente diferente, variando pocos días. El T1 (TR-1) ocupa el más bajo de todos los tratamientos con datos promedios de 36,63 días, pero también significa que no tarda mucho en aparecer el brote.

Esto demuestra que entre clones no hubo relevancia en quien tarda o quien se apresura en emitir su brote, porque hay veces que la variable días no siempre es característico propio del clon u genotipo, siendo su repuesta en pocas veces semejantes o similares, debido a que interviene muchos factores que lo condicionan como son el estado fisiológico de la vara, variabilidad climática, porta-injerto, presencia de plagas y enfermedades (Sterling & Correa, 2010; Torres, 1999; Batagalia *et al.*, 1999; Figueiredo & Cardoso, 2008; Gonçalves y Marques, 2008).

3.2.3. Longitud del brote (cm)

Según la Tabla 8 del análisis de varianza para la longitud del brote (cm) evaluados a los 60 días muestran que no existe diferencias significativas para los bloques al $p < 0,05$; también no existe diferencias significativas para los tratamientos al 5 % de probabilidad. El coeficiente de determinación muestra un 62 %, esto quiere decir según Gutiérrez y De La Vara (2012) que la longitud de brotes no muestra dependencia a los clones comerciales o tratamientos, expresado de otra forma, la variabilidad de los resultados en la longitud de brote (cm) indica que solo el 62 % es explicado por los clones comerciales y el 38 % son de otros factores. Las condiciones climáticas que se muestran en la Tabla 5, son condiciones no aptas para el buen crecimiento y desarrollo de caucho, durante la fase de ejecución del proyecto debido a que la temperatura máxima fue de 33,73 °C y el caucho requiere menor o igual de 30 °C para su desarrollo si sobrepasa esa temperatura ocurre un estrés fisiológico en la planta injertada provocando un retardo en el crecimiento, lo mismo sucede con la precipitación, es muy bajo resultando 72,83 mm/mensual; las características edáficas en la parcela experimental descritos en la Tabla 4 indican buenas condiciones para las plantas por lo que no se considera un factor de interferencia (Palencia, 2000). Velarde *et al.* (2010) aportan que la planta de caucho es sensible a la falta de agua debido a la circulación del látex, un buen equilibrio hídrico en el suelo y en el aire da buena circulación de la savia bruta y elaborada.

El coeficiente de variabilidad muestra 7,09 % en la presente tesis, es un coeficiente bajo y a la vez representa que los valores obtenidos en campo son aceptables, presenta baja variabilidad de los resultados y homogeneidad (Calzada, 1982). Mientras más bajo sea el coeficiente de variación hay mayor confiabilidad de los datos conseguidos (Reyes, 2010). En la Figura 29 de la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la longitud del brote (cm) evaluados

a los 60 días después de la injertación, muestra que todos los clones comerciales son iguales estadísticamente con media general de 25,30 cm. El clon que más sobresalió fue el TR-1 con 27,89 cm, siendo el mejor tratamiento en altura, el más bajo fue el IAN-873 con 23,47 cm y los demás clones (T5, T2 y T3) se mantienen con promedios de 26,40 cm, 24,93 cm y 23,81 cm siendo estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes.

Los resultados presentes del clon IAN-873 tienen similitud con Sterling *et al.* (2015), debido a que el clon FX-4098 (clon parecido a FX-3864) tiende a superar al clon IAN-873, dicha superioridad es de 1 m, lo mismo sucedió en el presente proyecto de investigación, dicha atribución puede deberse a diversos factores entre ellos el factor genético, así mismo, Santiago *et al.* (2014) indican que las características de longitud o altitud de un clon puede alterarse al lugar en donde crecen. Algunas veces no existen diferencias estadísticas en la longitud del brote o altura, lo mismo menciona Molina-Quesada *et al.* (2019), explican que la variable longitud (cm) en clones no se encuentran mucha variabilidad. Lo mismo mencionan Khotcharat *et al.* (2016), que en el desarrollo de clones de caucho puede no existir mucha diferencia, debido a las condiciones ambientales y otros factores que modifican el crecimiento (Gonçalves y Marques, 2008)

3.2.4. Diámetro del brote (mm)

En la Tabla 9 de análisis de varianza para el diámetro del brote (mm) evaluados a los 60 días, muestra que no existe diferencias significativas entre bloques y tampoco en los tratamientos con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). El coeficiente de determinación o coeficiente de correlación arroja 58 %, esto demuestra que no hubo dependencia del diámetro del brote (mm) hacia los clones comerciales, debido a que no se encuentra cerca a la unidad (Gutiérrez y De La Vara, 2012), al mismo tiempo se describe que los clones comerciales de caucho influyen un 58 % en el diámetro del brote a solo 60 días después de la injertación y lo restante que es 42 % por otros factores, estos factores se consideran que fueron las condiciones ambientales, aquellos que no se pudieron controlar, la Tabla 5 reporta que durante los meses de ejecución hubo condiciones muy inestables en el lugar de la experimentación, la temperatura máxima alcanzó 33,73 °C, baja precipitación de 72,83 mm y humedad relativa de 83,5 %, estos valores no son adecuados para el desarrollo de caucho (Velarde *et al.*, 2010); sin embargo, el contenido nutricional del suelo en la Tabla 4 presentan valores normales según Palencia (2000) por lo que no interfirieron de forma

relevante. De alguna manera las condiciones climáticas logran interferir en la variabilidad genética de cada clon mostrando no significancia entre ellos (Gonçalves y Marques, 2008).

El coeficiente de variación muestra 9,63 %, esto muestra que los datos recolectados de campo con respecto al diámetro no fueron muy variables y presentan homogeneidad, algunos autores como Calzada (1982) menciona que en campo no debe de exceder del 30 % por lo tanto, los valores son aceptables, no obstante, Reyes (2010) indica que, si el coeficiente de variabilidad es bajo, demuestra que existió mayor confiabilidad al momento de la toma de datos. Según el ANVA muestra que existió en promedio general 6,28 mm en diámetro para todos los tratamientos. En la Figura 30 de la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el diámetro del brote evaluados a los 60 días, muestra que el T5 (MDF-180) tuvo el más alto promedio, pero al mismo tiempo no presenta diferencias significativas a los demás tratamientos, el que tuvo un menor diámetro fue el T3 (RRIM-600) con 5,83 mm, la T1 (TR-1), T4 (IAN-873), T2 (FX-3864) muestran promedios casi parecidos con 6,44 mm, 6,11 mm y 5,97 mm respectivamente. El diámetro en plantas de caucho injertadas a los dos meses puede no presentar diferencias estadísticas significativas por interactuar con factores no controlables (Helilinawati *et al.*, 2019; Santiago *et al.* (2014); Cardinal *et al.* (2007), lo mismo es indicado por Khotcharat *et al.* (2016) que la existencia de otros factores que pudieran influenciar dicho comportamiento.

3.2.5. Número de brotes

En la Tabla 10 de análisis de varianza para el número de brotes evaluados a los días con datos transformados $\sqrt{X+1}$, se describe que no existe diferencia significativa para los bloques ni tampoco para los tratamientos al 5 % de probabilidad entonces se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, por lo que ninguno de los clones comerciales presenta diferencias estadísticas en número de brotes evaluados a los 60 días después de la injertación. El ANVA arroja un coeficiente de determinación de 29 %, es un R^2 bajo, pero se da a entender, que no hubo dependencia de la variable número de brotes con la variable de clones comerciales porque mientras más cercano este el R^2 o r a la unidad más es la influencia de la variable de estudio, pero al mismo explica la variabilidad de respuesta en referencia al número de brotes corresponde solo un 29 % de relevancia en el diseño estadístico a emplearse y la diferencia que es el 71 % dependió de otros factores (Gutiérrez y De La Vara, 2012). Los factores que influyeron de forma drástica fueron las condiciones ambientales, Gonçalves y Marques (2008) indica que los clones tienen sus propias

características genéticas, pero estas no se expresan fenotípicamente del todo cuando interactúan con factores ambientales y esto es corroborado por Velarde *et al.* (2010), indican que pueden variar el crecimiento y desarrollo del caucho cuando no existen las condiciones adecuadas, dichas condiciones en la Tabla 5 de datos climáticas indican que no fueron muy apropiados en cambio las condiciones edáficas de la Tabla 4 en el estudio fueron buenas y no se le consideran un factor de interferencia porque el cultivo de caucho es adaptable a estas condiciones de suelo.

El coeficiente de variabilidad muestra 10,41 %, esto significa que los datos recolectados fueron variables, según Calzada (1982) menciona que se encuentra dentro del rango debido a que es menor del 30 % por lo tanto, los datos son aceptables. Reyes (2010) menciona que si el coeficiente de variabilidad es menor significa que hubo una excelente confiabilidad en los datos conseguidos de campo y que hubo una repuesta homogénea en los datos referente al número de brotes. Se tuvo en promedio de todos los tratamientos estudiados 6,95 brotes. Se describe la Figura 31 en la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el número de brotes evaluados a los 60 días que todos los tratamientos son estadísticamente iguales habiendo variaciones numéricas. El mayor número de brotes fue el T5 (MDF-180) con 7,90 brotes siendo el último tratamiento el T1 (TR-1) con 6,13 brotes, y el intervalo entre los dos tratamientos fueron la T3 (RRIM-600), T2(FX-3864) y T4 (IAN-873) con 7,27, 6,90 y 6,57 brotes respectivamente.

Antwi-Wiredu *et al.* (2018) explican que al hacer un comparativo entre clones de caucho, encontraron en sus resultados de números de brotes que no presentan diferencias estadísticas, siendo la diferencia numérica de un brote entre clones, siendo en el presente estudio lo mismo. Sterling & Correa (2010) indican que no siempre existe variabilidad entre los clones de caucho con respecto al desarrollo ya que interviene factores no controlables como el clima y esto causa un estrés en la planta, por lo que el desarrollo se vuelve lento, mostrando poca variabilidad en la morfología.

3.2.6. Número de hojas

En la Tabla 11, de análisis de varianza para el número de hojas evaluados a los 60 días con datos transformados \sqrt{X} , indica que no existe diferencia significativa entre bloques y también para los tratamientos con la prueba Tukey al $p < 0,05$. Por lo tanto, se rechaza la

hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, esto significa que todos los clones comerciales de caucho presentan igual número de hojas y que ninguno es diferente estadísticamente. El coeficiente de determinación arroja 28 %, esto significa que solo el 28 % de la variación de los resultados (número de hojas) dependen de los clones comerciales y el 72 % corresponde a otros factores (Gutiérrez y De La Vara, 2012).

Estos factores son aquellos que no se pueden controlar como las condiciones climáticas, esto tiene relación con lo que menciona Velarde *et al.* (2010), indica que las plantas caucho instaladas en campo deben tener ciertas condiciones medioambientales para su buen crecimiento y desarrollo pero durante la ejecución del proyecto de tesis no se tuvo porque según los valores climáticos de la Tabla 5, no corresponden al buen desarrollo de las plantas de caucho porque las plantas deben tener temperaturas no mayores a 30 °C y precipitaciones de 166,7 mm /mensual, no obstante, las condiciones físicas y químicas del suelo de la Tabla 4, son condiciones buenas para el cultivo de caucho, por lo que esta variable no hubo interferencia durante el estudio según Palencia (2000). El ANVA muestra el coeficiente de variabilidad de 11,92 %, esto muestra que los datos obtenidos presentan variabilidad, dicha variabilidad es afectado como se mencionó anteriormente por las condiciones climáticas del experimento, pero también significa que los datos están dentro del rango de aceptación para trabajos en campo (Calzada, 1982).

El promedio general de todos los tratamientos fue 20,86 hojas, en la Figura 32 sobre la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el número de hojas evaluados a los 60 días, se explica que todos los tratamientos en estudio son estadísticamente iguales pero variando numéricamente, el más alto en promedio fue el T5 (MDF-180) con 23,70 hojas y el menor fue el T1 (TR-1) con 18,40 hojas, teniendo entre los valores medios el T3 (RRIM-600), T2 (FX-3864) y T4 (IAN-873) con 21,80, 20,70 y 19,70 hojas consecutivamente. Los resultados son casi similares con Helilinawati *et al.* (2019), encontrando que no existen diferencias estadísticas después de la injertación con respecto a número de hojas debido a otros factores, esto también es corroborado por Khotcharat *et al.* (2016).

3.2.7. Área foliar (cm²)

La Tabla 12 de análisis de varianza para área foliar evaluados a los 60 días indica que no hubo diferencia significativa entre bloques, pero sí hubo diferencias altamente

significativas para los tratamientos tanto al 5 % y 1 % de probabilidad. Lo que quiere decir que al menos uno de los clones comerciales es diferente al resto. El coeficiente de determinación arroja 87 %, este valor se aproxima a la unidad (coeficiente de correlación) y mientras más se aproxima mayor será la dependencia a la variable estudiada (clones comerciales), en este caso muestra que sí existe dependencia de la variable área foliar con los clones comerciales, pero también describe que solo el 87 % de la variabilidad de los resultados corresponde al tratamiento de clones comerciales y la diferencia que es 13 % es influenciado por otros factores (Gutiérrez y De La Vara, 2012).

El coeficiente de variabilidad indica 11,51 %, el valor se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo, por lo que son confiables y aceptables (Calzada, 1982). El promedio general de todos los tratamientos es 45,17 cm², en la Figura 33 indica que la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para área foliar evaluados a los 60 días, que el T4 (IAN-873), T1 (TR-1) y T3 (RRIM-600) son estadísticamente iguales con promedios de 55,46 cm², 54,69 cm² y 48,86 cm² respectivamente y difieren al T3 (RRIM-600) y T5 (MDF-180) con promedios de 48,86 cm² y 34,87 cm² consecutivamente, el menor valor lo obtuvo el T2 (FX-3864) con 32,00 cm². El clon IAN-873 posee la mayor área foliar, este resultado se asemeja con Sterling *et al.* (2015), mencionan que este clon es el que tiene un buen desarrollo foliar y el que mayor se adapta. En cambio, el clon RRIM-600 presenta no diferencias estadísticas significativas con MDF-180, estos resultados explican Khotcharat *et al.* (2016) que no encontraron diferencias estadísticas con respecto al clon RRIM-600 al comparar con otros clones; existe variabilidad según las pruebas estadísticas empleadas y esto es porque los clones u genotipos lograron manifestar sus características genotípicas a pesar de haber interactuado con las condiciones climáticas, lo anterior explicado es corroborado por Sterling & Correa (2010).

3.2.8. Cantidad de clorofila (SPAD)

En la Tabla 13 de análisis de varianza para la cantidad de clorofila (SPAD) evaluados a los 60 días, muestra que no existe diferencia significativa para bloques, pero sí presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos tanto al $p < 0,05$ y $p < 0,01$; esto significa que al menos uno de los clones comerciales es diferente al resto. El coeficiente de determinación arroja 99 %, es un valor alto que explica la variabilidad de los resultados con respecto a la cantidad de clorofila (SPAD), significa que el 99 % de la

variable respuesta se explica por los clones comerciales y el resto por otros factores que fue el 1 %, al mismo tiempo muestra dependencia de la cantidad de clorofila hacia los clones comerciales, el valor del coeficiente de determinación o correlación mientras más cercano esté a la unidad, más existirá influencia de la variable independiente (clones) sobre la variable respuesta (Gutiérrez y De La Vara, 2012). El coeficiente de variabilidad indica 2,91 %, es un valor bajo que explica la variabilidad de la toma de datos, en este caso los valores no variaron mucho y no se encuentran dentro del rango aceptable para trabajos en campo (Calzada, 1982) pero si el valor del coeficiente de variabilidad se encuentra en un bajo porcentaje significa que hubo buena confiabilidad de los datos al momento de la evaluación (Reyes, 2010).

La Figura 34 de la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la cantidad de clorofila (SPAD) evaluados a los 60 días indica que la mayor cantidad de clorofila corresponde al T3 (RRIM-600) con 47,18 SPAD siendo estadísticamente iguales con el T5 (MDF-180) cuyo valor es 47,15 SPAD, ambos difieren estadísticamente a los demás tratamientos, el T2 (FX-3864) es estadísticamente igual con el T1 (TR-1) con promedios de 40,12 SPAD y 37,47 SPAD respectivamente, el T4 (IAN-873) es el último tratamiento con bajo contenido de clorofila con 28,00 SPAD. La fotosíntesis es un proceso físico-químico que engloba muchas variables para su funcionamiento, pero dicho proceso es influenciado por muchos factores entre ellos la cantidad de agua, las horas luz, el estado fisiológico de la planta, dióxido de carbono, cantidad de clorofila, edad de la planta; no obstante, existe un factor muy poco conocido que no se considera mucho y es el factor genético, este factor interviene de forma directa en el funcionamiento de la fotosíntesis debido a que existen muchas especies de plantas que actúan o rinden de forma eficiente la fotosíntesis (Carril, 2011), el clon IAN-873 presenta poca cantidad de clorofila por lo que su obtención de energía es menor, el clon RRIM-600 tiene buena cantidad de clorofila y al mismo tiempo muestra un buen funcionamiento de la fotosíntesis, tal como lo indican Khotcharat *et al.* (2016), lo que conlleva a decir que estos clones o algunos de ellos desempeñan la fotosíntesis de manera diferente (Sterling *et al.*, 2015). Según los datos climáticos de la Tabla 5, indica que son mejores condiciones para que el clon IAN-873 tenga un mejor contenido de clorofila; así mismo, Gonçalves y Marques (2008) indican que el desarrollo de los clones de caucho está relacionado con las condiciones ambientales, haciéndolo variar; pero no solo es las condiciones climáticas, también la presencia de plagas y enfermedades, variación en el contenido nutricional de los suelos, patrones desconocidos, adaptabilidad, etc. (Batagalia *et al.*, 1999; Figueiredo & Cardoso, 2008; Ng *et al.*, 1982).

CONCLUSIONES

- Los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de prendimiento fue el T2 (FX-3864) con 72,22 % y el T3 (RRIM-600) con 63,89 %, sin embargo, el que obtuvo el más bajo prendimiento fue el T4 (IAN-873) con 44,44 %, mostrando variabilidad clonal en el cultivo de caucho.
- El tratamiento que más tardó en aparecer su primer brote fue el T5 (MDF-180) con 42,20 días, pero el tratamiento que más se apresuró en emitir el primer brote fue el T1 (TR-1) con 36,63 días, no obstante, el T5 (MDF-180) tuvo las mejores características morfológicas en el diámetro del brote, número de brotes, número de hojas con valores de 7,07 mm, 7,90 brotes y 23,70 hojas respectivamente, pero el que tuvo mayor longitud del brote fue el T1 (TR-1) con 27,89 cm, sin embargo el T4 (IAN-873) tuvo la mayor área foliar con 55,46 cm².
- El que se desempeña mejor en la cantidad de clorofila u fotosíntesis fue el T3 (RRIM-600) con 47,18 SPAD, este clon muestra buena adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de Caynarachi.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el clon FX-3864 y RRIM-600 para obtener un buen porcentaje de prendimiento bajo las condiciones agroecológicas de Caynarachi.
- Realizar trabajos de investigación considerando el factor fases lunares, tipos de injertos, productos antiestresantes y diferentes épocas del año para poder determinar si de alguna manera logran incrementar el porcentaje de prendimiento de estos clones a pesar de sus características genotípicas, también promover la propagación clonal del caucho con diferentes métodos de propagación asexual con el fin de preservar estos clones que son productivos y resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo de los clones comerciales en el tiempo para verificar si existen diferencias estadísticas entre estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, C. y Santoyo, V. (2013). *El cultivo de árbol del hule (Hevea brasiliensis Muell Arg.): avances y retos en la gestión de la innovación*. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Abugattas, C. y Carnero, G. (2020). *Investigación sobre la realidad del caucho en desuso en Perú comparándolo con otros países*. (Tesis para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.
- Álvarez, H. (2019). *Injertación en frutales: contribución en fisiología vegetal*. Jaén, Perú: Universidad Nacional De Jaén.
- Antwi-Wiredu, A., Amiteye, S., Diawuoh, R. y Klu, G. (2018). Ex Vitro Propagation of Rubber Tree (*Hevea Brasiliensis*) using Stem Cuttings. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(3), 846-854.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. 6° ed. Caracas, Venezuela: Episteme.
- Avila, H. (2017). *Comparativo de tres abonos foliares convencionales en el crecimiento y desarrollo de plántones de café (Coffea arabica), usando la variedad catimor bajo condiciones de vivero en el distrito de Shunté, provincia de Tocache*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional De San Martín, Tarapoto, Perú.
- Bataglia, O. & Santos, W. (1999). Efeitos da adubação NPK na fertilidade do solo, nutrição e crescimento da seringueira. *Revista brasileira de ciência do solo*, 23(4), 881-890.
- Box, G. & Hunter, W. (1989). *Estadística para investigadores: Introducción al diseño de experimentos, análisis de los datos y construcción de modelos*. U.S.A.: Reverté, S.A.
- Cardinal, Á.; Gonçalves, P. & Martins, A. (2007). Stock-scion interactions on growth and rubber yield of *Hevea brasiliensis*. *Scientia Agricola*, 64(3), 235-240.
- Cachique, D.; Ruiz, H.; García, M.; Arévalo, L. and Kodahl, N. (2018). Vegetative propagation of the underutilized oilseed crop sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(7), 2027-2036.
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. 5° ed. Lima: Milagros.

- Carril, E. (2011). Fotosíntesis: aspectos básicos. *Reduca (Biología)*, 2(3), 1-47.
- Echeverri, J. (2013). *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Espiau, M.; Gil, C.; Fustero, R. & Errea, P. (2012). *Propagación de frutales por injerto. III Jornadas de la Red de Semillas de Aragón. 4 y 5 de Febrero de 2012. Ainsa (Huesca)*. Aragón: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.
- Figueiredo, M. & Cardoso, M. (2008). Desempenho de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas. *Pesquisa Agropecuaria*, 43(11), 1495-1500.
- Flores, J. (2015). *Manejo de cultivos que se desarrollan en agricultura protegida y de precisión*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Food and agricultura organization of the united nations [FAO] (2018). FAOSTAT. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Gamboa, R. (2015). *Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (Theobroma cacao L.) sobre diferentes patrones en Satipo*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Gonçalves, P. & Marques, J. (2008). *Clones de seringueira: Influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio*. Viçosa: EPAMIG.
- Gutiérrez y De La Vara (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. 3° ed. México: McGrawHill.
- Hartman, T. y Kester, E. (1990). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. 4° ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
- Helilinawati, H.; Sutejo, H. & Fatah, A. (2019). Effect of Urea and SP-36 on the Growth of Grafted Rubber Seedling (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Clone PB 260. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 18(1), 109-118.
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano De Ciencias Agrícolas.
- Instituto de investigaciones de la amazonía peruana [IIAP] (2009). *Evaluación económica del aprovechamiento del jebe silvestre (Hevea brasiliensis) en Madre de Dios*. *Avances Económicos N°2*. 1° ed. Iquitos, Perú: IIAP.

- Integrated Taxonomic Information System [ITIS] (2020). ITIS Report. Recuperado de https://itlis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506431#null
- Khotcharat, N., Sdoodee, S. y Meesawat, U. (2016). Growth performance of clonal rubber rootstocks and combining ability test with the scion of clone RRIM 600. *Agriculture and Natural Resources*, 50(2), 98-103.
- León, J. (1987). *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias.
- Mello, A.; Ramos, N.; De Souza, P. & Do Val, K. (2000). Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(9), 1743-1750.
- Molina-Quesada, S.; Alfaro, C.; Murillo, O.; Badilla, Y. & Luján, R. (2019). Evaluación del comportamiento de clones de *Tectona grandis* L. f. en suelos vertisoles de la Península de Nicoya, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(38), 24-34.
- Ng, A.; Ho, C.; Sultan, M.; Ooi, C. & Lew, H. (1982). *Influence of six rootstocks on growth and yield of six scion clones of Hevea brasiliensis*. In Proceedings of the Rubber Research Institute of Malaysia Planters' Conference, London.
- Padrón, E. (1996). *Diseños experimentales con aplicación a la agricultura*. México: Trillas.
- Palencia, C. (2000). *Manual general del cultivo del hule Hevea brasiliensis*. (Documento de graduación para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo). Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala.
- Pina, J. (2008). *Propagación de plantas*. España: Universitat Politècnica de València.
- Reyes, P. (2010). *Bioestadística aplicada*. 2º ed. México: Trillas.
- Rojas, S.; García, J. y Alarcón, M. (2004). *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Colombia: CORPOICA/PRONATTA/MADR.
- Sacramento, C. (2012). *Aprovechamiento del caucho silvestre por las comunidades nativas en la selva amazónica del Perú*. N° 3 [Ficha técnica]. Lima, Perú: Ministerio del ambiente.

- Santiago, O.; Vargas, J.; Aldrete, A.; López, J. y Fierros, A. (2014). Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(31), 94-113.
- Sterling, A.; Suárez, J.; Caicedo, D.; Rodríguez, C.; Salas-Tobón, Y. & Virgüez-Díaz, Y. (2015). Crecimiento inicial de clones promisorios de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Müll. Arg. en sistema agroforestal en Caquetá, Colombia. *Colombia forestal*, 18(2), 175-191.
- Sterling, A. & Correa, J. (2010). Desempeño en periodo de inmadurez de una colección clonal de caucho en la amazonia colombiana. *Ingenierías & Amazonia*, 3(1), 16-27.
- Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología [SENAMHI] (2021). Datos / Datos Hidrometeorológicos. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Torres, C. (1999). *Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia: Plan Nacional De Desarrollo Alternativo "Plante"*. Florencia, Colombia: Universidad de la Amazonia.
- Vallejos-Torres, G.; Ríos-Ramírez, O.; Corazon-Guivin, M.; Reátegui, E.; Sequeira, F. & Marín, C. (2021). Effects of leaflets and índole-3-butyric acid in the vegetative propagation by mini-tunnels of rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Journal of Rubber Research*, 24(3), 533-540.
- Vásquez-Zavaleta, T. (2020). Evaluación de cuatro técnicas de injerto en plantones tardíos de *Schizolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril* en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 35(3), 65-75.
- Velarde, N.; Vásquez, T.; Del Castillo, D. y Mattos, L. (2010). *El cultivo de la shiringa en Madre De Dios – Perú*. Madre de Dios, Perú: IIAP.
- Vozmediano, J. (1982). *Fruticultura: fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada*. España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Zhang, J.; Huss, V.A.R.; Sun, X.; Chanf, K. y Pang, D. (2008). Morphology and phylogenetic position of a trebouxiophycean green alga (Chlorophyta) growing on the rubber tree, *Hevea brasiliensis*, with the description of a new genus and species. *European Journal of Phycology*, 43(2), 185-193.

ANEXOS

Anexo 1: Vista general del lugar experimental.



Anexo 2: Planta injertada de caucho en campo.



Anexo 3: Crecimiento de la yema apical.



Anexo 4: Estructura interna de la yema.



Anexo 5: Vivero de Cooperativa Agroindustrial Cauchera L.T.D.A



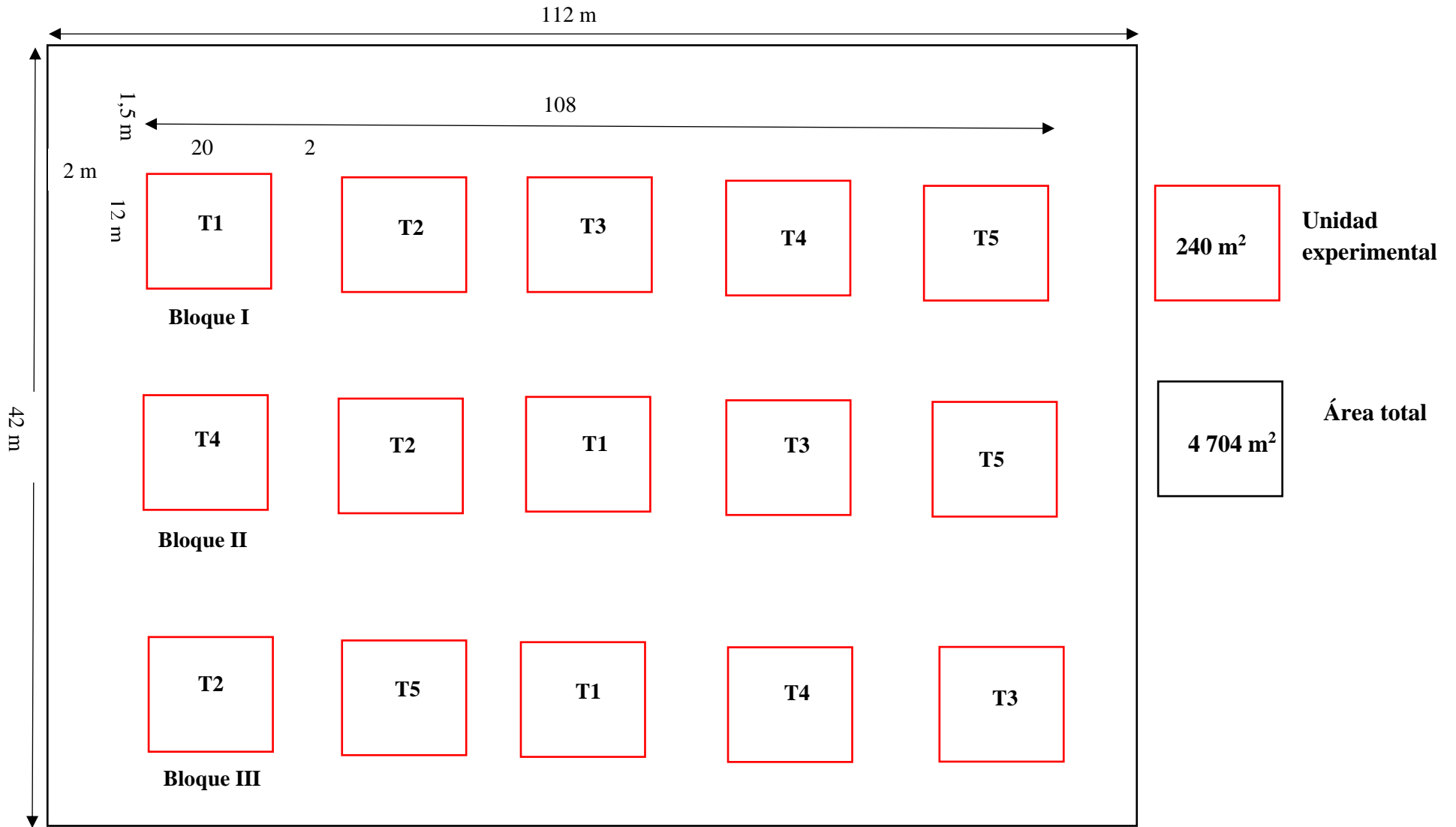
Anexo 6: Jardín clonal de la Cooperativa Agroindustrial Cauchera L.T.D.A



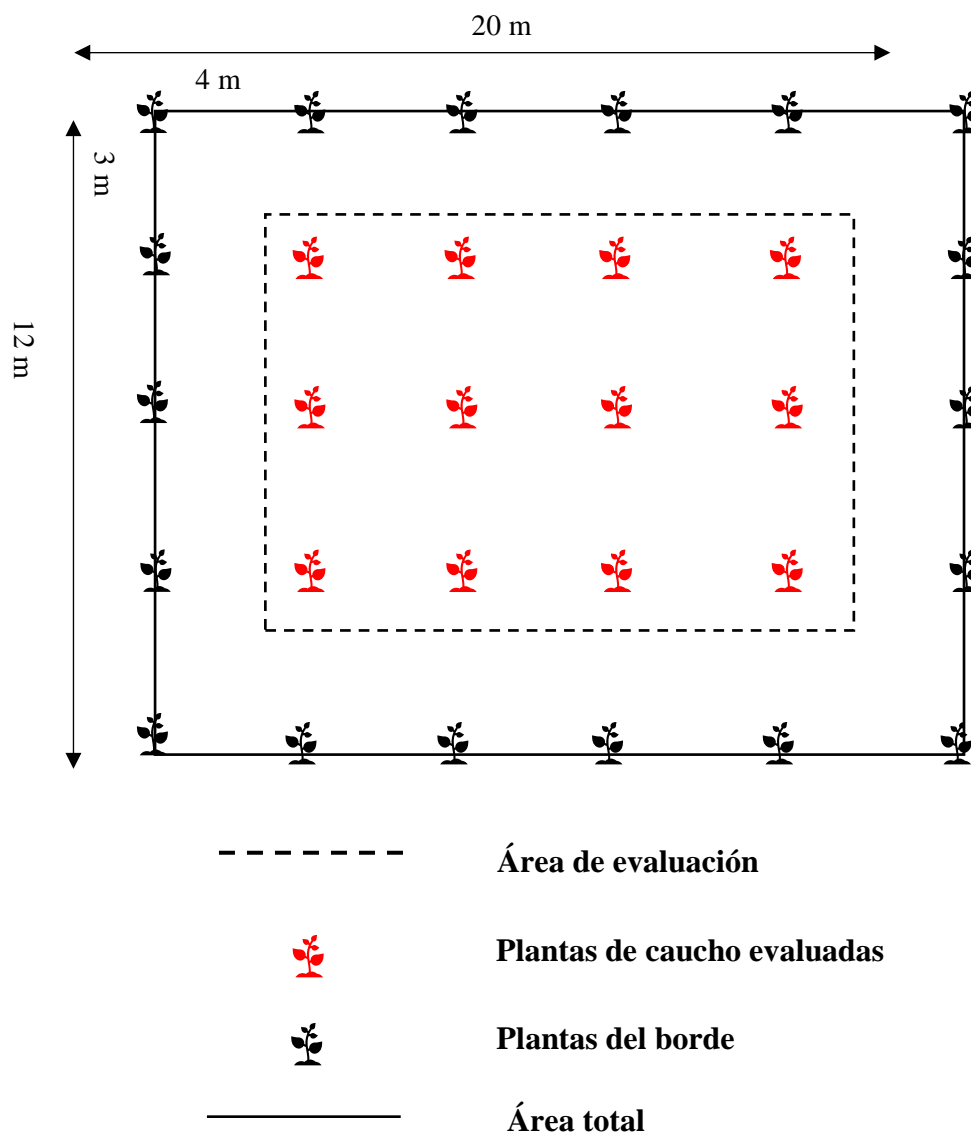
Anexo 7: Plantas injertadas en campo.



Anexo 8: Croquis experimental.



Anexo 9: Parcela o unidad experimental.



Anexo 10: Hojas de los clones comerciales del T5 al T1.



Anexo 11: Datos auténticos de porcentaje de prendimiento

Bloques	Tratamientos	Porcentaje de prendimiento (%)
I	TR-1	58,33333333
II	TR-1	58,33333333
III	TR-1	50
I	FX-3864	75
II	FX-3864	66,66666667
III	FX-3864	75
I	RRIM-600	66,66666667
II	RRIM-600	58,33333333
III	RRIM-600	66,66666667
I	IAN-873	41,66666667
II	IAN-873	50
III	IAN-873	41,66666667
I	MDF-180	50
II	MDF-180	50
III	MDF-180	58,33333333

Anexo 12: Datos de porcentaje de prendimiento transformados (Arcsen \sqrt{X})

Bloques	Tratamientos	Porcentaje de prendimiento (%)
I	TR-1	49,79703411
II	TR-1	49,79703411
III	TR-1	45
I	FX-3864	60
II	FX-3864	54,73561032
III	FX-3864	60
I	RRIM-600	54,73561032
II	RRIM-600	49,79703411
III	RRIM-600	54,73561032
I	IAN-873	40,20296589
II	IAN-873	45
III	IAN-873	40,20296589
I	MDF-180	45
II	MDF-180	45
III	MDF-180	49,79703411

Anexo 13: Datos auténticos de días a la aparición del primer brote.

Bloques	Tratamientos	Días al primer brote
I	TR-1	36,4
II	TR-1	37,3
III	TR-1	36,2
I	FX-3864	46,1
II	FX-3864	34,4
III	FX-3864	40,2
I	RRIM-600	36,2
II	RRIM-600	43,3
III	RRIM-600	40,1
I	IAN-873	37,4
II	IAN-873	45,4
III	IAN-873	41,3
I	MDF-180	40,1
II	MDF-180	44,4
III	MDF-180	42,1

Anexo 14: Datos auténticos de longitud del brote (cm)

Bloques	Tratamientos	Longitud (cm)
I	TR-1	29,49
II	TR-1	27,74
III	TR-1	26,44
I	FX-3864	25,72
II	FX-3864	23,92
III	FX-3864	25,15
I	RRIM-600	25,35
II	RRIM-600	23,3
III	RRIM-600	22,79
I	IAN-873	23,48
II	IAN-873	24,47
III	IAN-873	22,47
I	MDF-180	23,83
II	MDF-180	26,2
III	MDF-180	29,16

Anexo 15: Datos auténticos de diámetro del brote (mm)

Bloques	Tratamientos	Diámetro (mm)
I	TR-1	6,548
II	TR-1	7,389
III	TR-1	5,38
I	FX-3864	5,819
II	FX-3864	6,389
III	FX-3864	5,708
I	RRIM-600	6,679
II	RRIM-600	5,517
III	RRIM-600	5,296
I	IAN-873	6,449
II	IAN-873	5,827
III	IAN-873	6,054
I	MDF-180	6,61
II	MDF-180	7,463
III	MDF-180	7,135

Anexo 16: Datos auténticos de número de brotes.

Bloques	Tratamientos	Número de brotes
I	TR-1	7,2
II	TR-1	6,1
III	TR-1	5,1
I	FX-3864	9,2
II	FX-3864	5,2
III	FX-3864	6,3
I	RRIM-600	9,4
II	RRIM-600	7,3
III	RRIM-600	5,1
I	IAN-873	6,2
II	IAN-873	6,2
III	IAN-873	7,3
I	MDF-180	6,2
II	MDF-180	8,2
III	MDF-180	9,3

Anexo 17: Datos de número de brotes transformados ($\sqrt{X+1}$).

Bloques	Tratamientos	Número de brotes
I	TR-1	2,863564213
II	TR-1	2,664582519
III	TR-1	2,469817807
I	FX-3864	3,193743885
II	FX-3864	2,48997992
III	FX-3864	2,701851217
I	RRIM-600	3,224903099
II	RRIM-600	2,880972058
III	RRIM-600	2,469817807
I	IAN-873	2,683281573
II	IAN-873	2,683281573
III	IAN-873	2,880972058
I	MDF-180	2,683281573
II	MDF-180	3,033150178
III	MDF-180	3,209361307

Anexo 18: Datos auténticos de número de hojas.

Bloques	Tratamientos	Número de hojas
I	TR-1	21,6
II	TR-1	18,3
III	TR-1	15,3
I	FX-3864	27,6
II	FX-3864	15,6
III	FX-3864	18,9
I	RRIM-600	28,2
II	RRIM-600	21,9
III	RRIM-600	15,3
I	IAN-873	18,6
II	IAN-873	18,6
III	IAN-873	21,9
I	MDF-180	18,6
II	MDF-180	24,6
III	MDF-180	27,9

Anexo 19: Datos de número de hojas transformados \sqrt{X} .

Bloques	Tratamientos	Número de hojas
I	TR-1	4,647580015
II	TR-1	4,277849927
III	TR-1	3,911521443
I	FX-3864	5,253570215
II	FX-3864	3,949683532
III	FX-3864	4,347413024
I	RRIM-600	5,310367219
II	RRIM-600	4,679743583
III	RRIM-600	3,911521443
I	IAN-873	4,312771731
II	IAN-873	4,312771731
III	IAN-873	4,679743583
I	MDF-180	4,312771731
II	MDF-180	4,959838707
III	MDF-180	5,282045058

Anexo 20: Datos auténticos de área foliar (cm²).

Bloques	Tratamientos	Área Foliar (cm ²)
I	TR-1	59,293
II	TR-1	58,211
III	TR-1	46,578
I	FX-3864	31,673
II	FX-3864	30,24
III	FX-3864	34,076
I	RRIM-600	45,102
II	RRIM-600	54,96
III	RRIM-600	46,525
I	IAN-873	53,969
II	IAN-873	59,753
III	IAN-873	52,648
I	MDF-180	37,204
II	MDF-180	29,346
III	MDF-180	38,046

Anexo 21: Datos auténticos de cantidad de clorofila (SPAD).

Bloques	Tratamientos	Fotosíntesis (SPAD)
I	TR-1	37,641
II	TR-1	37,367
III	TR-1	37,415
I	FX-3864	40,558
II	FX-3864	39,671
III	FX-3864	40,131
I	RRIM-600	48,262
II	RRIM-600	47,49
III	RRIM-600	45,781
I	IAN-873	26,467
II	IAN-873	28,835
III	IAN-873	28,686
I	MDF-180	48,618
II	MDF-180	45,625
III	MDF-180	47,218

Anexo 22: Reporte de análisis de suelo del ICT.



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI N° 00072183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS - CARACTERIZACIÓN

N° SOLICITUD : AS0204-21
 SOLICITANTE : JORGE MAX NAVARRO REATEGUI
 PROCEDENCIA : SAN MARTIN - LAMAS - GAYNARACHI
 CULTIVO : SHIRINGA

FECHA DE MUESTREO : 02/08/2021
 FECHA DE RECEP. LAB : 02/08/2021
 FECHA DE REPORTE : 06/08/2021

Item	Número de la muestra				pH	C.E dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO			CIC pH 7.0	CATIONES CAMBIABLES					Suma de bases	% Sat. de bases	% Sat. de Al ³⁺	
	Lab.	Campo										Arena	Limo	Arcilla		CLASE TEXTURAL	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺				Al ³⁺ +H ⁺
01	21	08	0960	MUESTRA-1	4.40	0.06	<0,3	2.43	0.11	3.40	28	35.68	27.00	37.32	Fra-Arc	15.69	1.18	0.35	0.07	0.10	7.10	1.69	10.80	80.73

Item	Número de la muestra				Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	S (ppm)
	Lab.	Campo								
01	21	08	0960	MUESTRA-1	105.7	0.7	1.2	17.2	0.2	<1

MÉTODOS:	
TEXTURA	:HIDROMETRO
pH	:POTENCIOMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA RELACION 1:2.5
CONDUCC. ELECTRICA	:CONDUCTIMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA 1:2.5
CARBONATOS	:GAS - VOLUMETRICO
FOSFORO DISPONIBLE	:OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO ₃ =0.5M, pH 8.5 Esp. Vis
POTASIO Y SODIO INTERCAMBIABLE	:NH ₄ CH ₃ -COOH+1N, pH 7. Absorción Atómica
MATERIA ORGANICA	:WALKLEY y BLACK
CALCIO Y MAGNESIO INTERCAMBIABLE	:EXTRACT. KCl+1N o (NH ₄)CH ₃ -COOH+1N, pH 7. Absorción Atómica
ACIDEZ INTERC.	:EXTRACT. KCl 1N VOLUMETRIA
ACIDEZ POTENCIAL	:WOODRUFF MODIFICADO
CIC pH 7.0	:ACIDEZ POTENCIAL+SUMA DE BASES
Fe, Cu, Zn y Mn	:DTPA extrac. 0.005M, pH 7.3 Absorción Atómica
BORO	:Extracción / Espectrometría UV-Vis (λ=420 nm) con Azomalina-H
AZUFRE	:Extracción / Turbidimetría (λ=420 nm)
METALES PESADOS	:EPA 3050B

La Banda de Shilcayo, 06 de Agosto del 2021

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 TARAPOTO - PERU
 Cesa Q. Arévalo Hernández, MSc
 JEFE DE DPTO DE SUELOS

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.