

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**“COMPORTAMIENTO VEGETATIVO DEL INJERTO DE *Theobroma cacao*
(CACAO) PROPAGADOS EN TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN SU ETAPA
INICIAL EN TINGO MARÍA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

LUCHO EDWER QUISPE VILLAGARAY

Asesor:

Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ

Tingo María – Perú.

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 005-2023-FA-UNAS

BACHILLER : LUCHO EDWER QUISPE VILLAGARAY

TÍTULO : "COMPORTAMIENTO VEGETATIVO DEL INJERTO DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) PROPAGADOS EN TRES SISTEMAS DE
SIEMBRA EN SU ETAPA INICIAL EN TINGO MARIA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M. Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL : M. Sc. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
VOCAL : Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS

ASESOR : Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUÍZ

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 21/03/2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:30 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : VIRTUAL – PLATAFORMA TEAMS (UNAS)


CALIFICATIVO : MUY BUENO


RESULTADO : APROBADO


OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 24 DE FEBRERO DE 2023


M. Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
PRESIDENTE


M. Sc. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
VOCAL


Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS
VOCAL


Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 064 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
“COMPORTAMIENTO VEGETATIVO DEL INJERTO DE CACAO (Theobroma cacao L.) PROPAGADOS EN TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN SU ETAPA INICIAL EN TINGO MARÍA	LUCHO EDWER QUISPE VILLAGARAY	23% Veintitrés

Tingo María, 31 de marzo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**“COMPORTAMIENTO VEGETATIVO DEL INJERTO DE *Theobroma cacao*
(CACAO) PROPAGADOS EN TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN SU ETAPA
INICIAL EN TINGO MARÍA”**

Autor	: Lucho Edwer Quispe Villagaray
Asesor	: Dr. Rolando Alfredo Rios Ruiz
Programa de investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea de investigación	: Manejo Integrado de Pestes
Eje temático	: Sistemas de siembra de nuevos clones de cacao
Lugar de ejecución	: Campo Experimental de Tulumayo
Duración	: 8 meses
Financiamiento	: Propio

Tingo María – Perú.

2023

DEDICATORIA

A Dios rey del Universo, amo y señor del conocimiento infinito y por su amor incomparable y servir de fuente de inspiración absoluta.

A mis padres: Dionicio Quispe Chávez y Donata Villagaray Crisóstomo, por traerme a este mundo y marcar mi sendero, con el amor y apoyo incondicional Q. E. P. D.

A mis hermanos: Herlinda, Hilda, Sonia, Erika y Noe Quispe Villagaray, por su amor y confianza en innumerables situaciones.

A mi hija Yanelly Quispe Romero y Juana Gabriela Ccoycca Quispe, por ser el motivo y el rayo de luz que iluminó mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y sus docentes, en especial a los de la Facultad de Agronomía, quienes me dieron una formación científica, tecnológica y humanista.
- Al Dr. Rolando Alfredo Ríos Ruiz, asesor del presente trabajo, por su valiosa dirección, orientación, apoyo y acompañamiento de la presente tesis.
- Al M.Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila, por su dedicación a la investigación y su valioso apoyo como presidente del jurado de tesis.
- Al Ing. Carlos Mirando Armas e Ing. Jaime Chávez Matías, por su valiosa colaboración como miembros de jurado de tesis.
- A mi esposa María Elena Romero Murillo, por ser parte de mi vida, por su amor, confianza, respeto y ayuda diaria.
- A mis compañeros de estudios: Luis Alberto Montalgo Chamba, Sofia Villanueva Claudio y Nory Nazario Serafín, por su colaboración y apoyo constante en los trabajos de campo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Generalidades del cultivo de cacao.....	2
2.2. Propagación del cultivo de cacao.....	2
2.2.1.Propagación por semilla hibrida (sexual)	2
2.2.2.Propagación vegetativa por injertos (asexual)	2
2.3. Rehabilitación y renovación de plantaciones de cacao.....	3
2.4. Injertado en el cultivo de cacao.....	3
2.4.1.Injerto de yema	4
2.4.2.Injerto de púa.....	4
2.5. Sistema de producción clonal de cacao.....	5
2.6. Evaluación del crecimiento del injerto.....	8
2.7. Antecedentes de la propagación asexual del cacao	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Lugar de ejecución	10
3.2. Metodología y ejecución del experimento	10
3.2.1.Plantones producidos en vivero	10
3.2.2.Plantones sembrados en campo	10
3.2.3.Chupón basal en troncos de cacao antiguos	10
3.2.4.Injertación	11
3.2.5.Labores agronómicas en el experimento	11
3.3. Variables evaluadas.....	11
3.3.1.Número de brotes del injerto	11
3.3.2.Longitud de brote.....	11
3.3.3. Diámetro del injerto	12
3.3.4.Número de hojas del injerto.....	12
3.4. Tratamientos en estudio	12
3.5. Diseño experimental y análisis estadístico	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	14
4.1. Número de brotes.....	14
4.2. Longitud de brotes	16
4.3. Diámetro de brote.....	17

4.4. Número de hojas	19
V. CONCLUSIONES.....	23
VI. PROPUESTAS A FUTURO	24
VII. REFERENCIAS	25
VIII. ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Tratamientos de estudio.	12
2. Análisis de varianza para el número de brotes del injerto, durante seis evaluaciones.	14
3. Prueba de Duncan para el número de brotes del injerto, durante seis evaluaciones... ..	15
4. Análisis de varianza para longitud del brote del injerto, en seis evaluaciones .	16
5. Prueba de Duncan para longitud del brote del injerto, en seis evaluaciones	17
6. Análisis de varianza para el diámetro del brote del injerto, durante seis evaluaciones.	18
7. Prueba de Duncan para el diámetro del brote del injerto, durante seis evaluaciones.	19
8. Análisis de varianza para el número de hojas del injerto, durante seis evaluaciones.	20
9. Prueba de Duncan para el número de hojas del brote del injerto, durante seis evaluaciones.	21
10. Datos meteorológicos registrados durante el periodo de ejecución.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Comportamiento del número de brotes en las seis evaluaciones.....	15
2. Comportamiento y análisis de regresión de la longitud de brotes en las seis evaluaciones.	18
3. Comportamiento y análisis de regresión del diámetro de brotes en las seis evaluaciones.	20
4. Comportamiento y análisis de regresión del número de hojas en las seis evaluaciones.	22
5. Variables evaluadas en chupón basal: Longitud de brote (A) y diámetro de brote del injerto (B).	29

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento del injerto en tres sistemas de siembra (Plantones producidos en vivero, plantones sembrados en campo y chupón basal) en las variables de crecimiento vegetativo del *Theobroma cacao* (cacao) en su etapa inicial. Para ello el experimento se realizó en el vivero y en el campo experimental de Tulumayo, ubicada en la margen derecha a 26 Km de la carretera Tingo María – Aucayacu; empleando el diseño estadístico de bloque completo al azar con cuatro bloques y tres tratamientos. Fueron evaluados el número de brotes del injerto, la longitud del injerto, el diámetro del injerto y el número de hojas del injerto. Los resultados demostraron que el tratamiento T3 (injerto en el chupón basal) tuvo significativamente mayor número de brotes desde el inicio (2,71) hasta el final de la evaluación (2,74), seguido del tratamiento T2 (Injerto en plantones sembrados en campo) con 2,62 y el tratamiento T1 (Injerto en plantones producidos en vivero) con 2,35 en la última evaluación. El T3 presentó estadísticamente la mayor longitud durante las seis evaluaciones realizadas, alcanzando 102,90 cm a los 180 días después de la injertación seguido del T2 con 57,78 cm y del T1 con 33,48 cm. El tratamiento con mayor diámetro en las seis evaluaciones realizadas es el T3, alcanzando superioridad estadística desde la cuarta evaluación (1,18 cm) seguido del T2 y T1 con 0,96 y 0,64 cm respectivamente a los 180 días después de la injertación. El mayor número de hojas (116,64) lo alcanzó el T3, siendo estadísticamente significativo del tratamiento T2 con 38,21 y el T1 con 16,07 hojas.

Palabras clave: Desarrollo del injerto, injerto en patrones, sistemas de siembra.

ABSTRACT

In the present work, the grafting behavior was evaluated in three sowing methods (Seedling in the nursery, seedling planted in the field and basal sucker) in the variables of vegetative growth of *Theobroma cacao* (cocoa) in its initial stage; For this, the experiment was carried out in the nursery and experimental field of Tulumayo, located on the right bank 26 km from the Fernando Belaunde Terry Tingo María - Aucayacu highway; using the randomized Complete Block experimental design (DBCA) with four Blocks and three treatments, where the number of graft shoots, graft length, graft diameter and number of graft leaves were evaluated. The results demonstrated that the graft in the basal sucker (T3) had a greater number of shoots from the beginning (2,71) to the end of the evaluation (2,74), followed by T2 (Graft in seedlings produced in the field) with 2,62 and T1 (Graft in seedlings produced in a nursery) with 2,35 in the last evaluation. The T3 presented the greatest length during the six evaluations carried out, reaching 102,90 cm at the 180 days after grafting followed by T2 with 57,78 cm and T1 with 33,48 cm. The treatment with the largest diameter in the six evaluations carried out is T3, reaching superiority from the fourth evaluation (1,18 cm) followed by T2 and T1 with 0,96 and 0,64 cm respectively at the 180 days after grafting. The highest number of leaves (116,64) was reached by T3 (graft in the basal sucker), followed by treatment T2 (Graft in seedlings produced in the field) with 38,21 and T1 (Graft in seedlings produced in the nursery) with 16,07 leaves.

Key words: Graft development, pattern grafting, sowing systems.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao tiene importancia mundial y la producción en el mundo alcanza los 4 645 millones de toneladas anuales. En Perú la producción de cacao en grano ha venido incrementándose continuamente desde hace 10 años, con una tasa de crecimiento de 15,6 % promedio anual. Para el año 2018 se produjeron 135 300 t de cacao en grano (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2019).

El cacao, al igual que otras especies tropicales, es un organismo complejo y como tal, un cultivo permanente de varias décadas. En ese tiempo, el cacao, como unidad de producción, sigue expuesto a los múltiples problemas que reducen significativamente sus rendimientos. Todavía el cacao tiene problemas tales como no uso de material genético mejorado, manejo inadecuado de las plantaciones, alta incidencia de enfermedades y plagas, mano de obra escasa y cara y abandono de plantaciones. En estas condiciones la propagación vegetativa a través de injertos promete ser una alternativa para la siembra, rehabilitación y renovación de plantaciones (Morera, et al. 1991).

En Perú actualmente se está promoviendo la siembra de cacao bajo el sistema de producción clonal por que producen plantas más uniformes y en menor tiempo, entre otros atributos y estos son implementados de acuerdo con los diferentes sistemas de instalación y métodos de injertación. El sistema de producción de plántones e injertación en vivero es el más usual. Entretanto los sistemas de producción de plántones en vivero e injertación en campo, así como el sistema de inducción de chupón basal e injertación están siendo recomendados, ya que podrían proveer mejor prendimiento y alcancen su producción en menor tiempo. Sin embargo, no existe información cuantificada y comparativa del crecimiento vegetativo del injerto en estos sistemas de siembra.

Por lo tanto, la presente investigación tuvo como objetivo:

Objetivo general:

Determinar el comportamiento del injerto en tres sistemas de siembra (plántones en vivero, plántones sembrados en campo y chupón basal) en las variables de crecimiento vegetativo del cacao en su etapa inicial.

Objetivo específico:

Evaluar el desarrollo del injerto en los tres sistemas de siembra (plántones en vivero, plántones sembrados en campo y chupón basal), para el número de brotes; para la longitud de brote; para el diámetro de brote y para el número de hojas por brote.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de cacao

El cacao es una planta tropical de la familia Malvaceae, nativa de los bosques húmedos de Suramérica, de donde fue diseminado por el hombre a Centro América (Motamayor et al., 2002), siendo una especie umbrófila. Esta característica de vivir en suelo y espacio con otras especies perennes, hacen del cacao un cultivo de siembra en un sistema agroforestal (Gutiérrez et al., 2011 como se citó Alverson et al., 1999). En Perú las regiones de la selva concentran la mayor producción de cacao, siendo las regiones de San Martín, Junín, Cuzco, Ucayali y Huánuco que producen cerca del 90 % de la producción total estimada en 108 000 t (Armando, 2017).

2.2. Propagación del cultivo de cacao

2.2.1. Propagación por semilla híbrida (sexual)

Es aquella en la cual se obtienen individuos completos que proceden del desarrollo de embriones, que, a su vez, se originaron por un proceso de fecundación. La propagación del cultivo por semillas requiere conocer el cultivar y sus características agronómicas de la planta seleccionada productora de semilla, pues deberán recibir un adecuado manejo con la finalidad que estas puedan crecer y desarrollarse bien, uniformes y obtener altas producciones (Paredes, 2004).

2.2.2. Propagación vegetativa por injertos (asexual)

Valdez (como se citó en Gamboa, 2015) indica que este tipo de propagación no implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta, ya que reproduce todas las características de la planta madre y se hace usando partes vegetativas de la planta seleccionada. Sin embargo, el clima, el suelo o el ataque de enfermedades puede modificar la apariencia de la planta, flores o de los frutos sin que haya ocurrido un cambio genético.

La propagación vegetativa en cacao puede ser realizado por estacas y por injerto. La propagación asexual por injerto aprovecha el material vegetativo de la planta madre al máximo posible y no requiere instalaciones costosas (Rimache, 2008). La labor de injertación es de mucha importancia en el cultivo del cacao por lo que es necesario considerar todas las recomendaciones técnicas y obtener una planta productiva deseada, de esta manera garantizar un buen rendimiento para nuestras futuras plantaciones (Cooperativa Agraria Cacaotera [ACOPAGRO], 2006).

Cinco tipos de injertos son los más comunes: parche lateral, púa central, púa lateral, y momia. Criterios de costos y la disposición a suministros definirán la selección del método adecuado (Adriazola, 2003).

2.3. Rehabilitación y renovación de plantaciones de cacao

Actualmente, en el ámbito mundial, se observa ciclos de desplazamiento de las principales áreas productoras de cacao, lo cual está afectando a los países productores tradicionales del Continente Americano, especialmente de América Central y de América del Sur. Por ello, la aplicación de tecnologías para la rehabilitación productiva de cacaotales de bajos rendimientos, se perfila como una de las soluciones técnicas más factibles para detener, en el mediano plazo, los actuales ciclos de desplazamiento. Esta aplicación permitiría no solo incrementar los rendimientos en forma extraordinaria, sino también el mantenimiento de una producción sostenible del cultivo (Corven y Villanueva, 1991).

En el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), después de cuatro décadas de investigación en cacao, han iniciado la validación de investigaciones en relación con la rehabilitación de cacao viejo y de árboles improductivos. En las poblaciones de cacao híbrido es normal encontrar arboles poco productivos. Estos árboles representan pérdidas para el agricultor, pues ocupan terreno e insumos sin ningún beneficio. En algunas fincas se ha observado la práctica de aprovechar árboles improductivos para injertar en chupones, o en el tronco, material genético seleccionado por su buena producción; sin embargo, la información científica sobre estas prácticas es muy escasa (Morera, et al. 1991).

El agricultor de cacao ofrece resistencia a la idea de renovar sus cacaotales viejos, debido, principalmente, a la interrupción de sus entradas ocasionadas por el proceso de renovación. El método “Turrialba” que utiliza cacao viejo o improductivo como sombra temporal, es una alternativa muy ventajosa. Para su ejecución deben tomarse en cuenta: a) el uso de clones vigorosos, precoces y de alto potencial productivo; b) el manejo del grado de sombra, para permitir un crecimiento correcto del cacao nuevo; y c) combate de malezas, plagas y enfermedades, fertilización de plantas jóvenes y mantenimiento del sistema de drenajes en las mejores condiciones. La eficiencia del método “Turrialba” debe ser probada extensivamente en las más variadas condiciones climáticas y comparadas, en términos económicos, con otros métodos de renovación existentes (Morera, et al. 1991).

2.4. Injertado en el cultivo de cacao

Se juntan partes de una planta para efectuar un injerto, así estas se unen para continuar su crecimiento como una sola planta (Hartmann y Kester, 1996). El injerto en el

cultivo de cacao es un método de bajo costo y muy eficiente para la propagación vegetativa. Con esta actividad se busca promover la rehabilitación y/o renovación de plantaciones viejas, debilitadas e improductiva y con ello obtener mayor producción de cacao en cantidad y calidad. Existen varios tipos de realizar el injerto, por parche, púa central, púa lateral y púa utilizando parafina. El éxito depende de la práctica del operador, la obtención de yemas y el momento de hacerlo (Instituto de Cultivos Tropicales [ICT], 2004). Hasta hoy se considera que las condiciones de vivero son las más adecuadas para injertar, sin embargo, es recomendable realizar en campo definitivo cuando el patrón alcanza 1,5 cm. de diámetro, con los métodos de púa central o cuña lateral debido a que la planta tiene un mayor sistema radicular y se está más fija. En general hay dos tipos de injertos: Injertos de yema e injertos de púa.

2.4.1. Injerto de yema

Este tipo es uno de los más usados y con él se obtiene altos porcentajes de prendimiento. Aun cuando hay algunas variaciones, pero los más comunes son los de forma de “Parche” y en forma de “T”. En forma de parche se hacen cuatro cortes hasta formar un rectángulo de una longitud aproximada a un tercio del diámetro del árbol y una profundidad suficiente como para llegar al fondo de la corteza. Se procede de la misma forma en el vástago y se acopla la corteza de este al patrón, rematándolo con una cinta selladora. En forma de “T”, sobre la corteza del patrón se realiza un corte donde se acopia la yema cortada, se sella con cinta aislante o cualquier material aislado para que se fijen bien las partes.

2.4.2. Injerto de púa

Recibe este nombre porque la parte a injertar es una estaca, es decir, una rama pequeña en la que hay dos o tres yemas (Porción del tallo que lleva varias yemas). Dentro de ello existen diferentes modalidades como el injerto de lengüeta o inglés, injerto de tocón de rama, injerto lateral subcortical, injerto lateral, injerto de hendidura simple, injerto de hendidura doble, injerto de corteza o de corona, injerto de aproximación (Hartman y Kester 1996).

Según el Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO, 2012), el injerto de púa en cacao se efectúa insertando en el patrón una parte de una vara con tres o más yemas viables, las mismas que darán origen a la formación de ramas que, con el sistema de poda de formación, darán lugar a la falsa horqueta y crecimiento de ramas productoras. Lo recomendable en el cultivo de cacao son los siguientes:

a. Púa central

Su realización requiere los pasos siguientes:

- Se corta la parte aérea del patrón a 30-40 cm de altura aproximadamente.

- Se procede a efectuar una hendidura en el patrón por el centro aproximadamente 4 cm y a seguir se prepara un pedazo de vara (Púa) que tenga unas tres o más yemas.

- Luego se hace dos cortes laterales en el extremo inferior y opuesto, de la vara, de manera que se forme una cuña.

- Esta cuña o injerto se introduce en la hendidura superior del patrón, haciendo coincidir el acople de las cortezas del patrón con la corteza de la púa o cuña; muchas veces es poco probable encontrar varas y patrones del mismo grosor, de tal modo que basta que exista contacto entre cortezas en uno de los costados.

- Posteriormente se efectúa el amarre usando cita o rafia.

- A seguir se debe cubrirse el injerto con una bolsa transparente de 5" x 10" evitando el contacto directo con la yema.

- Después de 16 a 20 días se efectúa el retiro de la bolsa, al observarse el desarrollo de los brotes.

b. Púa lateral

Cuando los tallos son gruesos que sean igual o superior a una pulgada se recomienda utilizar el injerto de púa lateral, utilizándose para ello los mismos materiales que para el injerto de púa central. Como debe entenderse, la púa se inserta en la parte lateral del patrón, pudiendo colocar uno o dos púas dependiendo del grosor del tallo.

Para utilizar este tipo de injerto en la corteza del patrón se efectúa un corte vertical a lo largo del patrón y otro corte horizontal en la parte superior, dándole la forma de una "T" luego se debe preparar la púa. A diferencia del injerto de púa central el corte se hace a un solo lado, así la púa será hundida de arriba hacia abajo quedando acoplado y pagado a la corteza del patrón. A seguir se realiza el amarre con la cinta o rafia. A continuación, se coloca la bolsa plástica. El retiro de la bolsa se hace a los 18 a 23 días.

El injerto tipo momia, en un injerto de púa lateral, pero con la diferencia que todo segmento de la vara se cubre con la cinta plástica. La base se envuelve con una cinta para tenerla más tiempo atada, y otra parte, que no está en contacto con el tallo del patrón, se envuelve con otra cinta dando la apariencia de una momia (MINAGRI, 2012).

2.5. Sistema de producción clonal de cacao

El injerto es un método eficiente de propagación vegetativa y tiene un bajo costo. Actualmente viene impulsando el desarrollo agrícola e industrial del cultivo de cacao, ya que promueve la rehabilitación y/o renovación de plantaciones improductivas existentes. Con esta

práctica se busca mejorar la producción del cacao en cantidad y calidad y con ello aportar un beneficio económico significativo al productor de cacao (Paredes, 2000). En la actualidad existe nula promoción y producción de semilla híbrida de garantía, por lo que constituye una excelente alternativa para los agricultores es la propagación vegetativa del cacao, prefiriendo el cultivo monoclonal. A esto se suma los grandes beneficios de la producción clonal, como precocidad de producción, más producción por árbol, y control de enfermedades en las nuevas plantaciones. Al contrario de ello sin embargo se está prefiriendo la utilización de unos pocos clones, lo que redundaría en una estrecha base genética y el riesgo que determinados clones en el corto plazo se vean afectados significativamente por nuevas plagas ante la escasa diversidad genética (Paredes, 2000).

El conocimiento en la obtención de yemas, la práctica del operario y el momento de ejecutar el injerto garantizarían el éxito de lograr la injertación en cacao. La realización del injerto requiere de una amplia planificación y que se tenga los medios logísticos para alcanzar y asegurara el éxito del emprendimiento. Casi siempre el fracaso está determinado por los escasos de agua del suelo y sustratos, por consiguiente, los tejidos injertados de la planta no tienen la facilidad para unirse con la yema a injertar (Adriazola, 2003).

A través de la producción de plántones por injerto se obtienen plantas de alta calidad, uniformes y de mayor productividad. Mayores detalles sobre las ventajas y desventajas se describen a continuación bajo los criterios de DESCO (2012):

Entre las ventajas de plantas obtenidas por injertos son:

- Las plantas injertadas son precoces y producen en menor tiempo
- Presentan una alta productividad y de mejor calidad
- Presentan tolerancia a plagas y enfermedades
- Su manejo técnico es fácil y económico
- Son plantas de porte bajo por lo que se obtienen mayor número de plantas/ha
- La plantación tendrá un rendimiento uniforme.

Las desventajas son:

- Alto costo de producción
- Dificultad en aplicar la técnica de injertar
- Escasa mano de obra calificada en la zona para efectuar esta labor

La instalación y manejo del cultivo de cacao injertado pueden ser establecidos en tres métodos de instalación de plantaciones:

a. Plantones injertados en viveros

Son plantas producidas en vivero entre 3 a 5 meses los cuales son injertadas y efectuadas luego su mantenimiento.

b. Plantones sembrados en campo e injertados en campo

Las plantas producidas de cacao en vivero de 2 a 4 meses que son sembradas en campo y luego de un tiempo injertadas en campo posteriormente su mantenimiento. Según cada uno de estos sistemas, se realizan las siguientes actividades:

- Selección de plantas para siembra. A los 45 días de ser injertadas las plantas están aptas para el trasplante a campo definitivo, seleccionando las plantas sanas, con mejor formación, de buen tamaño y con un tallo fuerte para garantizar un buen desarrollo.

- Ubicación y preparación del terreno. Deben ser implantados en terrenos planos, con buen drenaje, fértiles, que no sean pedregoso.

- Densidad de siembra. Lo común es la siembra a 3 x 3 en cuadrado o a tres bolillos.

- Poceado y plantado a campo definitivo

- Control de malezas

- Sombra del cacao: temporal con plátano y definitivo con árboles.

c. Injertos efectuados en chupón basal de plantas adultas.

Una plantación presenta problemas y/o declinan en su producción requieren ser rehabilitada o renovada para reponer en forma total las plantas de cacao. Puede optarse por la renovación total y una práctica más fácil es estimulando el crecimiento de chupones basales (cerca al suelo) para luego ser injertado con material clonal conocido reemplazando el árbol y renovando el material genético. Esta nueva planta inicia su producción precozmente entre 1,5 a 2 años después del injertado. Debido a la amplia masa radicular que mantiene la planta original y que está abasteciendo a la planta renovada cuando el injerto ha formado una copa protectora es el momento de eliminar la planta antigua que sirve de sombra temporal. En este sistema se realizan las siguientes actividades:

- Rehabilitación del campo y de los árboles viejos de cacao a través de podas, arreglo de densidad y sombra, etc.

- Inducción y selección de brotes orto trópicos (Chupón basal) en las plantas adultas.

- Injertación y mantenimiento

- Control de malezas, de plagas, etc.

2.6. Evaluación del crecimiento del injerto

En experimentos del efecto del patrón sobre injertos, de tipos de injertos, etc. Son comunes encontrar la medición de variables de crecimiento como número de brotes y/o ramas del injerto, altura del injerto, diámetro del injerto, número de hojas del injerto, área foliar del injerto y producción de biomasa de la planta injertada cuando evaluados sobre todo en condiciones de vivero (Jara, 1991; Guevara, 2011) y en condiciones de campo en su estado inicial (More, 2002).

2.7. Antecedentes de la propagación asexual del cacao

En Tingo María, More (2002), efectuó un estudio a fin de determinar un método de inducción de brotes ortotrópicos con fines de injertación en cacaotales a ser renovados. Para lo cual realizó la técnica del anillado y evaluó la emisión de brotes ortotrópicos en los tratamientos de 5 cm, 15 cm y 30 cm. Según sus resultados obtenidos dentro de estos tratamientos sobresalió el que realizó a 5 cm, y recomienda esta altura por estar más cerca de la superficie del suelo. En un futuro este brote ortotrópico emitirá raíces y posibilitaría un aporcado.

Guevara (2011), reporta que el número de brotes por injerto es independiente del tipo de injerto, y de los tipos de vara; pero varía en función de las formas de protección. El número de hojas y el área foliar varía en función del tipo de injerto, independientemente del uso de las varetas y de las formas de protección.

Gamboa (2015), evaluó plantas injertadas en vivero, con diferentes tipos de patrones con diferentes variedades de vara yemera injertada y determinó que los injertos VRAE-15/UF-221 (5,80) y CCN-51/UF-221 (5,63), tuvieron el número de brotes/planta más alto. La mayor longitud de brote lo representa el tratamiento TSH-565/IMC-67 (21,24 cm). El mayor diámetro del brote es para el tratamiento VRAE-15/UF-221 (4,67 mm). El mayor número de hojas en el brote más largo correspondió al injerto VRAE-15/VRAE-99 (14,44).

Arana (2016), en su estudio para evaluar tres técnicas de injerto, en tres genotipos de cacao en chupón basal obtuvieron que señalaron que el mayor porcentaje de prendimiento fue con la variedad III – 17 con 97,22 %, seguido de la variedad IIa – 90 con 91,67 % y mientras que la variedad III – 06 presentó un 86,11 % de prendimiento. El mayor promedio de altura de brote fue con la variedad de IIa – 90 con un promedio de 56,70 cm con los injertos de corona y púa terminal, ambos injertos fueron estadísticamente superiores que el injerto de aproximación

Gómez (2019), en su trabajo de investigación reporta que el mejor comportamiento agronómico inicial de plantas obtenidas mediante injertos en chupones basales, expresado en longitud y grosor del tallo y número de ramas fue observado en los genotipos UNACH 370 y

UNACH 304, Los genotipos que menos se adaptaron a las condiciones de Tecpatán, fueron UNACH 88 de Tapachula y UNACH 3 de Comalcalco. Demostrando así que los diferentes tipos de respuesta es de acuerdo con la variedad utilizada y el medio donde se desarrolla.

En cusco, Challco (2019), determino, el porcentaje de prendimiento de los injertos en las cuatro variables evaluadas (tamaño de brote, prendimiento final, diámetro de brote y longitud del injerto al final del experimento) en el patrón de edad 120, 150, 180 y 210 días, donde se comprobó que el mejor fue el patrón de 120 días de edad, con yemas del clon ICS-95 e injerto parche con el 91,67 % y el mejor material para injertar fue el clon ICS-95 con el 91,50 % de prendimiento.

León (2019), evaluó técnicas de injertado en cinco clones de cacao donde encontró que a los 45 días de prendimiento del injerto se obtuvo el mayor porcentaje con la técnica de injerto lateral y el clon ICS-95: 83,33 %, el mayor número de hojas de 694 hojas de ICS-95: IL, diámetro del injerto de: 3 cm de ICS-95: II, y la mayor altura de 73,00 cm de UF-613: IT.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se efectuó entre los meses de setiembre de 2017 y abril de 2018 y se llevó a cabo en el vivero y en el campo experimental de cacao de Tulumayo, ubicada en la margen derecha a 26 Km. de la carretera Tingo María – Aucayacu, en la localidad de Santa Lucia, cuyas coordenadas UTM son: Este 03884407, Norte 8989840 y Zona horaria 18.

La región pertenece ecológicamente a una zona de vida Bosque Muy Húmedo –Sub Tropical (bmh-ST): Esta ubicada a 660 msnm de altitud, y presenta 24 °C de temperatura promedio y 3,200 mm de precipitación anual.

3.2. Metodología y ejecución del experimento

3.2.1. Plantones producidos en vivero

Plantones de cacao fueron producidos en un vivero particular bajo las técnicas recomendadas actualmente como una buena preparación del tinglado; uso y preparación de buen sustrato, llenado de bolsas y siembra de semilla; y mantenimiento de los plantones con deshierbos, riegos frecuentes y fertilización foliar. Estos plantones con una edad de 3 - 4 meses fueron trasladados al vivero del campo experimental Tulumayo y acondicionados adecuadamente hasta el momento de su injertación.

3.2.2. Plantones sembrados en campo

En un área de cacao antigua del campo experimental Tulumayo se viene efectuando la rehabilitación de una plantación de cacao. En dicha área han sido plantadas plantones de cacao producidos en vivero y mantenidas con deshierbos y control de insectos. Aquellos plantones con 3 - 4 meses de siembra fueron seleccionados y etiquetados adecuadamente, hasta el momento de su injertación.

3.2.3. Chupón basal en troncos de cacao antiguos

En una plantación de cacao antigua del campo experimental Tulumayo se ha venido renovándolo a través de la emisión de chupones basales. Estas han tenido un mantenimiento de emisión de los brotes, cuidados con deshierbos y control de plagas. En dicha área los chupones basales de aproximadamente de 3 - 4 meses fueron seleccionados y etiquetados adecuadamente, hasta el momento de su injertación.

3.2.4. Injertación

a. Selección y preparación de varas yemeras

Las varas se colectaron de plantas adultas del clon CCN-51 y el mismo día fue efectuado la injertación. Cada vara yemera estaba fraccionada de 10 a 12 cm aproximadamente con tres yemas por cada vareta.

b. injertación

El injerto se efectuó cuando los plántones y el chupón alcanzaron el mejor vigor y grosor de un lápiz, aproximadamente de 3 a 4 meses a 30 cm de altura. Se buscó la mayor uniformidad posible. En los tres sistemas de siembra se efectuó la injertación con el tipo de injerto de púa lateral.

c. Descintado del injerto

Un pre-descintado, a través de cortes laterales, se realizó después de 15 a 20 días de la injertación y el descintado total se efectuó entre los 30 a 40 días de realizado la injertación.

3.2.5. Labores agronómicas en el experimento

Durante la ejecución del experimento se aplicaron todas las prácticas culturales apropiadas para un buen desarrollo de las plantas injertadas de cacao, como: deshierbos, colocar tutores en cada injerto y control de plagas.

3.3. Variables evaluadas

Todas las evaluaciones fueron efectuadas a intervalos de 30 días durante 6 meses. Para lo cual fueron seleccionados en cada tratamiento 80 plantas (20 plantas útiles por repetición), uniformes en su desarrollo a cada mes. Se efectuaron seis evaluaciones mensuales, a los 30 días después de la injertación (ddi) (noviembre 2017), 60 ddi (diciembre 2017), 90 ddi (enero 2018), 120 ddi (febrero 2018), 150 ddi (marzo 2018) y 180 ddi (abril 2018) de las siguientes características vegetativas:

3.3.1. Número de brotes del injerto

Se contaron el número de brotes (Ramas) desarrollados de cada yema principal de la vara del injerto.

3.3.2. Longitud de brote

Se registró la longitud en centímetros de cada brote (Rama) principal desarrollado medido desde la base de la vareta hasta su parte apical. Fue medido con una wincha de 1,5 m.

3.3.3. Diámetro del injerto

Se midió el diámetro en milímetros de cada brote (Rama) principal desarrollado en la base inferior de cada uno de ellos. Fue medido con un vernier.

3.3.4. Número de hojas del injerto

Se contaron el número de hojas de cada uno de los brotes (Rama) o injertos desarrollados de la vara del injerto.

3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos de este estudio se describen en la Tabla 1. Esta investigación formó parte de un trabajo de experimentación mucho más amplio que conduce el Dr. Rolando A. Ríos Ruiz con el objetivo de evaluar y seleccionar nuevos clones de cacao en el campo experimental Tulumayo y en las que intervienen varios estudiantes de pre y posgrado (Ríos-Ruiz, 2015).

Tabla 1. Tratamientos de estudio.

Tratamientos	Descripción de los tratamientos
T1	Injerto en plántones producidos en vivero.
T2	Injerto en plántones sembrados en campo.
T3	Injerto en chupón basal.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental empleado para el presente trabajo de tesis fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Modelo aditivo lineal

$$\gamma_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

γ_{ij} = Es el mejor comportamiento del injerto en obtenido en la unidad experimental correspondiente al i-ésimo injerto en los diferentes métodos de siembra y j-ésimo bloque o repetición.

μ = Es el efecto de la media general.

α_i = Es el efecto del i-ésimo injerto en los diferentes métodos de siembra.

β_j = Es el efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Es el efecto aleatorio del error experimental i-ésimo injerto en los diferentes métodos de siembra y el j-ésimo bloque o repetición.

Para:

$i = 1, 2$ y 3 injerto en diferentes métodos de siembra.

$j = 1, 2, 3$ y 4 bloques.

Las variables en estudio fueron sometidos a análisis de variancia (F. tab. = 0,05), determinándose el coeficiente de variabilidad de los ensayos. Se realizó la prueba de diferencias de medias con el comparador Duncan ($\alpha = 0,05$). Además, se realizó el análisis de regresión simple para determinar la velocidad de crecimiento entre los tratamientos. Estos análisis se realizaron con el software SPSS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Número de brotes

Para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos en estudio se realizó el análisis de varianza (Tabla 2) y prueba de Duncan (Tabla 3) con respecto al número de brotes de los injertos realizados en plántones producidos en vivero, sembrados campo y en chupón basal de árboles adultos de cacao, efectuados en seis evaluaciones durante los meses de noviembre y diciembre del 2017, enero, febrero, marzo y abril del 2018. En el Tabla 2, se observa que en los bloques no existe significación estadística en todas las evaluaciones, dando coeficientes de variación bajos entre 7,14 % y 11,68 % indicándonos una buena homogeneidad del ensayo experimental. En relación con los tratamientos hubo diferencias significativas entre ellas, a excepción de la primera evaluación.

Realizado la prueba de Duncan (Tabla 3) se muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, donde en su mayoría entre los tratamientos T3 (Injerto en chupón basal) y T2 (Injerto en plántones sembrado en campo) son estadísticamente similares, manteniendo y desarrollando mayor número de brotes, pero diferente y superiores al T1 (Injerto en plántones producido en vivero), es probable que la mayor cantidad de brotes sea porque hubo una rápida expansión celular durante la división celular (Taiz y Zeiger, 2006) y que el crecimiento en el campo proveen mejores condiciones de sustrato para el desarrollo de las raíces y crecimiento y manutención del número de brotes que crecen de cada yema de la vara yemera.

Tabla 2. Análisis de varianza para el número de brotes del injerto, durante seis evaluaciones.

Fuente de variabilidad	G.	L.	Cuadrados medios										
			(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)					
Bloques	3	0,008	NS	0,008	NS	0,042	NS	0,009	NS	0,021	NS	0,030	NS
Tratamientos	2	0,052	NS	0,486	S	0,347	S	0,344	S	0,331	S	0,160	S
Error exp.	6	0,050		0,031		0,050		0,021		0,082		0,040	
Total	11												
CV (%)			8,59		7,14		8,84		6,06		11,68		7,87

ddi: Días después de la injertación
NS: No existe significación estadística
S: Existe significación estadística
CV: Coeficiente de variación

Tabla 3. Prueba de Duncan para el número de brotes del injerto, durante seis evaluaciones.

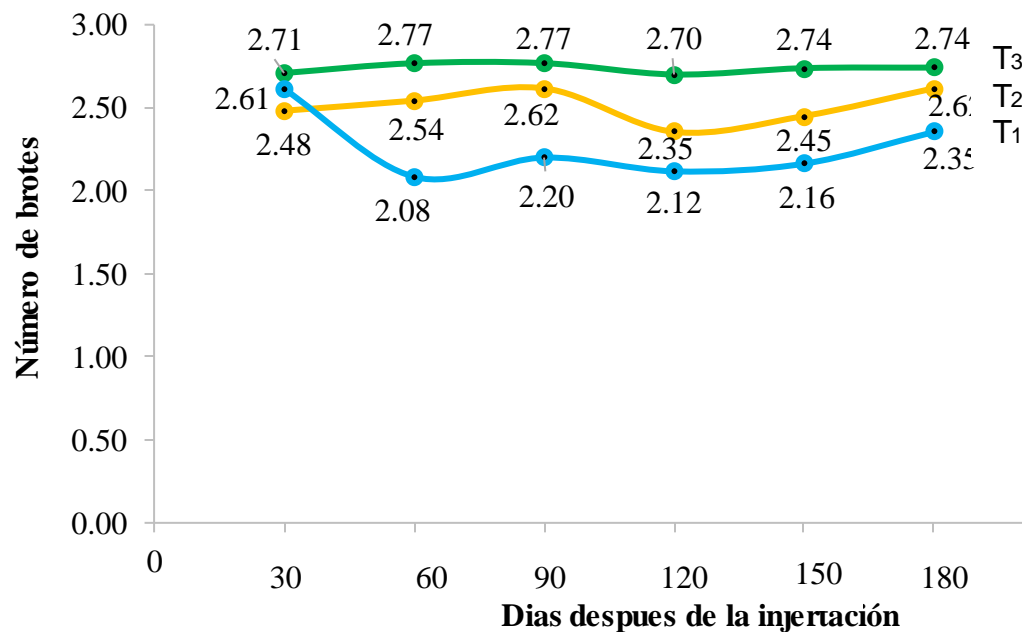
Tratamiento	Promedio de número de brotes del injerto					
	(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)
T1 (Injerto en planta en vivero)	2,613 a	2,084 b	2,199 b	2,116 b	2,162 b	2,354 b
T2 (Injerto en planta en campo)	2,481 a	2,542 a	2,616 a	2,354 b	2,450 ab	2,616 ab
T3 (Injerto en chupón basal)	2,708 a	2,768 a	2,768 a	2,700 a	2,738 ab	2,741 a
CV (%)	8,59	7,14	8,84	6,06	11,68	7,87

ddi: Días después de la injertación

CV: Coeficiente de variación

*En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre si (Duncan P:0,005)

En la Figura 1 se observa el comportamiento durante las seis evaluaciones de los tratamientos en estudio. En ella se muestra que el tratamiento T3 tiene mayor número de brotes en las seis evaluaciones realizadas, además es necesario indicar que el T2 y el T1, no muestran ser superiores en ninguna evaluación al primer resultado del T3. La mayor cantidad de brotes en el T3 puede ser porque el patrón (Chupón basal) está ligado a una planta adulta que tiene un mayor sistema radicular permitiendo así una mayor absorción de minerales que son pasado al injerto (Hartman y Keser, 1996) y por ende un mayor desarrollo de brotes. El T2 y T1 que tiene una menor cantidad de brotes y evidentemente un sistema radical menor que el patrón del T3 tienen menor desarrollo de brotes; además a los 60 días se observa una disminución- de brotes debiéndose a la muerte prematura por ataque de plagas.

Dónde: T₁: Injerto en plantones producidos en vivero.T₂: Injerto en plantones sembrados en campo.T₃: Injerto en Chupón basal.**Figura 1.** Comportamiento del número de brotes en las seis evaluaciones.

4.2. Longitud de brotes

En el Tabla 4, se presenta el análisis de variancia para la longitud de brotes en seis evaluaciones, donde se observa que en bloques no son significativos, mientras que los tratamientos presentaron en su mayoría una alta significación estadística en casi todas las evaluaciones, es decir que algunos tratamientos tuvieron influencia en la longitud de brotes del injerto. Los coeficientes de variación están entre 7,63 % y 12,20 % que indica un estimado bueno.

Tabla 4. Análisis de varianza para longitud del brote del injerto, en seis evaluaciones.

Fuente de variabilidad	G.L.	Cuadrados medios											
		(30 ddi)		(60 ddi)		(90 ddi)		(120 ddi)		(150 ddi)		(180 ddi)	
Bloques	3	0,521	NS	5,756	NS	13,226	NS	36,331	NS	3,364	NS	51,884	NS
Tratamientos	2	141,996	S	451,21	S	858,899	S	2757,26	AS	4277,804	AS	4963,59	AS
Error exp.	6	1,384		1,86		5,32		13,803		13,606		39,65	
Total	11												
CV (%)		12,2		9,19		10,10		9,89		7,63		9,72	

ddi: Días después de la injertación

NS: No existe significación estadística

S: Existe significación estadística

AS: Existe alta significación estadística

CV: Coeficiente de variación

Realizado la prueba de Duncan (Tabla 5) se muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio en dos formas: en las tres primeras evaluaciones el tratamiento T3 (injerto en chupón basal) es superior estadísticamente al tratamiento T1 (Injerto en plántones producido en vivero) y T2 (Injerto en plántones sembrado en campo) sin que exista diferencia entre estos últimos; mientras que en las evaluaciones a los 120 ddi, 150 ddi y 180 ddi se muestran mayores diferencias, donde el T3 supera estadísticamente al T2 y este a la vez supera estadísticamente al T1. Habiendo una clara demostración que el desarrollo en longitud del injerto está influenciado por el tipo de sistema de siembra, así, el injerto en chupón basal tiene un crecimiento mayor que el del plánton sembrado en campo y este a la vez mayor al de los plántones producidos en vivero, haciendo con que esta respuesta que manifiesta el injerto es porque además de que los tejidos del patrón y de la vara, se adhirieron y tuvieron un adecuado prendimiento, tuvieron una mayor masa radicular generando así mayor intercambio de nutrientes, dando lugar a una mayor influencia de un patrón vigoroso al injerto y por lo tanto el efecto entre los patrones de vivero poco desarrollados ejercen un efecto lento en la yemas utilizadas tal como menciona Ramírez (como se citó en Tenazoa, 2016). Del mismo modo Arana (2016), en su estudio para evaluar tres técnicas de injerto, en tres genotipos de cacao en chupón basal obtuvieron el mayor promedio de altura de brote fue con la variedad de

Ila – 90 con un promedio de 56,70 cm con los injertos de corona y púa terminal, ambos injertos fueron estadísticamente superiores que el injerto de aproximación. Además, es necesario precisar que Rengifo (como se citó en Gamboa, 2015) manifiesta que el efecto ambiental influye en un 70 % por ciento sobre el comportamiento de las plantas injertadas de cacao.

Tabla 5. Prueba de Duncan para longitud del brote del injerto, en seis evaluaciones.

Tratamiento	Promedio de número de longitud del brote del injerto					
	(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)
T1 (Injerto en planta en vivero)	5,13 b	7,80 b	13,02 b	16,29 c	22,03 c	33,48 c
T2 (Injerto en planta en campo)	7,40 b	9,67 b	15,78 b	29,45 b	38,04 b	57,78 b
T3 (Injerto en chupón basal)	16,40 a	27,06 a	39,67 a	66,89 a	84,96 a	102,90 a
CV (%)	12,20	9,19	10,10	9,89	7,63	9,72

*En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P: 0,005)

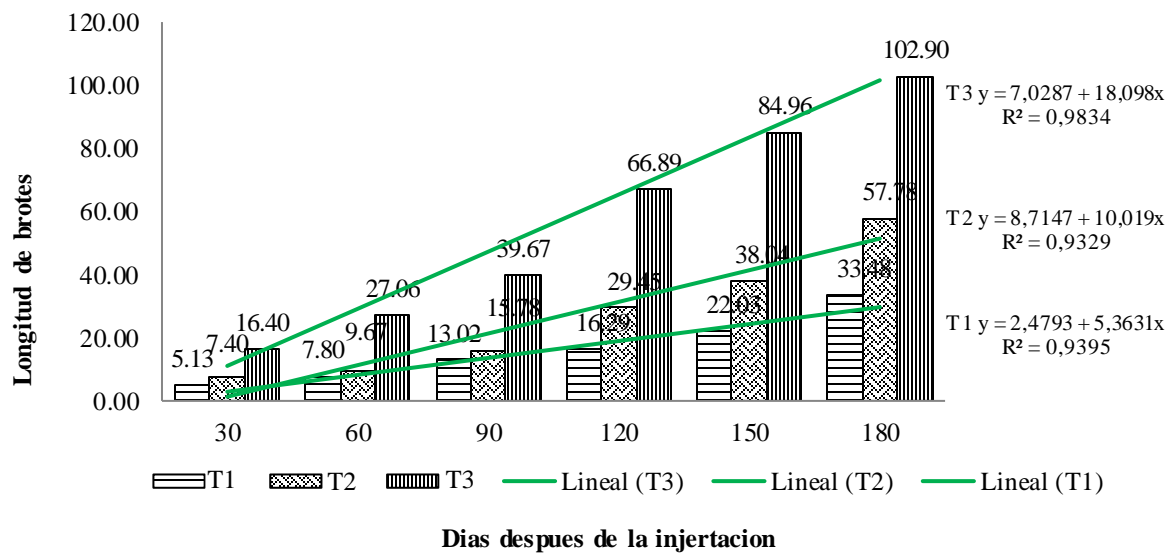
ddi: Días después de la injertación

CV: Coeficiente de variación

La Figura 2, del comportamiento de la longitud de brotes en seis evaluaciones nos muestra que el tratamiento T3 (Injerto en el Chupón basal) tiene mayor longitud de brotes durante las seis evaluaciones realizadas, seguida del T2 (Injerto en plantones sembrados en campo) y el T1 (Injerto en plantones producidos en vivero). Este mismo comportamiento se ratifica cuando realizado el análisis de regresión, mostrando mayor velocidad de crecimiento el tratamiento T3. Esta respuesta posiblemente sea porque el sistema radical del patrón tuvo una influencia directa hacia el injerto tal como menciona Hartmant y Keser (1996), quienes indican que el sistema radical del patrón desempeña el papel principal en los efectos sobre el injerto.

4.3. Diámetro de brote

En el Tablas 6, se puede apreciar que, de acuerdo con el ANVA existe en su mayoría alta significación estadística entre los tratamientos en estudio. El CV indica que existe buena homogeneidad entre las unidades experimentales para las seis evaluaciones con valores bajos de entre 5,67 y 15,00 %.



T1: Injerto en plántones producidos en vivero.
 T2: Injerto en plántones sembrados en campo.
 T3: Injerto en el Chupón basal.

Figura 2. Comportamiento y análisis de regresión de la longitud de brotes en las seis evaluaciones.

Tabla 6. Análisis de varianza para el diámetro del brote del injerto, durante seis evaluaciones.

Fuente de variabilidad	GL.	Cuadrados medios					
		(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)
Bloques	3	0,002 NS	0,005 NS	0,003 NS	0,010 NS	0,002 NS	0,024 NS
Tratamientos	2	0,104 AS	0,186 S	0,349 S	0,603 AS	1,412 AS	1,557 AS
Error exp.	6	0,002	0,003	0,001	0,005	0,005	0,005
Total	11						
CV (%)		15,00	13,55	5,67	9,34	6,95	6,14

ddi: Días después de la injertación
 NS: No existe significación estadística
 S: Existe significación estadística
 AS: Existe alta significación estadística
 CV: Coeficiente de variación

Realizado la prueba de Duncan (Tabla 7) se muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio en una misma forma en todas las seis evaluaciones realizadas, donde el tratamiento T3 (Injerto en chupón basal) supera estadísticamente al tratamiento T2 (Injerto en plántones sembrados en campo) y este a la vez supera estadísticamente al tratamiento T1 (Injerto en plántones producidos en vivero). El desarrollo en diámetro del injerto está influenciado por el tipo de sistema de siembra, así, el injerto en chupón basal tiene un crecimiento mayor que el del plánton sembrado en campo y este a la vez mayor

al de los plántones producidos en vivero, debido posiblemente a la mayor masa radicular del tipo de patrón, como lo refiere Hardy (1961), que menciona que las características del patrón y vara injertada en buenas condiciones se tendrá más rápido será el crecimiento en diámetro y longitud.

Tabla 7. Prueba de Duncan para el diámetro del brote del injerto, durante seis evaluaciones.

Tratamiento	Promedio de número de diámetro del brote del injerto					
	(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)
T1 (Injerto en planta en vivero)	0,147 c	0,209 c	0,318 c	0,436 c	0,535 c	0,641 c
T2 (Injerto en planta en campo)	0,279 b	0,368 b	0,467 b	0,648 b	0,836 b	0,965 b
T3 (Injerto en chupón basal)	0,468 a	0,635 a	0,888 a	1,189 a	1,688 a	1,846 a
CV (%)	15,00	13,55	5,67	9,34	6,95	6,14

*En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P: 0,005)

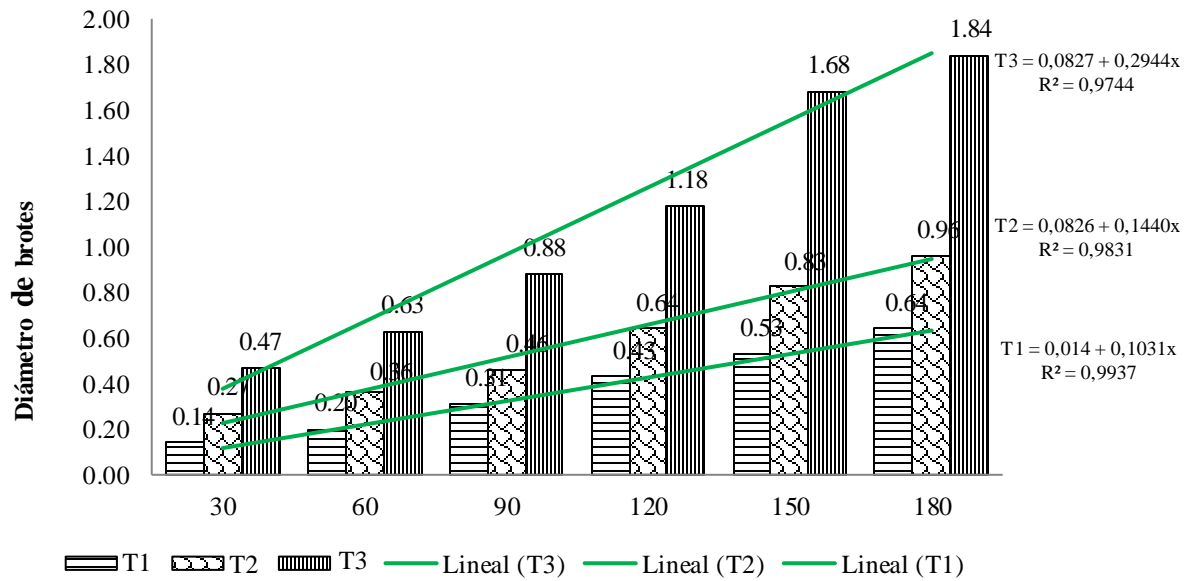
ddi: Días después de la injertación

CV: Coeficiente de variación

La Figura 3, del comportamiento del diámetro de brotes en seis evaluaciones nos muestra que el tratamiento T3 (Injerto en el Chupón basal) tiene mayor diámetro durante las seis evaluaciones realizadas, seguida del T2 (Injerto en plántones sembrados en campo) y el T1 (Injerto en plántones producidos en vivero). Efectuado el análisis de regresión nos muestra que el tratamiento T3, presenta una mayor velocidad de crecimiento en diámetro. Estos resultados como ya se describió anteriormente se da por la influencia del patrón, coincidiendo de esta manera con López et. al. (como se citó en Guevara, 2011), quienes reportan que el diámetro del patrón es determinante en crecimiento y desarrollo de los injertos; además se debe a que la sabia en los chupones basales están más disponibles para el crecimiento y desarrollo del injerto.

4.4. Número de hojas

En la Tabla 8, se muestra el ANVA para el número de hojas de brotes en seis evaluaciones, donde se observa que en bloques no son significativos, mientras que los tratamientos presentaron en su mayoría una alta significancia estadística en casi todas las evaluaciones, es decir que algunos tratamientos tuvieron influencia en el número de hojas de brotes del injerto. Los coeficientes de variación están entre 5,41 % y 20,14 % que indica una buena homogeneidad del experimento.



Días después de la injertación

T1: Injerto en plántones producidos en vivero.
 T2: Injerto en plántones sembrados en campo.
 T3: Injerto en el Chupón basal.

Figura 3. Comportamiento y análisis de regresión del diámetro de brotes en las seis evaluaciones.

Tabla 8. Análisis de varianza para el número de hojas del injerto, durante seis evaluaciones.

Fuente de variabilidad	GL.	Cuadrados medios					
		(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)
Bloques	3	0,268 NS	1,095 NS	2,618 NS	24,211 NS	23,422 NS	109,660 NS
Tratamientos	2	8,598 S	52,780 S	167,007 AS	1853,220 S	6184,690 AS	11170,790 AS
Error exp.	6	0,042	0,402	1,153	21,660	33,323	61,382
Total	11						
CV (%)		5,41	10,13	10,00	20,14	15,16	13,75

ddi: Días después de la injertación
 NS: No existe significación estadística
 S: Existe significación estadística
 AS: Existe alta significación estadística
 CV: Coeficiente de variación

Realizado la prueba de Duncan (Tabla 9), se muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio en dos formas: en las tres primeras evaluaciones el tratamiento T3 (Injerto en chupón basal) es superior estadísticamente al tratamiento T1 (Injerto en plántones producido en vivero) y T2 (Injerto en plántones sembrado en campo) sin que exista diferencia entre estos últimos; mientras que en las evaluaciones a los 150 y 180 días después de la injertación se muestran mayores diferencias, donde el T3 supera estadísticamente al T2 y este a la vez supera estadísticamente al T1.

Pensamos que el desarrollo en número de hojas del injerto está influenciado por el tipo de sistema de siembra, así, el injerto en chupón basal tiene un crecimiento mayor que el del plantón sembrado en campo y este a la vez mayor al de los plantones producidos en vivero. Estos resultados posiblemente obedezcan al mayor desarrollo radicular del patrón donde está anclado el chupón basal que aumenta en el tiempo la longitud del injerto donde crecen las hojas y de los factores hormonales de crecimiento tal como menciona Grandes (como se citó en Guevara, 2011). Por otro lado, en el periodo de ejecución del experimento, a partir de la cuarta evaluación se ha incrementado las lluvias (Tabla 10) haciendo con que el tratamiento de mayor crecimiento también incremente el número de hojas del brote de injerto. Condiciones edafoclimáticas favorables en una región generan condiciones adecuadas para asegurar el desarrollo de los injertos (Adriazola, 2003; Paredes, 2004).

Tabla 9. Prueba de Duncan para el número de hojas del brote del injerto, durante seis evaluaciones.

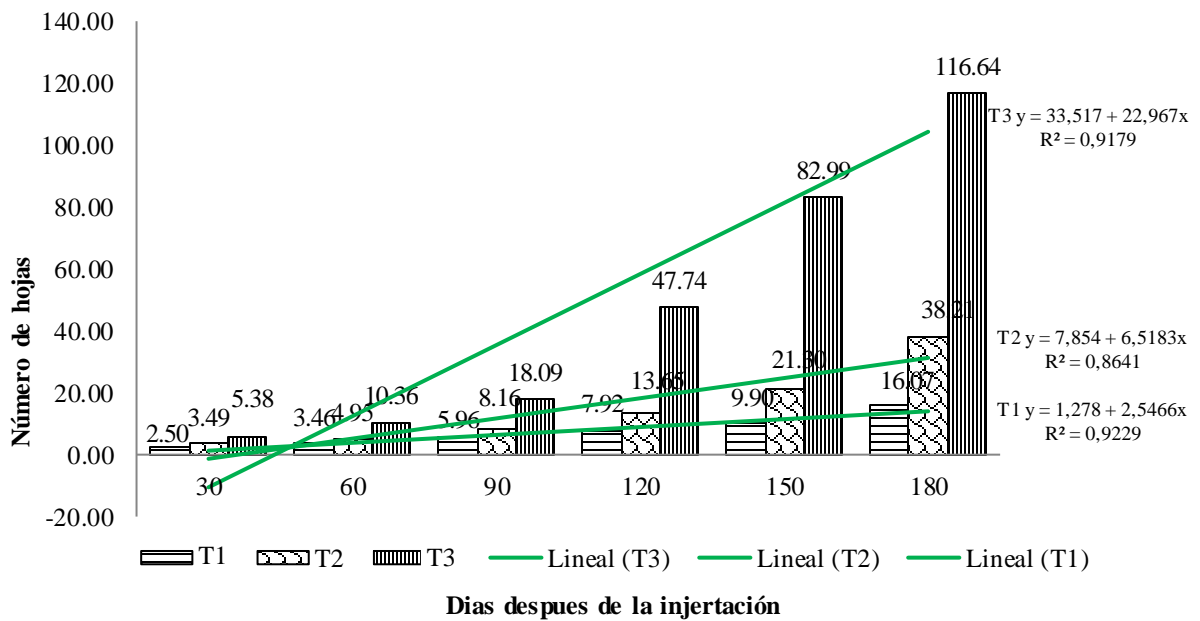
Tratamiento	Promedio de número de hojas del brote del injerto					
	(30 ddi)	(60 ddi)	(90 ddi)	(120 ddi)	(150 ddi)	(180 ddi)
T1. Injerto en planta en vivero	2,497 b	3,458 b	5,956 c	7,921 b	9,903 c	16,07 c
T2. Injerto en planta en campo	3,487 b	4,947 b	8,162 b	13,651 b	21,300 c	38,21 b
T3. Injerto en chupón basal	5,382 a	10,361 a	18,087 a	47,736 a	82,989 a	116,60 a
CV (%)	5,41	10,13	10,00	20,14	15,16	13,75

*En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P:0.005)

ddi: Días después de la injertación

CV: Coeficiente de variación

La Figura 4, del comportamiento del número de hojas en seis evaluaciones nos muestra que el tratamiento T3 (Injerto en el Chupón basal), tiene mayor cantidad de hojas durante las seis evaluaciones con respecto al T2 (Injerto en plantones producidos en campo) y el T1 (Injerto en plantones producidos en vivero). Efectuado el análisis de regresión nos muestra que el tratamiento T3, presenta una mayor velocidad de crecimiento en número de hojas. Esta respuesta es probable que sea por el patrón más vigoroso que presenta, además es posible que el brote de las nuevas hojas pudo verse influenciada por las características climáticas que presento el medio tal como menciona Hardy (1961), quien indica que la brotación de hojas tiene lugar cuando la temperatura media sobrepasa cierto valor y está asociado a un rango amplio de temperatura diaria, unido esto a la suficiente precipitación en dicho periodo.



T1: Injerto en plántones producidos en vivero.
 T2: Injerto en plántones sembrados en campo.
 T3: Injerto en el Chupón basal.

Figura 4. Comportamiento y análisis de regresión del número de hojas de brotes en las seis evaluaciones.

El sistema de propagación asexual por injertos en cacao tiene varias modalidades de siembra, algunos más estudiados como los producidos en vivero y los sembrados en campo, y otros menos estudiados como los injertos de chupón basal. Estos resultados obtenidos con este estudio, comparando el comportamiento vegetativo del injerto en tres diferentes sistemas de siembra (T1: plántones producidos en vivero, T2: plántones sembrados en campo y T3: chupón basal de árboles adultos de cacao) son los primeros relatados en Tingo María donde demuestran que se obtiene un mayor desarrollo del injerto en cacao cuanto más amplio es el desarrollo del patrón, así los injertos en chupones basales de árboles adultos de cacao, crecen y se desarrollan más abundantemente que los de plántones sembrados en campo y de los plántones producidos en vivero. Convirtiéndose en una excelente alternativa para el proceso de rehabilitación y renovación de cacaotales adultos en el Perú.

Todavía nuestros resultados también han demostrado que el injerto en plántones sembrados en campo, tienen el mismo efecto, aún en menor magnitud que el de chupón, siendo también una alternativa muy viable para el proceso de siembra como de renovación de plantaciones de cacao.

Por último, el método convencional de injerto en plántones en vivero puede tener ventajas de producción en forma masiva en un solo local, pero dependerá de su manejo y del tiempo y la época de llevar a campo para que esta pueda alcanzar buen desarrollo.

V. CONCLUSIONES

1. Comparando el comportamiento vegetativo del injerto de cacao en tres diferentes sistemas de siembra (T1: plántones producidos en vivero, T2: plántones sembrados en campo y T3: chupón basal de árboles adultos) se obtiene un mayor desarrollo del injerto cuanto más amplio es el desarrollo del patrón, así los injertos en chupones basales de árboles adultos de cacao, crecen y se desarrollan más rápido y abundantemente que los de plántones sembrados en campo y de los plántones producidos en vivero.
2. El injerto en el chupón basal (T3) tuvo significativamente mayor número de brotes desde el inicio (2,71) hasta el final de la evaluación (2,74), seguido del T2 (Injerto en plántones sembrados en campo) con 2,62 y el T1 (Injerto en plántones producidos en vivero) con 2,35 en la última evaluación.
3. El injerto en el chupón basal (T3) presentó estadísticamente la mayor longitud durante las seis evaluaciones realizadas, alcanzando los 102,90 cm a los 180 días después de la injertación, seguido del T2 (Injerto en plántones sembrados en campo) con 57,78 cm y del T1 (Injerto en plántones producidos en vivero) con 33,48 cm.
4. El tratamiento con mayor diámetro en las seis evaluaciones realizadas es el T3 (Injerto en el chupón basal), alcanzando superioridad estadística desde los 120 días después de la injertación (ddi) (1,189 cm) seguido del T2 (Injerto en plántones sembrados en campo) y T1 (Injerto en plántones producidos en vivero) con 0,965 y 0,641 cm respectivamente a los 180 ddi.
5. El mayor número de hojas (116,64) lo alcanzó el tratamiento injerto en el chupón basal (T3), siendo estadísticamente significativo superior del tratamiento Injerto en plántones sembrados en campo (T2) con 38,21 y del Injerto en plántones producidos en vivero (T1) con 16,07 hojas, a los 180 días después de la injertación.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Cuando las condiciones para la rehabilitación y/o renovación de plantaciones en el cacao así queden diagnosticadas, debe preferirse el uso del injerto de púa lateral y en el chupón basal.
2. Para la siembra de nuevas áreas de cacao, el sistema de plántones sembrados en campo garantizaría un más rápido y mejor desarrollo del injerto.
3. Realizar diferentes tipos de injerto en los chupones basales de las plantas de cacao, para complementar los resultados aquí obtenidos.
4. Realizar investigaciones evaluando diferentes clones, y así determinar la influencia genética en las características evaluadas.

VII. REFERENCIAS

- Cooperativa Agraria Cacaotera (2006). *Manejo agronómico y sostenible del cacao*, manual para productores. ACOPAGRO.
- Adriazola, J. (2003). *Producción del alimento de los dioses (Theobroma cacao L.)*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Arana, M. (2016). *Evaluación de tres técnicas de injerto, en tres genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) en el proceso de renovación de árboles improductivos en la parcela de El Ceibo Ltda – Sapecho*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional UMSA.BO. <http://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8350>
- Armando, C. (2017). Estudio del cacao en el Perú y el Mundo. Dirección de políticas agrarias. MINAGRI. Perú. Video Conferencia.
- Challo, O. (2019). *Influencia de la edad del patrón de cacao (Theobroma cacao L.) sobre el prendimiento de los injertos ICS-95 y chuncho en el sector de Macamango distrito de Santa Ana – la Convencion*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional UNSAAC. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4442>
- Corven, J y Villanueva, G. (1991). *Rehabilitación de cacao para altos rendimientos en Centroamérica*. (Seminario). Seminario Regional PROCACAO. Costa Rica.
- Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO) (2012). *Manual técnico del cultivo del cacao en el valle de Palcazu*. Lima DESCO. Programa Selva Central.
- Efron, D. (2000). Factores que afectan la altura de la horqueta en injertos ortotrópicos *Ingenie Newsletter* 5, 11-15.
- Gamboa, R. (2015). *Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (Theobroma cacao L.) sobre diferentes patrones en Satipo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional La Molina. <http://repositorio.la.molina.edu.pe/handle/20.500.12996/949>
- Guevara, A. (2011). *Efecto de dos tipos de injerto de hendidura con tres tipos de vara yemera y con dos formas de protección en cacao (Theobroma cacao L.) en Santa Lucia-Aucayacu*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Gómez, M. (2015). *Compatibilidad del patrón y métodos de microinjertación en la propagación del clon de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51*. [Tesis de Pregrado,

- Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/984>
- Gutierrez, R.; Gómez, S. y Facundo, R. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Grupo Nacional de Investigación en Ecofisiología y Metabolismo Vegetal Trópic, Universidad Industrial de Santander - UIS. *Bucaramanga. Colombia*. 12(1), 33-42.
- Hardy, F. (1961). *Manual de cacao*. Editorial Lehmann, Costa Rica.
- Hartmann, T. y Kester, E. (1996). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. Editorial continental S.A. México.
- Instituto de Cultivos Tropicales. (2004). *Manejo y transferencia de tecnología del cacao en el Perú*. ICT. Chiclayo.
- Jara, F. (1991). *Efecto de corte de patrón a diferentes alturas sobre el crecimiento y desarrollo del cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- León, F. (2019). *Evaluación de técnicas de injertado en cinco clones de cacao (Theobroma cacao L.) en el distrito de Cajaruro, provincia Utcubamba, región Amazonas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional UNPRG. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4683>
- Ministerio de Agricultura (2012). *Manejo técnico del cultivo de cacao blanco*. MINAGRI. Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2019). Observatorio de Commodities: Cacao. Boletín de publicación trimestral Enero – Marzo. (MINAGRI). Perú.
- More, M. (2002). *Inducción e injertación de brotes Ortotrópicos con fines de renovación en el Cacaotero (Theobroma cacao L.) en Tingo María*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Morera, J.; Mora, A. y Paredes, A. (1991). Estrategia del CATIE para la rehabilitación de cacao vía propagación vegetativa. En Corven J. y Villanueva G. (Ed.), *Rehabilitación de cacao para altos rendimientos en Centroamérica* (pp.35-42). (Seminario). Seminario Regional PROCACAO. Costa Rica.
- Motamayor, J.; Risterucci, A.; Lopez, P.; Ootiz, C.; Moreno, A and Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I. the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89, 380-386.
- Paredes, A. (2000). *Rehabilitación – Renovación en cacao*. Convenio USAID/Contradrogas. Perú.

- Paredes, A. (2004). *Manual del Cultivo de Cacao*. Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la Amazonia. PROAMAZONIA.
- Rimache, M. (2008). *Cultivo del cacao*. Empresa Editora Macro. Perú.
- Rios-Ruiz, R.A. (2015). Desarrollo de variedades clonales de cacao resistentes a enfermedades en Tingo María – Perú. Proyecto de Investigación. Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. Perú.
- Taiz, L. Y Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal* (3.a ed.). Editorial Publicaciones de la Universitat Jaume. USA.
- Tenazoa, A. (2016). Influencia de las edades del patrón de *Theobroma cacao* L. (cacao) y la desinfección de varas yemeras ICS - 95 y CCN - 51, en el prendimiento del injerto, bajo condiciones de San Alejandro. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. Repositorio institucional UNIA. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia//123>

VIII. ANEXOS

Tabla 10. Datos meteorológicos registrados durante el periodo de ejecución.

Meses del 2017-2018	Temperatura del aire (°C)			Humedad relativa del aire (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Noviembre	30,10	21,57	25,84	77,98	285,50
Diciembre	30,55	21,32	25,94	75,20	242,00
Enero	29,59	20,94	25,27	76,93	350,50
Febrero	29,50	21,30	25,55	85,00	306,90
Marzo	29,90	20,80	25,35	85,00	485,00
Abril	29,90	20,50	25,35	86,00	224,00

Fuente: Estación Climatológica Agrícola Principal Tingo María
Altitud: 590 msnm

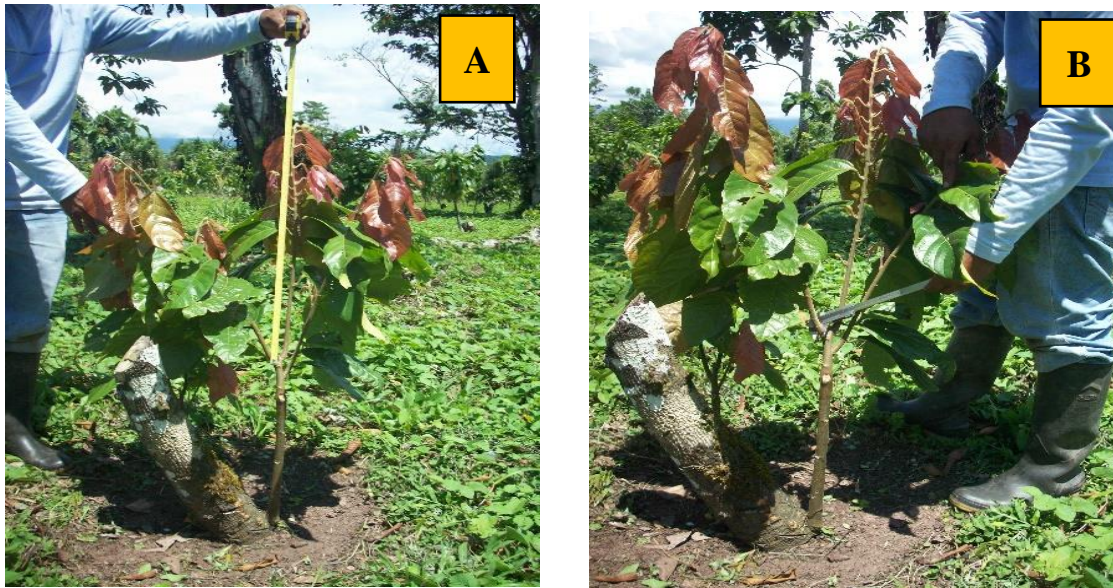


Figura 5. Variables evaluadas en chupón basal: Longitud de brote (A) y diámetro de brote del injerto (B).