UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA

Relación entre la dinámica radicular y la fenología reproductiva de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh* en un Entisol de Ucayali-Perú

Tesis para optar el título de,

INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

Juan Eli Caquiamarca Cáceres

YARINACOCHA, PERÚ
2018

Dedicado con todo mi amor a:
Mis amados padres Juan y Julia, y
a mis hermanos Soledad, Wilmer, Luz y Flor

AGRADECIMIENTO

A las siguientes instituciones y personas que contribuyeron durante la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación:

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía – UNIA y a los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroforestal Acuícola, por las enseñanzas y conocimientos transmitidos durante mi formación profesional.

Al Centro de Investigaciones Dale E. Bandy – del IIAP Ucayali, por haber facilitado sus instalaciones y parcelas experimentales para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A los Ingenieros: Nadia Masaya Panduro Tenazoa – Asesora y Carlos Abanto Rodríguez por su orientación y apoyo incondicional durante la ejecución del trabajo de investigación.

Al Ing. Pablo Villegas por su apoyo con sus conocimientos en la etapa final del trabajo de investigación.

Agradezco también a todos mis amigos en especial a Daniela Vázquez Reátegui, Franz Ricardo Sinarahua y Elías Aponte Rojas por el apoyo en la ejecución y redacción de la tesis.

Al señor Aníbal Chávez, por haber facilitado su parcela de camu-camu para ejecutar el presente estudio.

Así mismo a los jurados de tesis Mariano Magdaleno Mendoza Carlos, Ena Vilma Velazco Castro y Juan Luis Pérez Marín.

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la sala destinada para la sustentación de tesis, campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia ubicada en el Distrito de Yarinacocha, provincia de coronel Portillo, ciudad capital de Pucallpa, a 13:10 horas del día Miercoles 05.09.2018 (en letras), se reunió el Jurado de Tesis presidido por Dr. Mariano Magdaleno Mendoza Carlos e integrado por Ing. Ena Vilma Velazco Cástro ; Dr. Juan Luis Pérez Marín en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de la tesis titulada Relacion entre la dinámica radicular y la fenología reproductiva de cuatro clones de Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh en un Entisol de Ucayali – Perú cuya responsabilidad corresponde al (la) Bachiller en Ingeniería Agroforestal Acuícola ; Caquiamarca Cáceres Juan Eli

a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal Acuícola

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

Presidente	Mariano Magdaleno Mendoza Carlos	28
Miembro	Ena Vilma Velazco Cástro	23
Miembro	Juan Luis Pérez Marín	25
	PROMEDIO	25

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente

sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Aprobado asignándole un calificativo de 25 puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Siendo las 13:30 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

Nombre: Mariano M. Mendoza Carlos **Presidente**	Nombre: Ena Vilma Velazco Cástro **Miembro**
Nombre: Juan Luis Pérez Marín **Miembro**	

Nombre Asesor: Nadia Masaya Panduro Tenazoa

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

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....1
2.1. Antecedentes de la investigación 1
2.2. Bases teóricas.....3
2.2.1. Generalidades del Camu camu Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh 3
2.2.2. Generalidades de las raíces 9
2.2.3. Generalidades de los Entisols 13
2.2.4. Generalidades de los rizotrones 13
2.2.5. Avances en el mejoramiento genético del camu camu 15
2.2.6. Características fenotípicas de los clones de camu camu. 16
2.3. Variables 18
III. MÉTODOS.....19
3.1. Características del lugar de estudio.....19
3.1.1. Ubicación política 19
3.1.2. Ubicación geográfica 19
3.1.3. Mapa de ubicación de la parcela experimental 19
3.2. Características del material de estudio 20
3.3. Procedimiento para la ejecución del estudio.....20
3.4. Diseño de la investigación. 24
3.4.1. Modelo matemático. 24
3.4.2. Tratamientos y Croquis. 24
3.4.3. Observaciones a registrar. 25
3.5. Población y muestra. 25
3.5.1. Población. 25
3.5.2. Muestra. 25
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 25
3.6.1. Técnica. 25
3.6.2. Instrumentos. 25
3.7. Procesamiento de datos 25
IV. RESULTADOS Y DISCUCIÓN.....26
4.1. Características agronómicas de los clones de camu camu en estudio 26
4.1.1. Número de raíces (NR) y longitud de raíces (LR) 26
4.1.2. Peso de raíz 29
4.1.3. Número de brotes (NB), longitud de brote (LB) y número de entrenudos (NE) …….....31

4.1.4. Número de botones florales (NBF), número de frutos verdes (NFV) y número de frutos de cosecha (NFC).....35
4.1.5. Peso de frutos por tratamiento (g) y rendimiento de fruto (t ha^{-1}) 39
4.2. Correlación entre la raíz y el vigor de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10..41
4.3. Correlación entre la raíz y las variables de producción, de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10……..…….……..43
4.3.1. Correlación del clon 3B-F1 43
4.3.2. Correlación del clon E3-F7 44
4.3.3. Correlación del clon E3-F8 46
4.3.4. Correlación del clon E3-F10 47
4.4. Correlación entre los factores ambientales y variables aérea y radicular de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10.....48
V. CONCLUSIONES 53
VI. RECOMENDACIONES 54
VII. BIBLIOGRAFÍA 55
ANEXOS.....60

ÍNDICE DE CUADROS

En el texto:

01. Cuadro de variables en estudio.....18
02. Distribución de los tratamientos y bloques. 24
03. Análisis de varianza (ANVA) para el número de raíces (NR) y longitud de raíz (LR), de los clones de camu-camu en estudio, durante 196 días.....26
04. Análisis de variancia (ANVA) para el peso de raíz (PR) de cuatro clones de camu-camu en estudio.....29
05. Análisis de variancia para el número de brotes (NB), longitud de brote (LB) y número de entrenudos (NE) de diferentes clones de camu-camu.....31
06. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de botones florales (NBF), número de frutos verdes (NFV) y número de frutos de cosecha (NFC).....35
07. Análisis de variancia para la variable número de frutos verdes (NFV), y número de frutos de cosecha (NFC). 37
08. Análisis de variancia (ANVA) para el peso de fruto (PF), peso de raíz (PR) y rendimiento de fruto (RF) de diferentes clones de camu camu. 39
09. Correlación de la raíz y el vigor del clon 3B-F1. 42
10. Correlación de la raíz y el vigor del clon E3-F7. 42
11. Correlación de la raíz y el vigor del clon E3-F8. 42
12. Correlación de la raíz y el vigor del clon E3-F10. 42
13. Correlación de las variables radiculares y aéreas por etapas fenológicas del clon 3B-F1. 44
14. Correlación de las variables radiculares y aéreas por etapas fenológicas del clon E3-F7. 45
15. Correlación de las variables radiculares y aéreas por etapas fenológicas del clon E3-F8. 46
16. Correlación de las variables radiculares y aéreas del clon E3-F10. 47
17. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon 3B-F1. 49
18. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon E3-F7, con datos agrupados mensualmente. 50
19. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon E3-F8, con datos agrupados mensualmente. 51
20. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon E3-F10, con datos agrupados mensualmente. 52

En el anexo:

21. Ficha de evaluación de las variables estudiadas.....61
22. Base de datos de las variables estudiadas. 62
23. Variables aéreas y radiculares por etapas fenológicas de los cuatro clones. 63
24. Correlación general entre los factores ambientales y las variables aéreas y radiculares. 64
25. Fases fenológicas de los cuatro clones en estudio. 64
26. Datos Meteorológicos de la estación climatológica principal-UNU. 65

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto:

01. Ciclo reproductivo del camu camu en condiciones de fertirriego y manejo agronómico. 6
02. Estructura de la raíz. C, cuello. ca, caliptra. d, zona de diferenciación. p, zona pilífera. rp, raíz primaria. rs, raíz secundaria. s, zona suberificada. 9
03. Factores que afectan el desarrollo del sistema radicular. 11
04. Instalación de un rizotrón. 15
05. Mapa de ubicación de la parcela experimental. 19
06. Número de raíces de los cuatro clones de camu camu en el tiempo. 27
07. Longitud de raíces, de los clones de camu camu, en estudio, durante el periodo de 196 días. 29
08. Comparación del peso de raíz en los cuatro clones de camu camu. 30
09. Número de brotes, de cuatro clones de camu camu. 32
10. Longitud de brotes, de cuatro clones de camu camu. 33
11. Número de entrenudos, de los clones de camu camu en estudio. 34
12. Número de botones florales en los clones de camu camu. 36
13. Número de frutos verdes y de cosecha de camu camu. 37
14. Comportamiento del número de frutos verdes en el tiempo. 38
15. Comportamiento del número de frutos de cosecha en el tiempo (días). 39
16. Peso de frutos en los diferentes clones de camu camu. 40
17. Rendimiento de frutos en los diferentes clones de camu. 40

En el anexo:

18. Limpieza del terreno 66
19. Poda de fructificación 66
20. Defoliación manual 66
21. Muestreo de suelo 67
22. Apertura de trinchera 67
23. Marcado e instalación de rizotrones 67
24. Colocación de la tapa 68
25. Conteo de raíces 68
26. Medición de raíces 68
27**.** Medición de brotes 69
28. Frutos de cosecha 69
29. Mantenimiento de la plantación 69

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las características agronómicas y Determinar la relación entre la dinámica radicular y la fenología de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, fue realizado un experimento de competición de clones mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en esquema de parcelas subdivididas en el tiempo, con tres repeticiones y una planta por parcela experimental, las parcelas estuvieron constituidas por cuatro clones (3B-F1, E3-F7, E3-F8, E3-F10) y las subparcelas por diferentes tiempos de evaluación (días). Las variables evaluadas fueron: número y longitud de raíces, número de botones florales, número de frutos pequeños, número de frutos de cosecha, peso de frutos (g) y rendimiento de frutos en kg ha^{-1}. Del mismo modo fue realizado análisis de correlación para determinar la relación entre las variables radiculares, vegetativas y productivas. En ese sentido el clon E3-F7 presentó los mejores resultados en relación a número de botones florales, frutos de cosecha y peso de fruto con 4937; 677 y 13.33 g respectivamente, y presentó el mayor rendimiento de fruto con más de 10 t ha^{-1}. Del mismo modo fue verificado que no hubo correlación entre las variables del sistema radicular con las variables de vigor. Por el contrario, si presentó correlación positiva y significativa con las variables de producción y del mismo con los factores ambientales. De acuerdo a los resultados, se concluye que después de 10 años de evaluación existen clones de camu-camu que pueden ser recomendados para la instalación en plantaciones comerciales en base a las características evaluadas.

PALABRAS CLAVE: *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh;* Mejoramiento genético; Ucayali.

SUMMARY

In order to evaluate the agronomic characteristics and determine the relationship between the root dynamics and the phenology of four clones of *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, a competition experiment of clones was carried out using a completely randomized block design (DBCA) in plot of plots subdivided in time, with three replications and one plant per experimental plot, the plots consisted of four clones (3B-F1, E3-F7, E3-F8, E3-F10) and subplots for different evaluation times (days). The variables evaluated were: number and length of roots, number of flower buds, number of small fruits, number of harvest fruits, fruit weight (g) and fruit yield in kg ha-1. In the same way, correlation analysis was performed to determine the relationship between root, vegetative and productive variables. In this sense, the clone E3-F7 presented the best results in relation to the number of flower buds, harvest fruits and fruit weight with 4937; 677 and 13.33 g respectively, and presented the highest fruit yield with more than 10 t ha-1. In the same way, it was verified that there was no correlation between the root system variables and the vigor variables. On the other hand, it did present a positive and significant correlation with the production variables and with the environmental factors. According to the results, it is concluded that after 10 years of evaluation there are camu-camu clones that can be recommended for installation in commercial plantations based on the evaluated characteristics.

KEY WORDS: *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*; Genetic improvement; Ucayali

I. INTRODUCCIÓN

El camu camu *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, es una fruta de la región amazónica, pertenece a la familia de las Myrtaceas y fue descrita por primera vez en 1823 por Humboldt, Bonpland y Kunth, como *Psidium dubium* HBK. En 1963, Rogers McVaugh reclasifica esta especie para el género *Myrciaria* (Silva, 2012); su principal característica es el alto contenido de vitamina C en la pulpa comestible que oscila entre 800 a 6100 mg/100g de pulpa y como poderoso antioxidante (Yuyama, 2011; Chang, 2013).

El Perú, actualmente es el mayor productor con una producción aproximada de 10, 615.00 t de fruto por año (Dirección Regional de Agricultura de Loreto - DRAL, 2015; Dirección Regional Sectorial de Agricultura de Ucayali - DRSAU, 2017). Además es el primer exportador mundial, siendo que los principales compradores son: Japón, Estados Unidos y Reino Unido, con participación en el mercado de 41, 97; 31,78 y 4,83 % respectivamente y a su vez, los productos más exportados son pulpa, polvo y cápsulas (SUNAT, 2018); en las regiones de Loreto y Ucayali actualmente existen alrededor de 8.554,95 ha 1345 ha de rodales naturales (ubicadas en los ríos Putumayo, Napo, Nanay, Curaray, tigre y Marañón y Ucayali). 5894 ha plantadas en Loreto (distribuidas en los distritos de Alto Amazonas, Datem del Marañón, Requena, Loreto, Maynas y Ramón Castilla). 1315. 95 ha plantadas en Ucayali (distribuidos en los distritos de Manantay, Callería, Masisea y Yarinacocha).

Sin embargo, las plantaciones instaladas en Ucayali en terraza baja inundables así como en terrazas altas se han adaptado muy bien al entorno pero con altas exigencias en cuanto a manejo agronómico y fertilización; dado que la fertilidad natural de los suelos que ocupa, son rápidamente desequilibrados nutricionalmente campaña tras campaña productiva, a esto se suma que en los pequeños productores de la región Ucayali no es una práctica habitual reponer los nutrientes después de las cosechas. En ese sentido la DRAL (2015) y la DRSAU (2017), mencionan que el rendimiento promedio es aproximadamente de 1 a 2.5 t ha-1, siendo para el camu camu su potencial productivo promedio de 6.4 t ha-1 (Flores, 2016), situación que ha generado problemas sociales y económicos dado que muchas parcelas están siendo abandonadas o destinadas para otros cultivos menos rentables.

Es evidente que se ha logrado avances significativos en la domesticación de la especie, no en tanto existen aspectos que falta aún solucionar, uno de ellos es justamente el bajo rendimiento de fruto de camu-camu puesto que en los últimos 5 años ha disminuido

considerablemente, a ello se suma la poca información con que se cuenta sobre la absorción de los nutrientes y sus necesidades nutricionales en función a su fenología. Para lidiar con este problema es vital conocer a profundidad la dinámica radicular y su relación con la fenología reproductiva del camu camu, y en consecuencia saber cuándo la raíz está en estado de dormancia y de mayor crecimiento; esto sería crucial para optimizar la fertilización y al relacionarlo con la fenología reproductiva optimizaría aún más la productividad de las plantaciones, ya que a su vez se sabría en qué estados fenológicos son los más óptimos para realizar los manejos agronómicos (fertilización).

Por otro lado, con la misma finalidad de atender estos problemas técnicos, diversas instituciones de investigación del Estado Peruano han venido desarrollando diversos trabajos de investigación en mejoramiento genético, manejo agronómico y valor agregado de la especie. En relación al mejoramiento genético, el IIAP Ucayali en convenio con el INIA Pucallpa ha venido desenvolviendo varios trabajos de investigación con la finalidad de avanzar en el proceso de domesticación de camu camu arbustivo en suelos de tierra firme e inundable, debido a la enorme importancia que supone el mejoramiento genético para obtener plantas con mayor uniformidad genética, calidad y rendimiento de fruto (Pinedo, 2012).

En ese sentido, nuevas investigaciones y herramientas deben ser utilizadas para contribuir con los trabajos de selección en el mejoramiento de camu camu. Así, la correlación de las características evaluadas es una herramienta extremamente importante para mostrar la calidad genética del material en su conjunto puesto que permite la evaluación cuantitativa y la relevancia de un carácter en relación a otro. Así, por ejemplo Pinedo (2012), trabajando en análisis de correlación en genotipos de camu camu, verificó que, determinadas características de desarrollo vegetativo y productivo tuvieron alta, media y baja correlación entre ellas. Así también, Ferreira *et al.* (2012), constató que la correlación genotípica fue significativa para la gran parte de las características morfo-agronómicas estudiadas, además los autores determinaron que el análisis de correlación complementa la comprensión de las relaciones entre las características agronómicas en plantas de *Carica papaya*.

En ese sentido, se ha realizado un estudio que recoge la necesidad real de mejorar los sistemas de producción agrícola en suelos de terraza baja inundables de la Región Ucayali, enfocado en la relación existente entre la dinámica radicular y la fenología reproductiva, así como también en el mejoramiento genético de la especie a través de

clones durante una campaña productiva, tal y como está manejado por el agricultor; y para cumplir con la finalidad se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar la relación entre la dinámica radicular y la fenología reproductiva de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, en un Entisol de Ucayali.

Objetivos Específicos

- Evaluar las características agronómicas de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, en un Entisol de Ucayali.

- Conocer la relación entre las características biométricas de la raíz y los índices de vigor de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, en un Entisol de Ucayali.

- Conocer la relación entre las características biométricas de la raíz y los índices de producción de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, en un Entisol de Ucayali.

- Establecer la relación entre los factores ambientales y la fenología aérea y radicular de cuatro clones de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*, en un Entisol de Ucayali.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Sinarahua (2017), realizó estudios con el objetivo de determinar la relación entre la dinámica radicular y la fenología reproductiva de *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh* en los clones Ca-39, Ca-242 y Ca-168, en un Ultisols de Pucallpa- Perú. Se obtuvo como resultado, correlación directa positiva alta entre las variables de las características biométricas de las raíces con los índices de vigor y de producción.

Velazco (2015) Realizó estudios para determinar la fenología reproductiva y extracción de nutrientes por el fruto de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" en terraza alta y terraza baja inundable de la Región Ucayali. Se encontró que existe correlación positiva y significativa entre número de yema floral y número de flores, número de fruto y peso de fruto.

Casas (2014) realizó estudios para determinar la curva de absorción de N, P y K en la biomasa estacional del camu camu. Resultando que la acumulación de frutos se incrementó en las fases de llenado de frutos y frutos maduros en todos los tratamientos. En los tratamientos fertilizados con dosis altas y medias el rendimiento promedio de fruto fue superior al testigo, con valores de 13803.41 y 11888.04 y 8422.01 kg de fruta fresca/ha, respectivamente.

Arévalo (2017) estudió el efecto del sistema de riego, posición y diámetro de estaca en el enraizamiento de camu camu, concluyendo que la interacción de los diferentes factores ambientales como la radiación solar, temperatura y humedad relativa elevada favorecieron la foliación y enraizamiento, acelerando la actividad metabólica de la estacas, induciendo a una mayor expresión de la capacidad generativa de raíces adventicias que posee el camu camu.

Pinedo (2012) en estudios realizados de Análisis de correlación y heredabilidad en el mejoramiento genético del camu camu, subraya que los parámetros "número de ramas basales", "longitud de peciolo" y "peso de frutos" además de presentar una correlación relativamente alta con "rendimiento de fruta" tienen también un nivel intermedio de heredabilidad.

Throp *et al.,* (1995), realizó un estudio para determinar los ciclos de crecimiento del palto (*Persea americana*) mediante el uso de rizotrones ubicados debajo de la copa de los árboles, encontrando que el máximo crecimiento de raíces coincide con la floración, y con los estallidos de crecimiento de primavera y verano para los renuevos, variando el ciclo fenológico en función a los factores climáticos.

Valle *et al.,* (2009), estudiaron el crecimiento radicular de plantones de *Pinus halepensis* y *P. Pinea*, durante el período húmedo del año. Durante el período más frío del año y con temperatura del suelo en torno a 5ºC, la elongación radical de *P. pinea* y *P. halepensis* fue 0.53 y 0.28 mm/día. Las diferencias de crecimiento radicular en el tiempo en ambas especies estuvieron estrechamente relacionadas con las variaciones de temperatura.

Sardá *et al*. (2005), realizaron estudios acerca del crecimiento radicular de plantones de *Retama sphaerocarpa*, *Pistacia terebinthus* y *Olea europea*, durante el período húmedo del año". *Retama sphaerocarpa* presentó durante la mayor parte del período de estudio una mayor elongación radicular que las otras dos especies, mientras que *P. terebinthus* mostró los valores de elongación más bajos.

Aguilar *et al*., (2009), Estudiaron el crecimiento radicular de plantones de *Quercus coccifera* y *Quercus faginea*, durante el período húmedo del año". *Quercus coccifera* presentó una elongación radicular mayor que *Q. faginea* desde el otoño hasta la mitad de la primavera. Ambas especies presentaron sus valores más bajos de elongación radicular entre mediados de diciembre y mediados febrero, cuando la temperatura del suelo a 20 cm de profundidad fue alrededor de 5ºC.

Callejas *et al.,* (2009), investigaron la relación entre el crecimiento radicular de la vid y la temperatura del suelo". Las raíces mostraron diferentes patrones en la distribución de la intensidad de crecimiento en los tres rangos de profundidad, con variaciones entre los sitios de hasta cinco veces en la máxima intensidad de crecimiento anual. Suelos con difusividades térmicas altas (propiedad específica de cada material para caracterizar conducción de calor en condiciones no estacionarias), presentaron ambientes favorables para el crecimiento de raíces.

Vargas *et al.*, (2009), efectuó un estudio sobre el efecto de la longitud radicular al momento del trasplante sobre el crecimiento vegetativo de cuajinicuil (*Inga jinicuil*) en invernadero, concluyendo que el tamaño de la raíz, desde 2 cm de longitud al momento del trasplante, incide significativamente en el crecimiento posterior de la plántula.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Generalidades del Camu camu *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*

Origen y distribución geográfica

El camu camu, es una especie originaria de la región amazónica. Se encuentra al estado silvestre formando rodales naturales en Perú, Brasil, Colombia, Venezuela y Ecuador (Gutiérrez & Cornejo, 2003).

De acuerdo con Pinedo (2015), camu camu se encuentra distribuido de manera natural a lo largo de las riberas de los principales ríos y lagos de la Amazonia peruana, siendo los principales el Putumayo, Napo, Nanay, Curaray, tigre y Marañón en Loreto y Ucayali en la región del mismo nombre con un total de 1345 ha. De otro lado, en lo que concierne a plantaciones el mismo autor sostiene que, actualmente la Región Loreto existen un total de 5 894 ha de las cuales 5, 291 se encuentran en producción y 603 en crecimiento, distribuidos en los distritos de Alto Amazonas, Datem del marañón, Requena, Loreto, Mayanas y Ramón Castilla. De otro lado en la Región Ucayali según la DRAU (2016), existen 1315. 95 ha de las cuales 957 ha están en producción y 358.95 en crecimiento, localizadas principalmente en los distritos de Manantay, Callería y Yarinacocha

Morfología

El Camu camu es un arbusto perenne de crecimiento indeterminado, al estado natural se encuentran plantas con alturas mayores de 6 metros y con igual diámetro de copa (Imán & Melchor, 2007; Rengifo, 2009). Por su arquitectura se distinguen tres tipos de plantas: columnar, que se caracteriza por tener poca o nula ramificación; tipo intermedia, caracterizada por presentar un pie de planta o pequeño tallo principal, con ramificación a una altura de 50 a 70 cm del nivel del suelo; y el tipo cónica con ramificación basal. Desde el punto de vista agronómico las plantas con copa cónica son las deseadas para ser instaladas en plantaciones por presentar gran número de ramas (Yuyama & Valente 2011; Imán & Melchor, 2007).

De otro, lado presenta un sistema radicular conformado por una raíz principal pivotante, de poco crecimiento y un gran número de raíces secundarias horizontales que cumplen además, la función de fijación de la planta al suelo. El tallo y las ramas son flexibles, glabros o desnudos por efecto del fácil desprendimiento de la corteza externa llamada ritidoma (Rengifo, 2009). Las hojas son simples y opuestas, de forma lanceolada, de color variado de acuerdo con la edad de las mismas: hojas marrón claro para hojas tiernas, verde oscuro para hojas jóvenes y verde amarillento y coriáceas para hojas

adultas; los tamaños varían desde 7 a 10 cm. de largo, 2.5 a 4 cm. de ancho, con peciolos de 0.5 a 1.0 cm. de largo (Imán & Melchor, 2007; Rengifo, 2009). Los botones florales aparecen agrupados en un eje floral principal, y una misma yema floral puede sostener desde 1 hasta más de 20 botones. Las flores son completas, por su sistema reproductivo son hermafroditas y por su sistema de apareamiento son alógamas (Imán & Melchor, 2007; Rengifo, 2009). El cáliz tiene 4 sépalos de color verde, la corola 4 pétalos de color blanco que luego de la fecundación se tornan de color marrón; androceo con aproximadamente 125 estambres y un gineceo cuyo estigma se ubica en un plano superior al que ocupan los estambres. Los frutos son bayas de forma globular, color rojo oscuro, de consistencia blanda, de tamaños y pesos variados: pequeños, aquellos menores de 2.5 cm. de diámetro y menores de 9 g, hasta grandes mayores de 3 cm de diámetro y mayores de 13 g (Rengifo, 2009). Las semillas son reniformes, de color marrón, aplanadas, cubiertas por fibrillas de color blanco. Los pesos varían desde menos de 0.5 g. hasta más de 1.0 g. Se encuentran en número de 1 a 4 semillas por fruto (Imán & Melchor, 2007).

Importancia y usos

El fruto del camu camu contiene alto contenido de ácido ascórbico, más que cualquier otro vegetal (2800 a 3200 mg/100 g. de pulpa) (Imán & Melchor, 2007; IIAP, 2001). La pulpa de camu camu, por su alto contenido de ácido ascórbico, se ha constituido como la principal materia prima de la industria alimentaria y farmacéutica (Chang, 2013), la pulpa de camu camu es empleada en consumo directo para la preparación de refrescos y cocteles; en agroindustria se elaboran chupetes, helados, néctares, yogurt, mermelada, caramelos, vinos, vinagre, entre otros (Chang, 2013). En la industria farmacéutica se elaboran grageas y cápsulas que se consumen por las bondades de la vitamina C como poderoso antioxidante (Imán &Melchor, 2007; Chang, 2013).

Ecología

De acuerdo con su distribución natural, el camu camu crece y desarrolla bien en condiciones que caracterizan un medio ambiente tropical; temperaturas de 25 a 35 °C, precipitaciones de 2500 a 3000 mm/año bien distribuidos sin período seco, humedad relativa mayor de 85% (Pinedo *et al.,* 2001; Imán & Melchor, 2007). Por su rusticidad la especie se ha adaptado a condiciones de suelos inundables y en suelos de tierra firme o altura (sistemas no inundables) (Pinedo *et al.,* 2001).

El camu camu, por ser una planta heliófita requiere de abundante luz para favorecer los procesos de fotosíntesis; bajo condiciones de sombra se detiene el metabolismo, las

plantas no crecen (Imán & Melchor, 2007). La condición de sumersión temporal de las plantas, favorece la uniformidad en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, pero se corre el riesgo de perder los frutos debido a que la época de fructificación, coincide con la época de creciente de los ríos amazónicos (Imán & Melchor, 2007).

Fenología reproductiva

Las plantas de camu camu arbustivo, inician la floración cuando alcanzan un diámetro basal de 2 cm., que corresponde a los arbustos que tienen entre dos y tres años de edad aproximadamente. La floración de un individuo ocurre en forma continua. Las yemas florales emergen desde las ramas superiores hacia las ramas inferiores. Por lo tanto, un individuo puede presentar yemas florales, flores y frutos en varios estados de desarrollo al mismo tiempo (Osorio *et al.,* 2002; Inga, 2009; Abanto, 2010).

Fenología reproductiva después de la defoliación

La fenología reproductiva presenta dos fases: Floración y fructificación; a los 132 y 119 días después de la defoliación (ddd) ocurrió la floración para terraza baja y terraza alta respectivamente, mientras que la fructificación aconteció a los 213 y 206 ddd en terraza alta y terraza baja inundable respectivamente (Velazco, 2015). Mientras que INGA y PINEDO (2012) señalan 162 días desde la defoliación hasta la cosecha. IMAN y MELCHOR (2011) reportan 210 días entre defoliación y cosecha.

En terraza baja inundable, ABANTO *et al*. (2011) obtuvieron, desde la emisión de brotes hasta la cosecha un tiempo de 206 días (6 meses y 25 días); CASAS (2014) indica que la cosecha de los frutos efectuó en cuatro momentos iniciando a los 210, 218, 226 y 234 días después de la defoliación (ddd), mientras que PANDURO (2015) registró 234 días entre defoliación y cosecha.

De acuerdo con Abanto *et al.* (2011), los procesos fenológicos vegetativos y productivos se inician con el crecimiento de brotes y concluye con la maduración del fruto, proceso que está dividido en tres fases: Desarrollo de ramas fruteras, desarrollo de la flor y desarrollo del fruto.

El desarrollo de las ramas fruteras se inicia después de la poda de fructificación y defoliación. En esta fase está involucrado el crecimiento de brotes que dura un tiempo de 52 días; el periodo de engrosamiento y lignificación de brotes (maduración de las ramas fruteras) tomó un tiempo de 38 días. De este modo la primera fase tuvo una duración de 90 días.

La segunda fase consistió en el desarrollo de la flor, iniciándose con la emisión de botones florales, que demoró un tiempo total de 19 días, seguido de la emisión de la flor que tomó un tiempo de 21 días.

Por último tenemos al desarrollo del fruto, que involucra la emisión y maduración del fruto, tomando un tiempo de 75 días, resultados muy similares a lo reportado por IIAP (2001) en donde menciona que la maduración del fruto desde la floración toma un tiempo de 77 días (Figura 01).

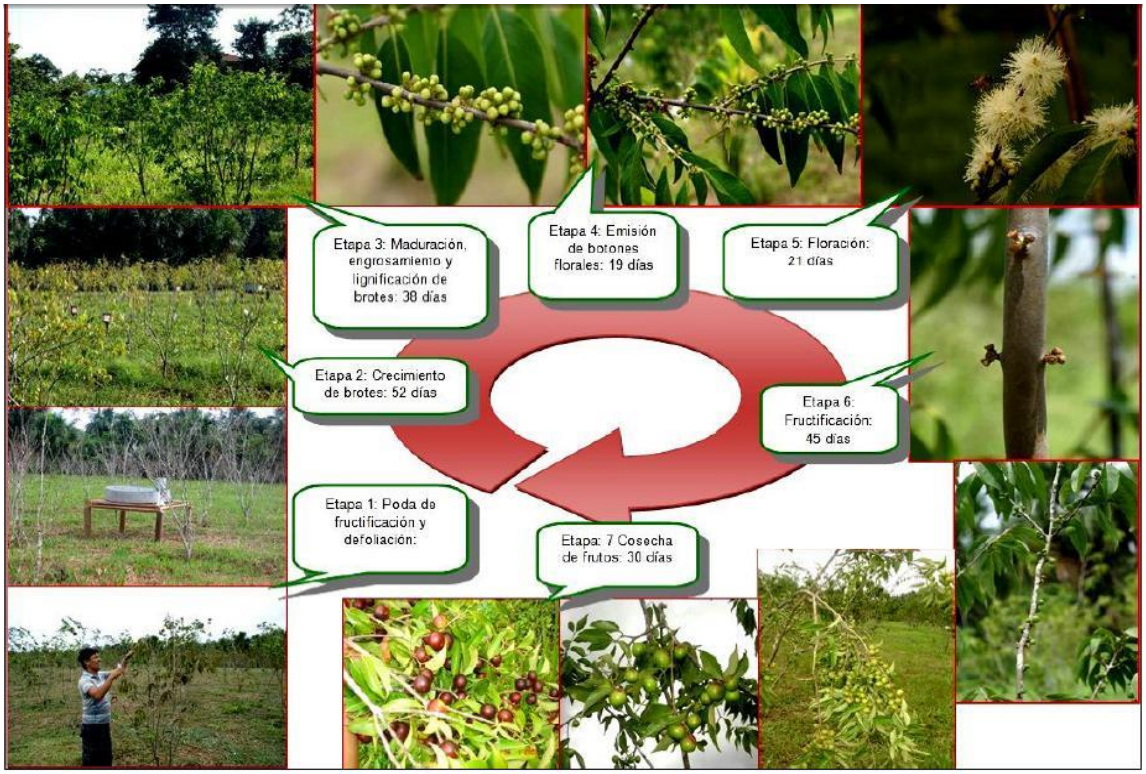


Figura 01. Ciclo reproductivo del camu camu en condiciones de fertirriego y manejo agronómico.
FUENTE: Abanto *et al.* (2011).

Nutrientes necesarios en relación al ciclo fenológico de las plantas

Según USON *et al*., (2010) Citado por Castro (2015), detallan que los nutrientes necesarios para las plantas en cada etapa fenológica y los cambios que ocurre en cada una de ellas se señalan a continuación:

1. **Latencia**: el frutal se encuentra en receso metabólico el cual termina después de una cantidad de horas de frio, no existe consumo ni transporte interno de aguas ni nutrientes. Los nutrientes y carbohidratos están formando parte de compuestos químicos de reserva.

En el caso de camu camu, el estado de latencia puede corresponder al periodo de inundación en terraza baja inundable y al período muy seco en terraza alta. En ambas terrazas, se observan a las hojas amarillentas y es esta fase que SANCHEZ (2011) lo denomina descanso.

2. **Activación**: termina la latencia. Se genera una transformación interna de los almidones a azúcares. Se inicia la movilización de nutrientes desde las raíces y madera a los puntos de brotación. La planta se abastece de sus propias reservas. Se inicia la etapa de yema hinchada.

3. **Brotación**: aparecen las primeras hojas. La planta empieza a acelerar lentamente su velocidad de absorción de agua y nutrientes del medio externo.

4. **Desarrollo**: se produce una gran actividad celular orientada a la formación de órganos especializados en distintas funciones de la planta (Hojas, tallos, raíces, flores y frutos). Todavía el consumo de agua y nutrientes es bajo. Comienza la aparición de raicillas y corresponde a unos 25 a 35 días post-brotación.

5. **Crecimiento**: viene un gran aumento en el tamaño de los órganos y se produce un aumento importante en la demanda diaria de agua y nutrientes, especialmente **N**. existe una alta dependencia del suministro externo de nutrientes.

6. **Floración**: los nutrientes, azúcares y agua se movilizan de preferencia rumbo a los órganos reproductivos. La absorción por parte de las raíces llega a ser máxima. En esta etapa el papel del **K** es fundamental, debido a su papel en el transporte de carbohidratos, que conforman el 90% del peso seco del fruto.

7. **Cuaja**: corresponde a la caída de pétalos, es una etapa breve. Marca el inicio de la etapa de mayor importancia como es el llenado de frutos.

8. **Llenado de fruto**: es el proceso de mayor actividad en la traslocación interna de nutrientes y azúcares y absorción externa de agua y nutrientes. En esta etapa se llega a la demanda máxima de nutrientes, especialmente **K**.

9. **Pinta**: en esta etapa la fruta ha llegado a su calibre máximo y comienza a cambiar de color. Es necesario disminuir el aporte de **N** para evitar inducción de nuevos brotes y desordenes fisiológicos en el flujo de carbohidratos que van a la fruta. La tasa de

absorción es alta, pero menor que en llenado de fruta. En esta etapa el fruto constituye el principal órgano de demanda y los fotosintatos se movilizan hacia este órgano.

10. **Cosecha**: en esta etapa comienza la senescencia de los tejidos y normalmente no se aplican fertilizantes.

Características agronómicas de las plantas

Índices de vigor

Los índices de vigor son medidas útiles del potencial de crecimiento del cultivo antes de floración. Durante la floración, sin embargo, la dinámica de carga de frutos comienza a dominar el desarrollo del cultivo (Fariña & Lorenzini, 2003). Entre los índices de vigor tenemos:

- La altura de planta
- Desarrollo de la planta
- Elongación de entrenudos
- Anillos de crecimiento
- Relación altura de planta y número de nudos
- Tasa de elongación
- Acumulación de materia vegetal

Índices de producción

Son medidas útiles del potencial de crecimiento y desarrollo del fruto. Entre los índices de producción tenemos:

- Producción, kg/árbol
- Peso promedio de fruto (g)
- Número de frutos/árbol
- Acidez (%)
- Firmeza endocarpio (n)
- Firmeza mesocarpio (n)
- Intensidad respiratoria (mg CO_2/kg/h)
- Densidad (t/m^3)
- Área superficial (cm^2)
- Esfericidad
- Redondez

2.2.2. Generalidades de las raíces

Según Ramírez & Goyes (2004), Son los órganos de las plantas que crecen en dirección inversa al tallo, pueden ser hipogea (bajo el suelo), y epigea cuando se desarrollan fuera del suelo, así mismo se originan a partir de la radícula del embrión.

En camu camu, la raíz principal tiene forma cónica llegando a profundizarse hasta 50 cm de la superficie, con abundancia y superioridad de las raíces secundarias (Ramírez, 2016).

Importancia de las raíces

El sistema radicular tiene un papel fundamental en los cultivos porque suministra agua y nutrientes a las plantas depende en gran medida a la capacidad de absorción de agua y nutrientes y a la capacidad de colonización de las raíces en el suelo (Urbina, 2010).

El desarrollo del sistema radicular está estrechamente ligado con la provisión de carbohidratos de la parte aérea; por tanto, todo factor que actúe en la parte aérea también incidirá en el crecimiento y funcionamiento de la parte radicular (Alva *et al.* 2008).

De otro lado, el desarrollo del sistema radicular y de la parte aérea son influenciadas por las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, por el tipo de manejo agronómico, por las características climáticas y por las características genéticas (Urbina, 2010).

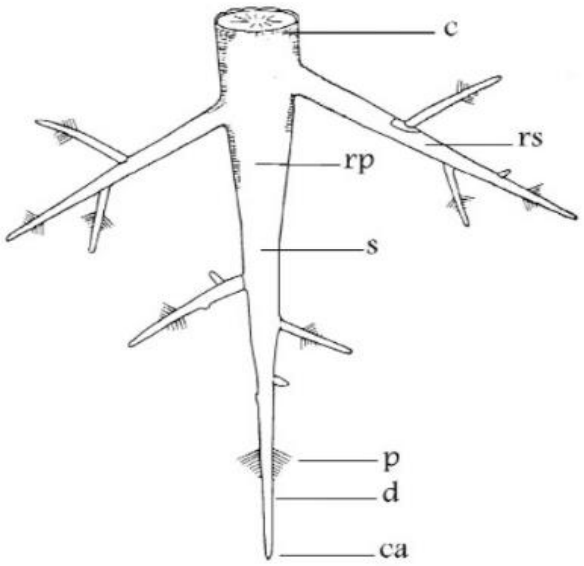


Figura 02. Estructura de la raíz. C, cuello. ca, caliptra. d, zona de diferenciación. p, zona pilífera. rp, raíz primaria. rs, raíz secundaria. s, zona suberificada.
FUENTE: Ramírez & Goyes (2004).

Dinámica radicular

La dinámica estudia el movimiento radicular considerando las causas que lo producen como el tipo de suelo, la nutrición, sanidad e interacción raíz rizósfera (Brescia *et al*, 2003; Herrera, 2014).

Funciones del sistema radicular

Según Allen (2017); Villegas (2010), las funciones del sistema radicular son:

- ✓ Es una estructura mecánica que soporta a las plantas.
- ✓ Es un órgano de almacenamiento de agua y nutrientes.
- ✓ Actúa como una red de absorción de agua y nutrientes.
- ✓ Constituye conductos hidráulicos que distribuyen el agua y los nutrientes en el suelo.
- ✓ Actúa como una bomba de carbono que alimenta organismos del suelo y contribuye a aumentar el contenido de materia orgánica.
- ✓ Es una fábrica de químicos que cambian el pH del suelo, filtran toxinas y concentran elementos extraños.
- ✓ Conforma una red de sensores que ayuda a regular el crecimiento de las plantas.
- ✓ Actúa como hábitat para el desarrollo de micorrizas y organismos en la rizósfera.

Las funciones de la raíz son controladas en cierta medida por su anatomía; así, por ejemplo, la función de la cofia, es proteger la región meristemática, servir de sensor de la gravedad y producir mucilago para el crecimiento de la raíz (Urbina, 2010).

Factores que afectan el desarrollo del sistema radicular

Los factores pueden ser:

- Ambientales como la temperatura, luz.
- Químicos como la acidez, concentración de nutrientes, contenido de materia orgánica y salinidad.
- Entre los factores físicos están la reducida aireación, el exceso de agua y la resistencia mecánica del suelo (Vivanco, 2011; Urbina, 2010).

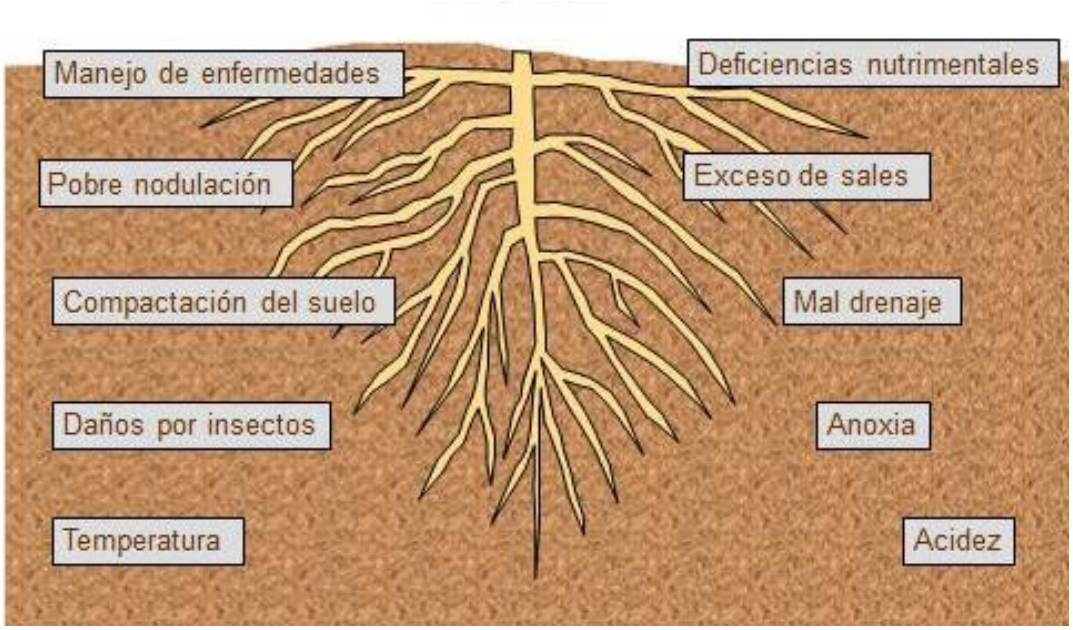


Figura 03. Factores que afectan el desarrollo del sistema radicular.
Fuente: Vivanco, 2011.

El peligro de usar material de plantación con un sistema radicular retorcido ha sido ya puesto de relieve por Toumey & Korstian (1942) y confirmado por Gruschow (1959) sobre *Pinus taeda*. Según informan Little y Mergen (1966), los cambios externos e internos asociados a la forma del retorcimiento basal en *P. rigida* y *P. echinata*, afectan al porte del árbol por un período de 10 a 12 años.

Cerda, 2009, hace mención sobre los factores exógenos y endógenos en el crecimiento de raíces finas.

a. Factores exógenos

El número de raíces activas es mayor en meses lluviosos que en meses secos; la absorción de nutrientes por las raíces finas es mayor al principio de la época lluviosa que al final de ésta.

b. Factores endógenos

El crecimiento de raíces se reduce debido a que se detiene la producción de fotoasimilados y a la competencia interna entre el rebrote de hojas y la renovación de raíces; generalmente después de las podas.

Factores ambientales que intervienen en el desarrollo de la raíz

Los principales factores que intervienen son el clima y el suelo.

Parten de la principal fuente de energía que tiene la tierra y que es el sol. Los factores climáticos son luz, temperatura, precipitación, viento y CO2. Las plantas requieren de mayor temperatura durante el día para llevar a cabo su proceso de fotosíntesis y requieren de menor temperatura durante la noche para favorecer los procesos fisiológicos que promueve la germinación de semillas, el alargamiento de tallos, la floración y fructificación. Esta variación de la temperatura se conoce como DIF que significa "diferencial diario de temperatura" (Reyes, 2013).

El suelo es también el reservorio de nutrientes y los pone a disponibilidad de las plantas de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas del suelo, el origen del suelo y los factores de intemperización han provocado la formación y desarrollo del suelo lo cual le confiere características químicas relevantes para la nutrición vegetal, desarrollo radicular y crecimiento de las plantas. Entre las características químicas sobresalientes están la CIC o capacidad de intercambio catiónico que es el número total de cationes intercambiables que un suelo puede retener. Esta magnitud se mide en meq/100 g de suelo. Conocer esta medida es conocer el grado de fertilidad de los suelos (Alva, 2008).

Aspectos fisiológicos que intervienen para el crecimiento de la raíz

Son el desarrollo del sistema radicular, la exigencia nutritiva, el pH adecuado del suelo para el cultivo, la adaptación a altas o bajas temperaturas, la adaptación al déficit o exceso de agua, la resistencia al exceso de sales, la resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades y la capacidad de producción y potencial genético (Villegas, 2014; Reyes 2013).

Potencial genético

Todos los seres vivos: plantas y animales incluido el hombre heredamos de nuestros progenitores una carga genética potencial para un desarrollo o producción determinado, esta carga genética o potencial genético puede o no expresarse fenotípicamente luego de ser sometidos a una serie de factores como los nutricionales, ambientales y manejo que en todos los casos un "déficit o exceso" de cualquiera de ellos se constituye en un factor limitantes y que finalmente da como resultado nuestra producción en cantidad y calidad acorde a lo expuesto (Reyes 2014).

En ese sentido la productividad de las plantas parte de una gran verdad: “las plantas no pueden dar lo que no tienen”, esto nos hace reflexionar en primer lugar en la adaptación de las diferentes variedades a los climas y suelos y que si no estamos dentro de esta adaptación muy probablemente no vamos a tener los resultados esperados, por esta razón el hombre ha ideado la técnica de la injertación, buscando patrones resistentes o variedades rústicas adaptadas a suelos pesados, arenosos o de baja fertilidad (Herrera, 2014).

2.2.3. Generalidades de los Entisoles

Estos suelos son los más jóvenes que podemos encontrar sobre la superficie terrestre y son los llamados Entisoles en la “Soil Taxonomy”. Constituyen el orden de suelo con más representatividad cartográfica en el mundo puesto que ocupa una superficie de 21,14 millones de Km2, lo que significa aproximadamente un 18,81% de la superficie terrestre emergida. Su principal característica es que son suelos jóvenes sin desarrollo del perfil; al no incluir este orden de horizontes de diagnóstico, el perfil AC es el más característico del orden (Ibáñez *et al.,* 2011).

2.2.4. Generalidades de los rizotrones

Los Rizotrones son cámaras insertadas dentro del suelo que permiten observación frecuente de crecimiento de raíz in situ (Bernier & Robitaille, 2004; Davis et al., 2004; Sword et al., 1996; Tingey et al., 2000).

Son cajas transparentes, generalmente hechas de plástico, similar al vidrio. Las dimensiones de estas cajas dependerán de lo que se quiera lograr, pero todas tienen una cara removible cerca de la cual quedan creciendo las raíces de las plantas. Al remover esa cara, queda al descubierto la superficie de tierra con raíz, lo que permite que se pueden realizar evaluaciones de lo que está ocurriendo ahí mimo (Santana, 2017).

Así también el rizotrón, es considerado como una verdadera vitrina estable en el tiempo en un punto fijo, que se establece en el cultivo para observar el crecimiento de las raíces, observando la profundidad de las mismas, para desarrollar curvas de crecimiento de las raíces durante el ciclo del cultivo y determinar los flujos radiculares y relacionarlos con los flujos de crecimiento del follaje. Las calicatas son una gran herramienta de monitoreo del riego de las raíces y del suelo, pero el rizotrón se transforma en una herramienta complementaria de gran utilidad para observar y registrar la evolución de un sistema radicular durante un cierto periodo de tiempo (Guedea *et al.*, 2002).

Descripción del rizotrón

Se construye a partir de una excavación cúbica en el suelo, ubicado en el sector lateral de las plantas, pudiéndose posicionar también entre dos plantas en el camellón, como también en el pasillo frente a un par de plantas. La primera opción es más adecuada para evitar estorbar el paso de la maquinaria por los pasillos, pero ambas opciones son utilizadas con éxito. El espacio de la excavación debe ser suficiente para que una persona de tamaño normal alcance dentro, para lograr estar "de frente" a las raíces, las pueda observar y cuantificar tranquilamente (Santana, 2017; Guedea *et al.*, 2002).

Registro de los flujos radiculares en un rizotrón

La mejor forma para establecer una curva de crecimiento de raíces de un cultivo dado es a través del conteo de las intersecciones de las raíces sobre el sistema de enmallado realizado con el lápiz indeleble (Figura 03).

Sobre el vidrio de observación se realiza una malla de líneas horizontales y verticales con un lápiz indeleble, separadas entre 2,5 hasta 5 cm entre ellas y cada raíz nueva que cruce alguna de estas líneas será registrada con un lápiz de color no permanente. Mientras menos intensa es la tasa de crecimiento de las raíces de una especie, menor debe ser la distancia entre estos ejes, para registrar con más detalle el proceso.

En los períodos de bajo crecimiento, el número de contactos de las raíces con los ejes son bajos y éstos aumentan poco a poco hasta llegar a un número muy alto en los picos de crecimiento (Ibacache, 1994). Con los datos semanales o quincenales, se va formando una curva de crecimiento de raíces para el lugar y la variedad elegida, que se debe repetir al menos por tres temporadas para que sea información confiable.

Hay predios en que se coloca un rizotrón por variedad y las mediciones se realizan en forma semanal o quincenal, principalmente entre primavera y otoño. Esto permite conocer las curvas de desarrollo de raíces en distintas variedades, las cuales generalmente presentan diferencias. Hay variedades de un mismo cultivo cuyas raíces crecen a temperaturas más bajas que las de otras variedades.

A veces es posible ver actividad radicular a partir de los 5 a 7°C. Los frutales mayores normalmente muestran actividad a partir de los 10°C, llegando a su óptimo entre 15 y 25°C. El crecimiento de las raíces es función directa de la temperatura del suelo (Ibacache, 1994).



Figura 04. Instalación de un rizotrón.

Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Avances en el mejoramiento genético del camu camu

En los años 70 fue notorio el interés de las entidades gubernamentales por desarrollar actividades de investigación sobre camu camu, y en 1995 fue introducido al mercado internacional, principalmente al japonés. La demanda creciente del mercado está ocasionando niveles más intensos de extracción de la especie en su medio natural, con riesgo de erosión genética e impactos negativos sobre otros organismos y el medio ambiente. Para ello se plantea la colección, caracterización, pruebas y estudios genéticos, selección recurrente y clonación de plantas superiores. Como rasgos prioritarios del "ideotipo" se consideran la precocidad, productividad y contenido de vitamina C. A largo plazo, se contempla la posibilidad de producir híbridos intraespecíficos previa obtención de líneas puras, determinación de la habilidad combinatoria general (HCG) y selección varietal continuada (Pinedo *et al;* 2004).

Por ende, el IIAP Ucayali en convenio con el INIA Pucallpa han desarrollado trabajos de investigación con la finalidad de avanzar en el proceso de domesticación de camu camu arbustivo en suelos de tierra firme e inundables de la región Ucayali y de obtener plantas con mayor desempeño genético en calidad y rendimiento de fruto. Al respecto (Aguirre *et al*., 2012), trabajando en la evaluación de 4 clones de camu camu (3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10), verificaron que, el clon que tuvo mayor rendimiento de fruto fue el E3-F7 con 49,28 kg de fruta comercial/parcela-año equivalente a 5,48 t de fruta comercial ha-1año-1

para el periodo 2005 – 2009 y con 75,87 kg de fruta ha-1año-1 equivalente a 8,44 t de fruto ha-1 para el año 2010, en relación al contenido de Vitamina C, el autor menciona que los clones no presentaron diferencia estadística significativa, siendo que el valor promedio alcanzado fue de 1886.15 mg/100 de pulpa.

Sin embargo, Oliva (2008), Advierte que la información botánica, citogenética y genética sobre el camu camu, *Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh* Vaugh es todavía escasa, y casi inexistente para otras especies cultivadas y silvestres del género *Myrciaria*. La generación de esta información a través de la investigación será muy importante para diseñar metodologías efectivas de mejoramiento genético. Así mismo menciona el mismo autor que el camu camu requiere entre 3 a 5 años para mostrar su potencial productivo y entre 7 a 8 años o más para confirmar su capacidad productiva definitiva. Por lo tanto, para el mejoramiento de esta especie deben diseñarse estrategias a corto (2 - 7 años), mediano (8 - 15 años) y largo plazo (16 - 25 años).

2.2.6. Características fenotípicas de los clones de camu camu.

Según Pinedo (2004), las principales características observadas son:

Altura y vigor de plantas :
Diámetro de tallos y ramas :
Forma y color de las hojas :
Arquitectura de planta : Entre estas se encuentran la columnar y coposa.

Columnar:

Las plantas tienen un porte más erguido o "erecto" y mayor altura, pero con ramificación más escasa y con un ángulo agudo, entre 15 y 30º, entre el tallo principal y las ramas. La presencia de ramas florales y fructíferas es notablemente menor que en las de tipo coposo.

Coposa:

Las plantas tienden a ser de menor talla con un porte de aspecto más "globoso", abundante ramificación cuyo ángulo de inserción es mayor que en el caso anterior (45 a 60º) y la presencia numerosa de ramas florales y fructíferas. Desde el punto de vista agronómico, esta arquitectura de planta permitiría un manejo más eficiente.

Precocidad: Se considera que una planta es precoz cuando comienza a producir a los tres años de la germinación.

Alternancia del nivel de cosecha: Se reconoce la alternancia en el rendimiento, por ejemplo, se evaluaron plantas que a los 13 años de edad llegaron a producir hasta 60 kg/ año, pero no tenían un rendimiento estable a través del tiempo. Sería muy importante enfatizar el estudio de dicho comportamiento, para por lo menos, disminuir esa "alternancia" con un mejor manejo agronómico enfatizando en la fertilización, reguladores de crecimiento, aplicación de podas oportunas, etc.

Patrones de floración y fructificación: Especialmente en plantaciones se ha observado gran variabilidad fenológica, carácter de gran importancia e íntimamente ligado a la producción comercial de frutos. Esta es una característica que extiende la cosecha en el tiempo, permitiendo 3, 4 ó más recolecciones, lo que da lugar a una mayor flexibilidad en el tiempo de oferta de fruta. La diversidad natural existente permitiría contar con plantas que presentan mayor sincronización. Sin embargo, una mayor extensión de la cosecha podría ser deseable en concordancia con la realidad socioeconómica de cada zona de producción, donde las cosechas graduales son convenientes para mantener precios estables.

Productividad: Características remarcables de algunos genotipos seleccionados por INIA - Ucayali son su alta productividad, mayor de 25 kg/pl, habiéndose registrado hasta 60 kg/pl. Para discutir la productividad deben considerarse los componentes de rendimiento: (a) Número de frutos por planta y (b) peso promedio de cada fruto. En otros cultivos se encontró que estos componentes de rendimiento estaban correlacionados negativamente, por ejemplo: a mayor número de frutos menor peso individual de cada uno de ellos y viceversa. o Número de frutos por planta. Se ha estimado que solo la mitad de las flores son polinizadas, que el cuajado es poco menor del 40% y que un 15% de los frutos en desarrollo abortan antes de llegar a la madurez. Pese a todo esto, de acuerdo a la edad de las plantas, se estima un rango de variación tan amplio como 500 a 4 000 frutos por planta. o Peso promedio por fruto. El peso de los frutos en promedio es de 7.0 g, pudiendo variar entre 2 a 20 g.

Variabilidad en el contenido de ácido ascórbico: Se encontró un amplio rango de 877 a 3 133 mg/100 g; la información sobre las plantas selectas es aún escasa. Siendo el ácido ascórbico la razón principal del cultivo de camu camu, la determinación de sus niveles debe intensificarse buscando un método colorimétrico aproximado, sencillo de aplicar en el campo y sobre un número elevado de plantas que permita agilizar el proceso de selección.

2.3. Variables

Cuadro 01. Cuadro de variables en estudio.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Instrumento de medición
Variable independiente:				
- Clones de camu camu	Multiplicación idéntica de un genotipo a partir de un individuo deseable, a través de propagación vegetativa (Imán & Melchor, 2007)	Clon 3B-F1 Clon E3-F7 Clon E3-F8 Clon E3-F10	Clon de camu camu Clon de camu camu Clon de camu camu Clon de camu camu	
Variable dependiente:				
- Raíz	Órgano de la planta, sirve de sostén y para absorber de la tierra las sustancias minerales y el agua necesarias para su crecimiento y desarrollo (Allen, 2017).	- Número de raíces - Longitud de raíces - Peso de raíz	(Núm.) (cm) (g)	Contómetro manual Vernier mecánico Balanza analítica
- Vigor	Fuerza o actividad notable con el que crecen las plantas, se desarrolla durante la fase vegetativa (Alva, 2008)	- Número de brotes - Longitud de brote - Número de entrenudos - Número de botones florares	(Núm.) (cm) (Núm.) (Núm.)	Contómetro manual Vernier mecánico Contómetro manual ficha de evaluación
- Producción	fase reproductiva, que empieza con la formación de frutos y finaliza con la maduración (Ramírez, 2016)	- Número de frutos verdes - Número de frutos de cosecha - Peso de frutos/tratamiento - rendimiento	(Núm.) (Núm.) (g) (t ha^{-1})	Contómetro manual Contómetro manual ficha de evaluación ficha de evaluación
Variables intervinientes:				
- Factores ambientales	Son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos (Cerda, 2009)	- Temperatura ambiental - Precipitación - Humedad relativa	(°C) (mm) (%)	Estación meteorológica "UNU" Estación meteorológica "UNU" Estación meteorológica "UNU"

III. MÉTODOS

3.1. Características del lugar de estudio

La parcela experimental está ubicada en el caserío San Juan de Yarinacocha, fisiográficamente pertenece a suelos de terraza baja inundable (restinga), con nivel de inundación máximo de hasta 1,5 m, y relieve ligeramente plano. La fertilización ocurre naturalmente mediante la sedimentación año tras año trasladada por las inundaciones, posee una área total de 1080 m^2 (Aguirre *et al.,* 2012). Presenta rangos de temperatura de 20 a 32 °C (promedio 25.5 °C), precipitación promedio de 2300 mm, humedad entre 75 a 85 % y vientos de 1.4 ms^{-1} (norte).

3.1.1. Ubicación política

Propietario de la parcela	: Aníbal Chávez E.
Propietario de los clones	: EE-IIAP – Ucayali
Lugar	: Caserío San Juan
Distrito	: Yarinacocha
Provincia	: Coronel Portillo
Región	: Ucayali, Perú

3.1.2. Ubicación geográfica

Norte	: 9083307
Sur	: 542541
Altitud	: 157 m.s.n.m

3.1.3. Mapa de ubicación de la parcela experimental

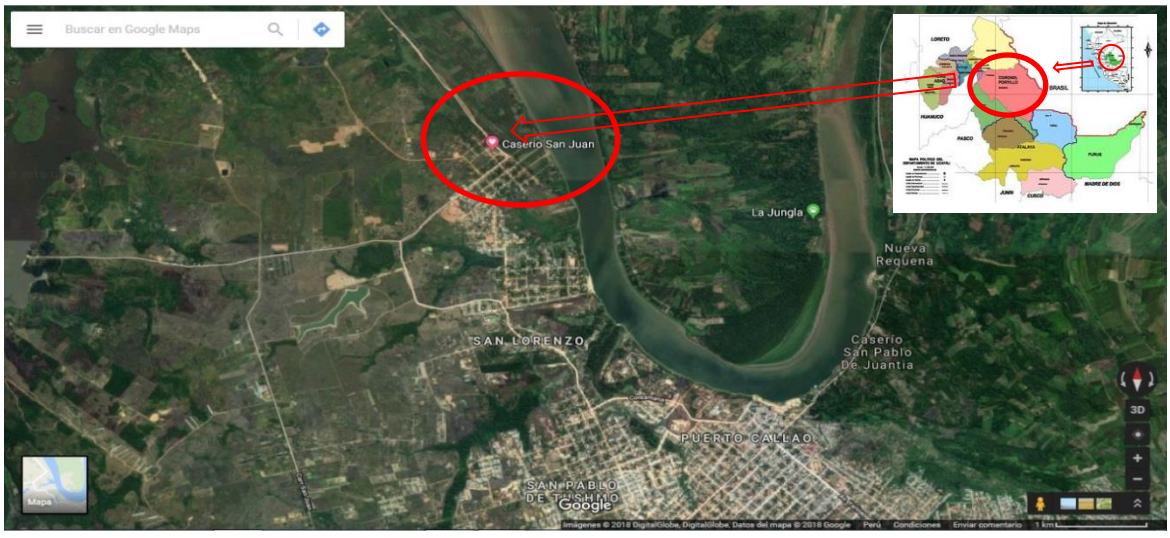


Figura 05. Mapa de ubicación de la parcela experimental.
Fuente: Google Maps

3.2. Características del material de estudio

El material experimental constó de cuatro clones, las cuales responden a los códigos 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10. La selección fue realizada en base al rendimiento individual (Kg planta^{-1} año^{-1}), mediante la técnica de enjertación de yemas en el año 2002 (Aguirre *et al.,* 2012). Los patrones procedieron de una mezcla de semillas obtenidas de plantas seleccionadas y establecidas en el Anexo Pacacocha del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA); estas semillas fueron facilitadas al IIAP/Ucayali gracias al convenio denominado "Mejoramiento genético de camu camu arbustivo en Ucayali" suscrito entre ambas instituciones.

3.3. Procedimiento para la ejecución del estudio

El estudio se ejecutó en dos etapas: La primera etapa comprende las actividades realizadas previas a la evaluación de las variables estudiadas, desde la limpieza del área experimental hasta la instalación de los rizotrones. La segunda etapa comprende las actividades realizadas durante la evaluación de las variables (variables independientes, dependientes e intervinientes) y análisis de datos.

A. PRIMERA ETAPA

1) Limpieza del área experimental

Con la ayuda de un machete y rastrillo, fue realizada la limpieza y remoción de a palizada traída por las inundaciones de la laguna de Yarinacocha, seguidamente con la ayuda de una Moto cultivadora fue eliminada la hierba y plantas dañinas de toda la parcela experimental. Estas actividades fueron realizadas mensualmente.

2) Poda de fructificación

La poda de fructificación se realizó con la ayuda de una tijera de podar y serrucho cola de zorro, esta actividad consistió en eliminar estructuras aéreas de la planta como brotes basales y ramas torcidas, con presencia de plagas y enfermedades con la finalidad de fomentar el crecimiento de nuevos brotes, equilibrar la actividad vegetativa y reproductiva del arbusto, mediante una adecuada iluminación, para producir una eficiente fotosíntesis y aeración (Abanto *et al.* 2014). La poda de fructificación se realizó una sola vez, sin embargo la poda de plantas vecinas que causen sombreamiento se podaron periódicamente.

3) Defoliación

La defoliación fue realizada de forma manual, consistió en quitar todas las hojas de las plantas a evaluar teniendo en cuenta de no dañar las yemas de la planta y tuvo como finalidad uniformizar las etapas fenológicas vegetativas y productivas conforme a Inga (2009). Esta actividad fue realizada inmediatamente despues de la limpieza del área de experimentación.

4) Muestreo del suelo a nivel de la capa arable

Se realizó con la finalidad de determinar las propiedades físicas y químicas del suelo. Después de haber identificado e instalado el experimento, fueron colectadas doce sub muestras de suelo de manera sistematizada de toda el área experimental, las cuales fueron homogenizadas y reducidas a una sola muestra de 400 gramos y fue enviado al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Sede Pucallpa para ser analizado. Los análisis realizados fueron: análisis de textura, densidad aparente, determinación de pH, determinación de contenido de nitrógeno total, fósforo, aluminio, relación entre cationes, calcio, magnesio, potasio, CIC efectiva (Capacidad de intercambio catiónico), contenido de materia orgánica (%), % de saturación de Al respecto a CIC.

5) Instalación de rizotrones o trincheras.

Para la Instalación de los rizotrones fue realizada las siguientes actividades:

a. Con la ayuda de una herramienta poseadora y pala recta fue abierta una trinchera a 0.30 m de distancia del tronco del arbusto de camu camu, con dimensiones 0.8 m de largo, 0.8 m ancho y 1 metro de profundidad.

b. Posteriormente un vidrio de (0.8 m de ancho por 0.8 m de largo) fue marcado en líneas verticales y horizontales separadas cada 2.5 cm, con un plumón indeleble color negro y una regla graduada en centímetros.

c. En seguida el vidrio fue instalado (colocado) en la pared de la trinchera más cercana a la planta que anterior mente fue abierta, siguiendo el perfil del suelo.

d. Para evitar la entrada de luz y pérdida de humedad, el rizotrón fue cubierto con una tapa elaborada con plástico color negro y tablillas de madera de forma permanente, y solo era retirado al momento de la evaluación de las características biométricas de la raíz.

e. Para evitar el ingreso de agua por escorrentía superficial fue construida una elevación de 10 cm de tierra en los extremos del rizotrón

B. SEGUNDA ETAPA

6) Evaluación de las variables radiculares

Fue evaluado el número de raíces activas (und), longitud de raíces (cm), y el peso de raíces (g), estas variables fueron evaluadas cada 14 días.

- **Número de raíces activas**

Para ello primeramente se retiró la tapa de madera forrada con plástico que cubre el rizotrón.

Seguidamente fueron consideradas las raíces activas de color blanquecino, fueron contabilizadas manualmente y registradas en una libreta de apuntes.

Las observaciones fueron realizadas a las 10:00 am, con la finalidad de obtener mayor visibilidad de las raíces.

- **Longitud de raíces**

Sobre el vidrio, con el plumón indeleble fue dibujado y enumerado las raíces que mostraron crecimiento, se registró en la libreta de apuntes la longitud de raíces medidos con un vernier. Al finalizar cada evaluación se colocó la tapa de plástico y sobre ella se cubrió con hojarasca del propio cultivo, como protección y para conservar la humedad del suelo. Seguidamente los datos registrados en la libreta de campo fueron registrados en el formato general de evaluación de las variables, colocando la fecha, hora y las condiciones ambientales.

- **Peso de raíz.**

El peso de raíz fue determinado después de 196 días al final de la evaluación, para ello se empleó el método del barreno, que estuvo conformado por un temple de acero, fierro triangular de encaje para trípode, un barreno galvanizado de 1 m de largo con 8 cm de circunferencia, una tapa galvanizado con perno para protección del suelo y un trípode conformado por tres listones de forma circular. El barreno se instaló a 30 cm de la base de cada planta, donde se extrajo cuatro muestras por planta siguiendo la orientación de los puntos cardinales. Para la extracción de cada muestra se enterró el barreno golpeándolo con una comba, a una profundidad de 0.5 m. El trípode actuó como soporte, adherida a él estuvo el temple de acero que se enganchó y se procedió a jalar manualmente ejerciendo presión en la parte superior del mismo. Luego de sacar el

barreno del suelo, se procedió a desarmarlo y se extrajo la muestra de suelo que contenía dentro. Posteriormente las muestras fueron depositadas con su respectivo código ([M1, M2, M3, M4]-3B-F1; [M1, M2, M3, M4]-E3-F7: [M1, M2, M3, M4]-E3-F8: [M1, M2, M3, M4]-E3-F10) y trasladadas al laboratorio de la estación experimental IIAP. En seguida las muestras fueron colocadas en bandejas pequeñas, donde fueron separadas las raíces de los restos de suelo; posteriormente fueron lavadas y pesadas con una balanza digital para obtener el peso fresco (PF). Posteriormente las muestras fueron depositadas en bolsas ziploc con su respectivo código, y en seguida llevada a estufa por 72 horas a una temperatura de 60 ° C. Finalmente fue obtenido el peso seco de raíces (PSR).

7) Evaluación de las variables vegetativas y productivas

Las variables vegetativas evaluadas fueron: longitud de brotes, número de entrenudos y número de botones florares; entre tanto, las variables productivas fueron: número de frutos verdes, número de frutos cosechados y rendimiento en kg ha^{-1}.

Para ello se realizó las siguientes actividades:

1. En la planta fue marcado 4 ramas podadas ubicadas en cada cuadrante según la orientación cardinal: este, oeste, norte y sur.
2. En las ramas seleccionadas se tomaron los datos correspondientes a las variables vegetativas y productivas.
3. Las evaluaciones de longitud de brotes y entrenudos fueron medidos con vernier digital y regla.
4. El número de botones florales, fue evaluado desde el inicio de la yema floral hasta la emisión de los estambres en la flor, esta característica fue contabilizada con el apoyo de un contómetro manual.
5. Los frutos verdes fueron evaluados luego del cuajado, contabilizándolos con un contómetro manual.
6. También fue contabilizado el número de frutos de cosecha al 100 % en toda la planta con un contómetro manual.
7. Seguidamente fue evaluado el peso de frutos con la ayuda de una balanza digital.
8. Finalmente fue determinado el rendimiento de fruto kg ha^{-1}

8) Factores ambientales.

Los datos meteorológicos de temperatura (min, máx., media), Humedad relativa (%), evaporación (mm), evapotranspiración (mm) y precipitación pluvial (mm) fueron

proporcionados por la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali (Ver anexo 08).

9) Mantenimiento de la plantación.

La parcela experimental fue mantenida limpia, libre de malezas; para ello fue realizado deshierbo cada 30 días con la ayuda de machetes y Moto cultivadora.

3.4. Diseño de la investigación.

Diseño experimental, conducido mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en esquema de parcelas subdivididas en el tiempo, donde, las parcelas estuvieron constituidas por los clones (3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10) y las subparcelas por los tiempos de evaluación.

3.4.1. Modelo matemático.

$$Yijkl = \mu + \alpha i + \varepsilon(a)il + Yj + \delta k + \alpha Yij + \alpha\delta ik + Y\delta jk + \alpha Y\delta ijk + \varepsilon(b)ijkl$$

Siendo:

$Yijkl = Variable\ respuesta\ medida\ en\ la\ ijkl - ésima\ unidad\ experimental$
$\mu = Media\ general$
$\varepsilon(a)il = Error\ asociado\ a\ las\ parcelas\ grandes$
$\alpha i = Efecto\ del\ i - ésimo\ bloque$
$Yj = Efecto\ del\ j - ésimo\ clon$
$\delta k = Efecto\ del\ k - ésimo\ tiempo$
$\varepsilon(b)ijkl = Error\ asociado\ a\ las\ subparcelas$
$\alpha Yij, \alpha\delta ik, Y\delta jk = Interacciones\ dobles$
$\alpha Y\delta ijk = interacción\ triple$

3.4.2. Tratamientos y Croquis.

Los tratamientos consistieron en cuatro clones de camu-camu (3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10) con tres repeticiones y una planta por unidad experimental.

Cuadro 02. Distribución de los tratamientos y bloques.

	R1			R2				R3			
T3	T1	T4	T2	T4	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T4
E3-F8	3B-F1	E3-F10	E3-F7	E3-F10	E3-F7	E3-F8	3B-F1	E3-F8	E3-F7	3B-F1	E3-F10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3.4.3. Observaciones a registrar.

- ✓ Fecha evaluación.
- ✓ Factores climáticos (T°, PPT, HR).
- ✓ Ataque de plagas y enfermedades.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población.

La población en estudio fueron 48 plantas de camu camu, de 12 años de edad, sembradas a un distanciamiento de 3m x 3m.

3.5.2. Muestra.

Se evaluó 12 plantas de camu camu; de acuerdo a la naturaleza de la investigación, la muestra fue tomada mediante un muestreo por conveniencia, dónde se tendrá en cuenta la forma y características de las plantas.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnica.

La técnica de recolección de datos es la observación científica, las cuales permitirán cuantificar cada una de las variables en estudio.

3.6.2. Instrumentos.

El instrumento utilizado fue la ficha de evaluación de las variables, y libreta de campo.

3.7. Procesamiento de datos

Los datos fueron sometidos al análisis de variancia, y cuando hubo diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de medias el test de Tukey. Así mismo, se efectuó el análisis de regresión polinomial a 5% de probabilidad. Los análisis estadísticos fueron realizados en el Programa para Sistemas de Análisis de Variancia - Sisvar (Ferreira, 2014).

Posteriormente, se compararon estadísticamente, mediante un coeficiente de correlación de Pearson la relación entre las características biométricas de la raíz y los índices de vigor; la relación entre las características biométricas de la raíz y los índices de producción y la relación entre los factores ambientales y la fenología aérea y radicular de los cuatro clones en estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUCIÓN

4.1. Características agronómicas de los clones de camu camu en estudio

4.1.1. Número de raíces (NR) y longitud de raíces (LR)

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable número de raíces y longitud de raíz, fue verificado mediante la prueba de F, que el factor clon (C) y el tiempo de evaluación (T) provocaron diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad (p≤0,01), en las dos variables. Así mismo, en relación a la interacción entre los clones y tiempo de evaluación (CxT), se manifestaron diferencias altamente significativos al 1% de probabilidad para las dos variables (Cuadro 03), con estos resultados se puede afirmar que para estas variables los clones presentaron diferente comportamiento a lo largo del tiempo de evaluación.

Cuadro 03. Análisis de varianza (ANVA) para el número de raíces (NR) y longitud de raíz (LR), de los clones de camu-camu en estudio, durante 196 días.

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio	
		Número de raíz	Longitud de raíz (cm)
Bloque	2	915.541667	2712.766254
Clones (C)	3	7909.164683**	5687.372470**
Error 1	6	18.581349	30.836981
Tiempo (T)	13	53291.381410**	112926.201941**
CxT	**39**	**780.596306****	**335.907601****
Error 2	104	59.321429	32.642740
CV 1 (%)		4.72	6.56
CV 2 (%)		8.44	6.75

**,*, NS - Significativo a 1%, Significativo a 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de F.

En cuanto a la variable número de raíces (NR), en la Figura 06, observamos que los clones de camu camu, en estudio, presentaron respuesta cuadrática significativa (p ≤0,01) para el número de raíces durante el tiempo de evaluación. Así mismo se observa que a partir de los 28 días, la emisión de raíces tuvo una tendencia creciente hasta los 196 días para los clones E3-F7 y E3-F10; sin embargo, los clones 3B-F1 y E3-F8 solo tuvieron una tendencia creciente hasta los 168 días, en adelante la emisión de raíces se detiene, y la tasa de incremento del número de raíces disminuye. Éste acontecimiento ocurre en respuesta a las etapas fenológicas de desarrollo y maduración de frutos, además la dinámica radicular se ve afectado por la creciente demanda de nutrientes que los frutos necesitan para crecer y que la planta prioriza en los frutos mas no para el crecimiento de raíces (Urbina, 2010; Vargas *et al;* 2009).

De otro lado, se observa que los clones de camu camu tuvieron diferente respuesta en esta variable, así el clon E3-F7 presentó a los 196 días un valor máximo de 64 raíces, seguido de los clones E3-F8, E3-F10 y 3B-F1 con 56, 49 y 45 raíces, respectivamente. Pese a dichas diferencias, la Figura 06 nos muestra una tendencia positiva de la evolución de las raíces en el tiempo, puesto que esta se inició en el mes de mayo, época aún húmeda y continuó con su desarrollo y diferenciación de junio en adelante, en plena época seca (Abanto, 2011).

En ese sentido, el mayor crecimiento inicial de las brotaciones se debe a la utilización de reservas orgánicas e inorgánicas en la cepa o en las raíces, y, posteriormente, cuando pasan a depender más directamente del suelo, la existencia de un sistema radicular desarrollado favorece la absorción de agua y nutrientes, aumentando la tasa de crecimiento de la parte aérea de las brotaciones (REIS y KIMINNS, 1986; OLIVEIRA et al., 1994; TEIXEIRA et al., 2002; KABEYA y SAKAI, 2005; WALTERS et al., 2005). Además, el incremento del número de raíces se produce a consecuencia del estrés hídrico moderado, esto frena el crecimiento de la planta e induce el desarrollo de raíces que desesperadas buscan agua en el suelo (Hernández, 2018).

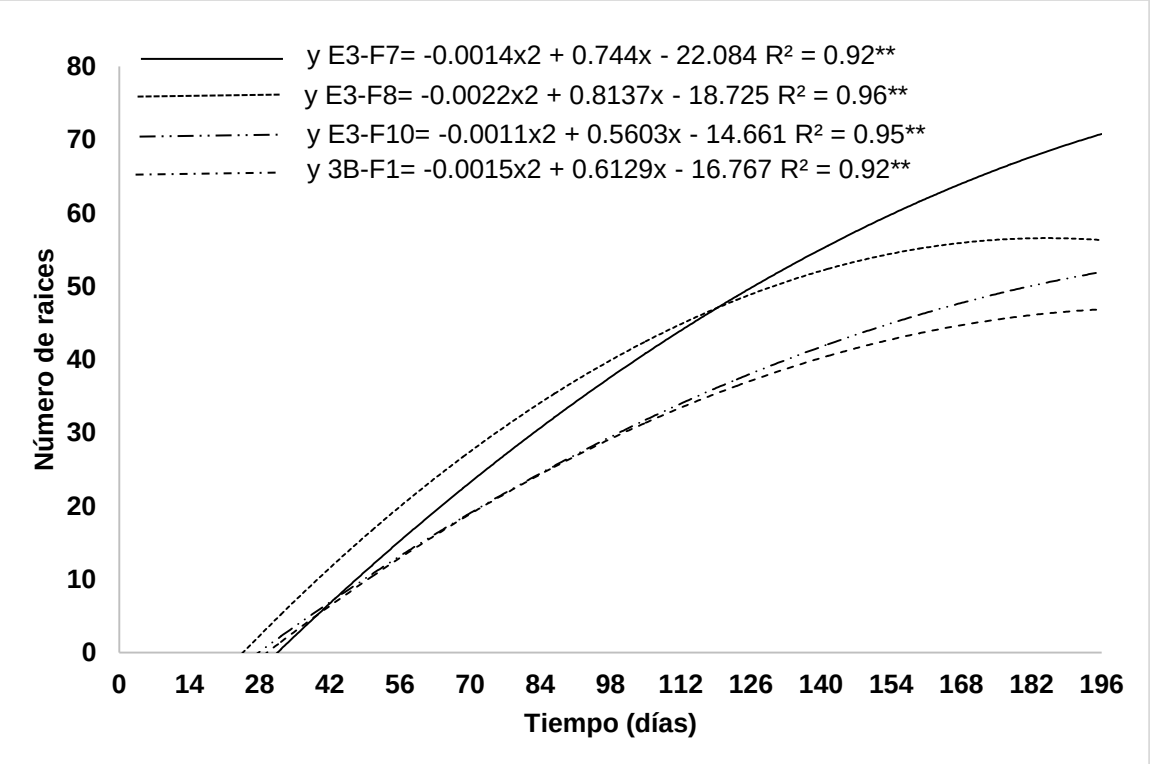


Figura 06. Número de raíces de los cuatro clones de camu camu en el tiempo.

En cuanto a la variable longitud de raíces (LR), en la Figura 07, se observa que los clones de camu camu presentaron respuesta cuadrática significativa ($p \leq 0,01$) en la variable longitud de raíces durante el tiempo de evaluación.

A partir de los 28 días, después de haber instalado el experimento la longitud de raíces tuvo una tendencia creciente hasta los 196 días para los cuatro clones en estudio (3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10), sobresaliendo el clon E3-F8 presentando a los 196 días un valor máximo de 15.19 cm, seguido de los clones 3B-F1, E3-F7 y E3-F10 con 13.46 cm, 13.45 cm y 12.89 cm respectivamente; sin embargo, lo más destacable es que las raíces en general se mantuvieron creciendo durante todo el experimento a pesar de los cambios en la parte aérea.

Al respecto Valle *et al*. (2009) en relación con el crecimiento de raíces de Pinos con rizotrones mencionan que, los máximos valores de crecimiento radicular se observaron en ambas especies a mediados de junio (época de Transición entre la época lluviosa y la época de sequía), sin embargo, en ninguna de las dos especies de Pino en estudio (*Pinus pinea* y *Pinus Helepensis*) se apreció una merma del crecimiento radicular a lo largo de todo el estudio.

Así mismo, de todos los recursos que la planta necesita para crecer y funcionar, el agua es el más abundante y, al mismo tiempo, el más limitante de la productividad agrícola, por ende la planta debe mantener creciendo y profundizando sus raíces para suplir esta necesidad fisiológica (Taiz & Zeiger, 2006).

En ese sentido, es posible que nuestras plantas de camu camu estuviesen incrementando sus raíces a lo largo de todo el periodo fenológico con la intención de suplir la demanda de agua y nutrientes que la planta necesita en la época seca, ya que además es en esa época donde también la planta demanda más nutrientes para los frutos. Además nuestras plantas de camu camu en estudio contaron con la ventaja de ser plantas adultas por lo tanto tuvieron sus raíces más desarrolladas, más profundas en el sub suelo y ocupando un mayor área donde poder expandirse, así mismo estuvieron ubicados en suelos de terraza baja inundables donde la humedad del suelo es mayor en comparación con suelos de terraza alta. En comparación con nuestro análisis Flores (2016) menciona que la edad del cultivo de camu camu da una respuesta positiva en relación a la rentabilidad del cultivo.

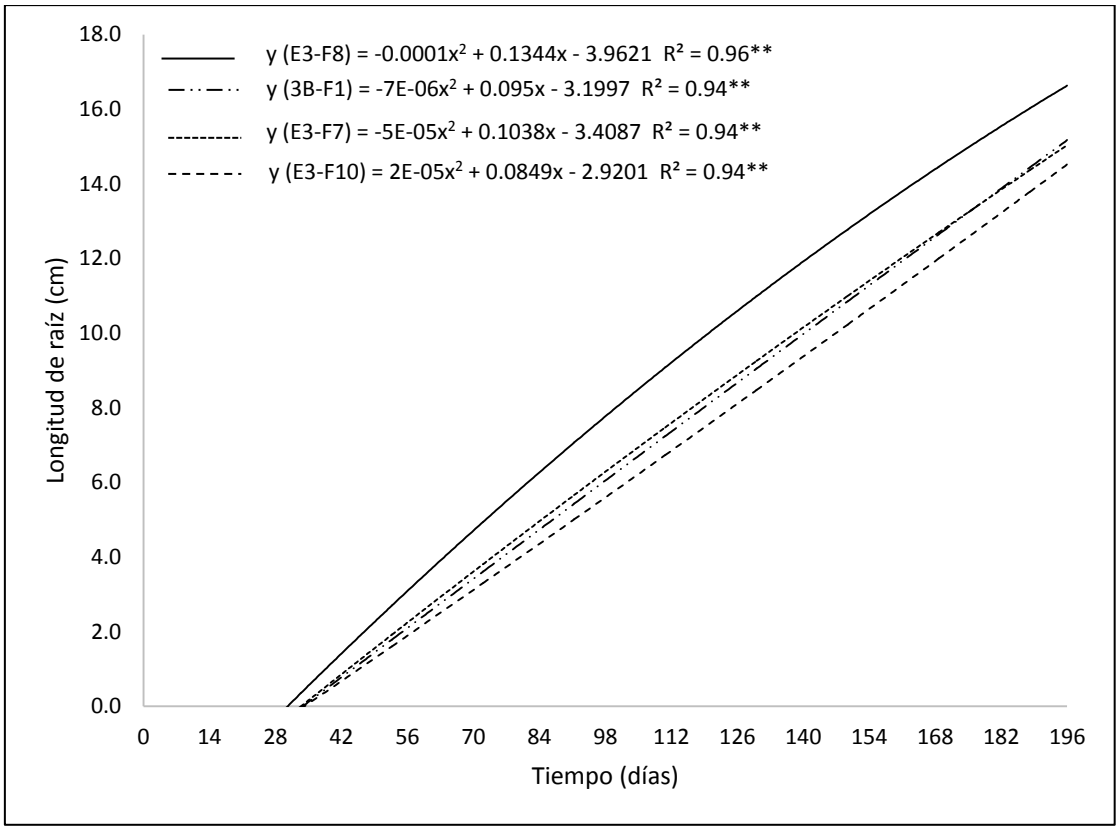


Figura 07. Longitud de raíces, de los clones de camu camu, en estudio, durante el periodo de 196 días.

4.1.2. Peso de raíz

De acuerdo al análisis de varianza, el factor clon (C) presentó diferencias altamente significativas (p≤0,01) entre clones. Con estos resultados se puede afirmar que para esta variable los clones presentaron diferente comportamiento entre sí.

Cuadro 04. Análisis de varianza (ANVA) para el peso de raíz (PR) de cuatro clones de camu-camu en estudio.

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio
		Peso de raíz (g)
Bloque	2	0.000908^{NS}
Clones (C)	3	1.374233**
Error	6	0.006475
CV (%)		2.59

****,*, NS-** Significativo a 1%, Significativo a 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de F

En la Figura 08, se observa que los clones de camu camu presentaron diferencias altamente significativas (p≤0,01) para la variable peso de raíz. De esta forma, el clon E3-F7 presentó un valor máximo de 4.03 g, seguido de los clones 3B-F1, E3-F8 y E3-F10 con 3.01, 2.99 y 2.40 g, respectivamente. Según los resultados se observa que el clon E3-F7 presentó mayor peso de raíz, en consecuencia también cabe destacar que este clon tuvo mejor distribución radicular en relación al número y longitud de raíces, esto es muy importante porque le permitirá adaptarse a condiciones de suelos con alta escorrentía de agua y a vientos fuertes dado que tendrá estabilidad, así también fisiológicamente será capaz de absorber mejor cantidad de nutrientes minerales.

Según Méndez, (2002), concluye que los nódulos presentes en la raíz de las plantas juegan un papel importante en la expresión del peso seco de la raíz, por tanto una planta con mayor cantidad de nódulos en las raíces será más grande y tendrá mayor peso. De otro lado Gonzales *et al;* (1997) sugiere que la compactación de los suelos también juega en contra del crecimiento individual de las raíces, es así que mientras mayor sea la compactación de un área determinado del suelo menor será la cantidad de raíces que se desarrollen en esa área. A l respecto podemos mencionar que en nuestro estudio no medimos la cantidad de nódulos presentes en las raíces ni tampoco la compactación del suelo así que no podemos dar fe de que ésa sea la única causa de las diferencias en el peso de las raíces, aunque es posible también que la causa principal para estas diferencias sea la capacidad individual de cada clon para adaptarse mejor a las condiciones del suelo.

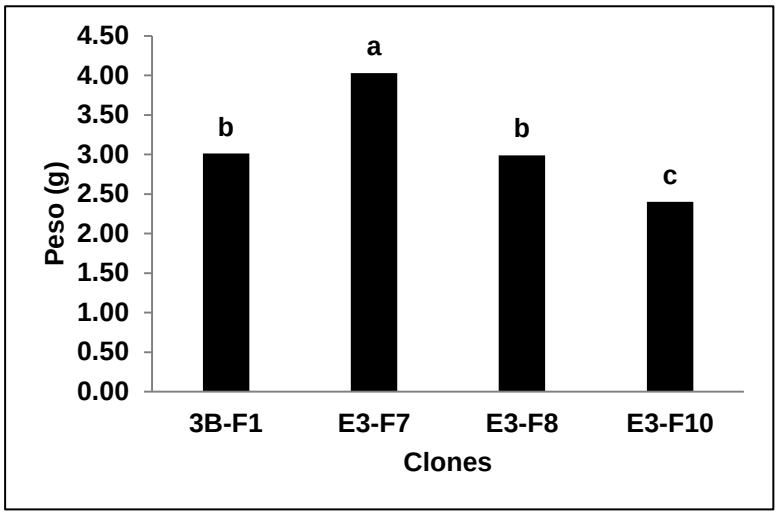


Figura 08. Comparación del peso de raíz en los cuatro clones de camu camu.

4.1.3. Número de brotes (NB), longitud de brote (LB) y número de entrenudos (NE)

De acuerdo con el análisis de varianza para las variables número de fue verificado mediante la prueba F, encontrando diferencias altamente significativas (1%) para el factor clon (C) y el tiempo de evaluación (T), sin embargo, para la variable longitud de brotes y número de entrenudos, solo se encontró diferencias significativas al 5% de probabilidad. En relación a la interacción entre los clones y tiempo de evaluación (CxT), se encontró diferencias altamente significativas (1%) para la variable NB, diferencias significativas al 5% para la variable NE y diferencias no significativo (p>0.05) para la variable LB.

Cuadro 05. Análisis de varianza para el número de brotes (NB), longitud de brote (LB) y número de entrenudos (NE) de diferentes clones de camu-camu.

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio		
		NB	LB(cm)	NE
Bloque	2	274673.72619	48855.08043	17989.36905
Clones (C)	3	5158844.41269**	91910.57967*	603036.79365*
Error 1	6	5926.42460	93.57885	1923.01984
Tiempo (T)	6	2033299.31746**	663428.50827*	223163.19048*
Cato	18	59888.74603**	1333.69469^{NS}	20310.94179*
Error 2	48	29185.97222	3756.52162	3168.13492
CV 1 (%)		4.61	1.23	10.67
CV 2 (%)		10.22	7.78	13.69

**,*, NS - Significativo a 1%, Significativo a 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de F.

- **Número de brotes (NB)**

En la Figura 09, se observa que los clones de camu camu presentaron respuesta cuadrática significativa (p ≤0,01) para la variable número de brotes durante el tiempo de evaluación. En ese sentido, se observa que a partir de los 14 días empezó a aumentar el número de brotes prolongándose hasta los 70 días aproximadamente, para los cuatro clones en estudio (3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10). A partir de este periodo, se observa una disminución del número de brotes hasta los 98 días coincidiendo con el inicio de la etapa reproductiva. Resultados similares obtuvo Ibacache *et al.,* (sf) donde afirma que el aumento de los brotes prácticamente se detuvo, coincidiendo esta situación con el inicio de la floración. Por tanto con estos resultados corroboramos que el aumento de las brotaciones termina con el inicio de la etapa reproductiva, esto posiblemente por la necesidad de la planta a priorizar el desarrollo de la floración y fructificación ya que en ésta etapa se demanda cantidades considerables de agua y nutrientes, y es precisamente en esta etapa donde hay mayor escasez de los mismos (Hernández, 2016).

De otro lado, se observa que los clones de camu camu tuvieron diferente respuesta entre sí; dado que el clon E3-F7 presentó a los 70 días un valor máximo de 935 brotes, seguido de los clones 3B-F1, E3-F10 y E3-F8 con 656, 551 y 483 brotes respectivamente. En ese sentido REIS y KIMINNS, 1986; OLIVEIRA, 1994; TEIXEIRA et al., 2002; KABEYA y SAKAI, 2005; WALTERS et al., 2005 afirman que el crecimiento inicial de los brotes en plantas adultas se debe a la utilización de reservas orgánicas e inorgánicas en las raíces y, posteriormente, cuando pasan a depender más directamente del suelo, la existencia de un sistema radicular desarrollado favorece la absorción de agua y nutrientes, aumentando la tasa de crecimiento de la parte aérea de las brotaciones.

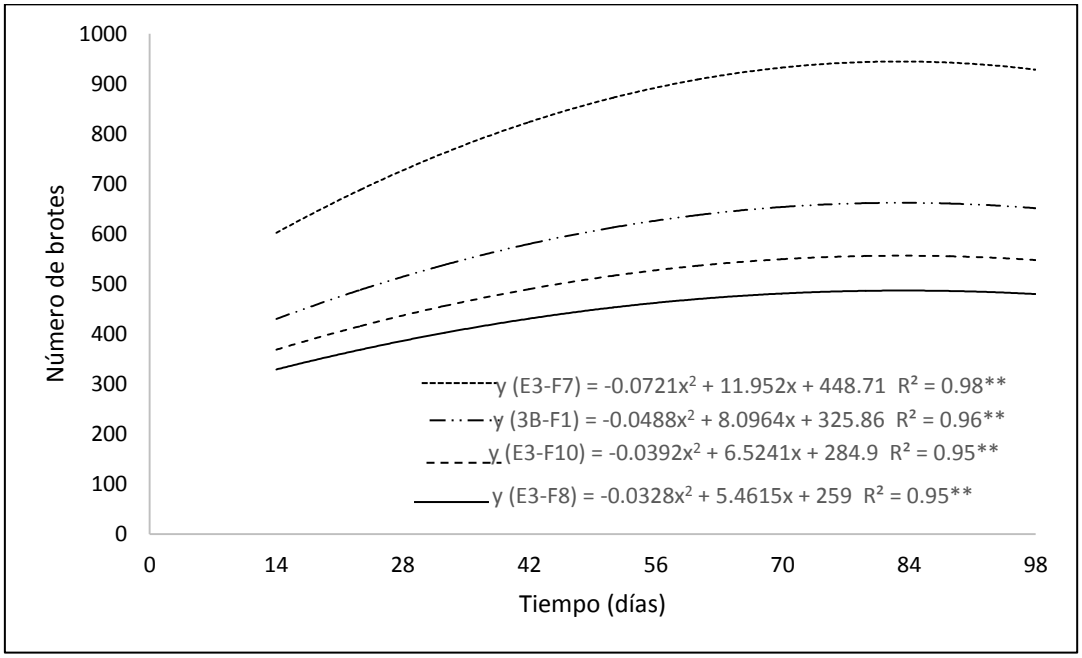


Figura 09. Número de brotes, de cuatro clones de camu camu.

- **Longitud de brotes**

En la Figura 10, se observa que los clones de camu camu presentaron respuesta cuadrática significativa ($p \leq 0,05$) en la variable longitud de brotes durante el tiempo de evaluación. A partir de los 14 días, después de haber instalado el experimento la variable longitud de brotes tuvo una tendencia creciente hasta los 70 días aproximadamente, para los cuatro clones en estudio (3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10). A partir de este periodo se observa que el crecimiento de longitud de brotes disminuye, hasta que a los 98 días deja de crecer casi por completo. Se observa también que los clones tuvieron diferente respuesta entre sí en esta variable. De esta forma, el clon E3-F7 presentó a los 70 días un valor máximo de 17.11 cm, seguido de los clones E3-F10, 3B-F1 y E3-F8 con 15.35 cm, 15.32 cm y 14.47 cm respectivamente. Así mismo, el periodo de emisión de brotes duró 84 días.

Estos resultados, concuerdan con trabajos realizados por Liao *et al*., (2012) en medición de brotes con diferentes genotipos de camu camu, menciona que el Genotipo MD-014 y el Genotipo MD-015 alcanzaron los mejores resultados con 13.00 y 12.67cm, respectivamente, dato muy similar a lo encontrado en nuestro estudio. Así mismo Ledesma *et al;* 2011 encontró que en zapote mamey el crecimiento de brotes ocurre luego de la defoliación, así mismo los meses donde los brotes crecieron más fue de junio a septiembre para los tres materiales, esto coincide con la época de lluvias y con incremento de temperatura. El sistema aéreo de la planta tiene una función fundamental en los brotes y hojas, donde la fotosíntesis transforma la energía del sol en energía biológica que utilizará la planta en sus procesos productivos y reproductivos. Un buen rendimiento está asociado a un buen sistema aéreo, mientras mayor es el sistema aéreo de la planta más frutos tendrá la planta (Hernández, 2016). Por lo tanto se cree existe una necesidad fisiológica de la planta para producir brotes ya que éstos les proporcionarán hojas para el proceso de fotosíntesis, por tanto crecen al máximo aprovechando las condiciones ambientales favorables, antes que llegue la época de sequía y la etapa reproductiva de la planta donde requerirá mucho de los brotes y hojas para la fotosíntesis.

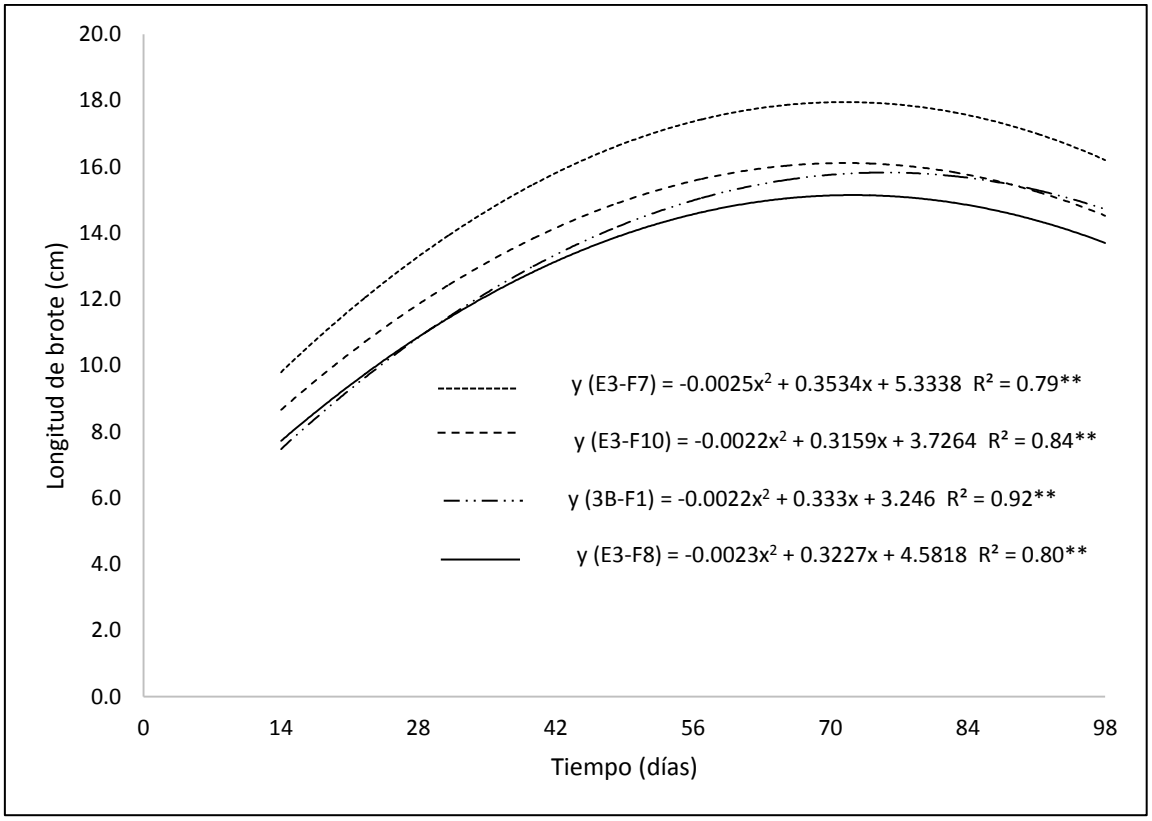


Figura 10. Longitud de brotes, de cuatro clones de camu camu.

- **Número de entrenudos (NE)**

En la Figura 11, se observa que los clones de camu camu presentaron respuesta cuadrática significativa (p≤0,05) en la variable número de entrenudos durante el tiempo de evaluación.

En ese sentido, se observa que a partir de los 14 días, después de haber instalado el experimento, la variable tuvo una tendencia creciente hasta los 70 días aproximadamente. A partir de este periodo se observa que la tasa de crecimiento del número de entrenudos se mantiene constante hasta los 98 días, a partir de este tiempo no se aprecia el crecimiento ni la aparición de nuevos entrenudos. Esta tendencia se mantiene para los cuatro clones. De esta forma los clones con mayor valor son el 3B-F1, E3-F8 y E3-F7 con valores de 6.93, 6.68 y 6.62 entrenudos aproximadamente. El clon E3-F10 presentó el menor valor promedio equivalente a 6.02 aproximadamente. Éste comportamiento mantiene los mismos patrones de crecimiento que le sucedieron a las anteriores variables de vigor (NB y LB) donde también crecieron y se desarrollaron en este periodo de tiempo, esto en parte se debe a que los entrenudos son parte de los brotes y dependen del crecimiento de los mismos para poder crecer, así se puede decir que mientras más sea el número de brotes por planta mayor será también el número de entrenudos. Por tanto los entrenudos se ven afectados por los mismos factores (clima, agua, nutrientes, entre otros) que afectan al número de brotes y longitud de brotes.

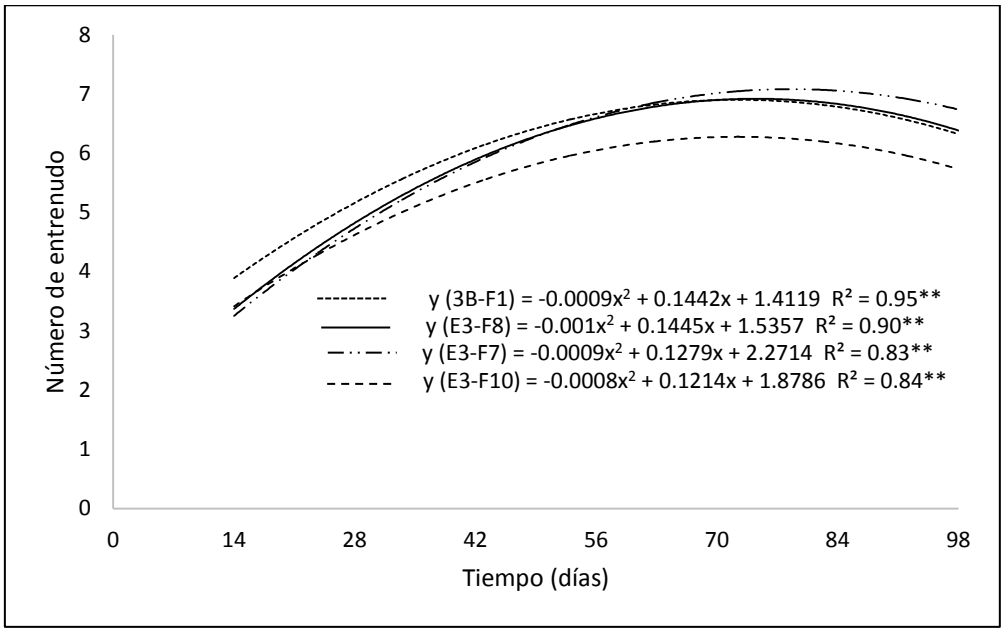


Figura 11. Número de entrenudos, de los clones de camu camu en estudio.

4.1.4. Número de botones florales (NBF), número de frutos verdes (NFV) y número de frutos de cosecha (NFC).

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) el factor clon (C) mostró diferencias altamente significativas (p≤0,01) para la variable número de botones florales (NBF) y diferencias significativas al 5% de probabilidad para las variables número de frutos verdes (NFV) y número de frutos de cosecha (NFC); en el factor tiempo (T) sin embargo se mostró diferencias altamente significativas (p≤0.01) para las tres variables evaluadas (NBF, NFV y NFC). En relación a la interacción entre los clones y tiempo de evaluación (CxT), se manifestaron efectos significativos solamente para el número de botones florales (NBF), con estos resultados se puede afirmar que para esta variable (NBF) los clones presentaron diferente comportamiento a lo largo del tiempo de evaluación y para las otras variables (NFV y NFC) el comportamiento fue similar durante el tiempo de evaluación.

Cuadro 06. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de botones florales (NBF), número de frutos verdes (NFV) y número de frutos de cosecha (NFC).

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio NBF	Cuadrado Medio NFV	Cuadrado Medio NFC
Bloque	2	13036018.7708	1706862.2500	439828.3958
Clones (C)	3	101508545.2430**	2085089.8148*	141597.0208*
Error 1	6	1557182.9930	103229.2870	6462.4791
Tiempo (T)	3	88261578.4652**	9492542.3333**	3419047.0208**
CxT	9	5635893.5763*	344941.8148^{NS}	27516.1689^{NS}
Error 2	24	995014.8819	196398.7361	19187.1527
CV 1 (%)		19.20	14.00	5.73
CV 2 (%)		15.35	19.31	9.87

**,*, NS - Significativo a 1%, Significativo a 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de F.

- **Número de botones florales**

En la Figura 12, se observa que los clones de camu camu presentaron respuesta cuadrática significativa (p ≤0,05) para el número de botones florales durante el tiempo de evaluación. En ese sentido se observa que a partir de los 105 días (tiempo en la cual comenzó la emisión de botones florales) la variable tuvo un aumento del número de botones florales hasta los 119 días. A partir de este periodo se observa que deja de aumentar el número de botones florales y se mantiene constante hasta los 126 días.

Según los resultados se puede afirmar que el periodo de emisión de botones florales fue de 21 días aproximadamente. Resultados similares fueron verificados por Abanto *et al*. (2011) al trabajar con poda y defoliación en plantas de camu camu.

De otro lado, se observa que el clon E3-F7 presentó los mejores resultados con un valor máximo de 4937 botones florales, seguido de los clones E3-F8, 3B-F1 y E3-F10 con 2849, 2441 y 1887 botones florales respectivamente.

En comparación con Abanto *et al;* 2011 en evaluación del tiempo a la floración del camu camu el autor menciona que los tratamientos sin riego y sin fertilización, en los primeros 12 días de la atapa de floración presentaron un 15% de plantas con botones florales, disminuyendo hasta 5% a los 24 días; sin embargo en los tratamientos con aplicación de riego por goteo tuvo un 35% de plantas con botones florales en los 12 primeros días, llegando a 7% a los 24 días. En comparación con el autor podemos decir que en cuanto a tiempo de evaluación (días) el resultado de este estudio es similar ya que el tiempo de floración duró 21 días un resultado casi similar al de Abanto *et al;* 2011. En cuanto al número de botones florales, se puede afirmar que la floración fue homogénea, es por ello que el periodo sólo duró 21 días, aunque se observa diferencias significativas entre clones, esto posiblemente por la capacidad de cada tipo de clon para gestionar mejor los recursos disponibles (agua y nutrientes del suelo).

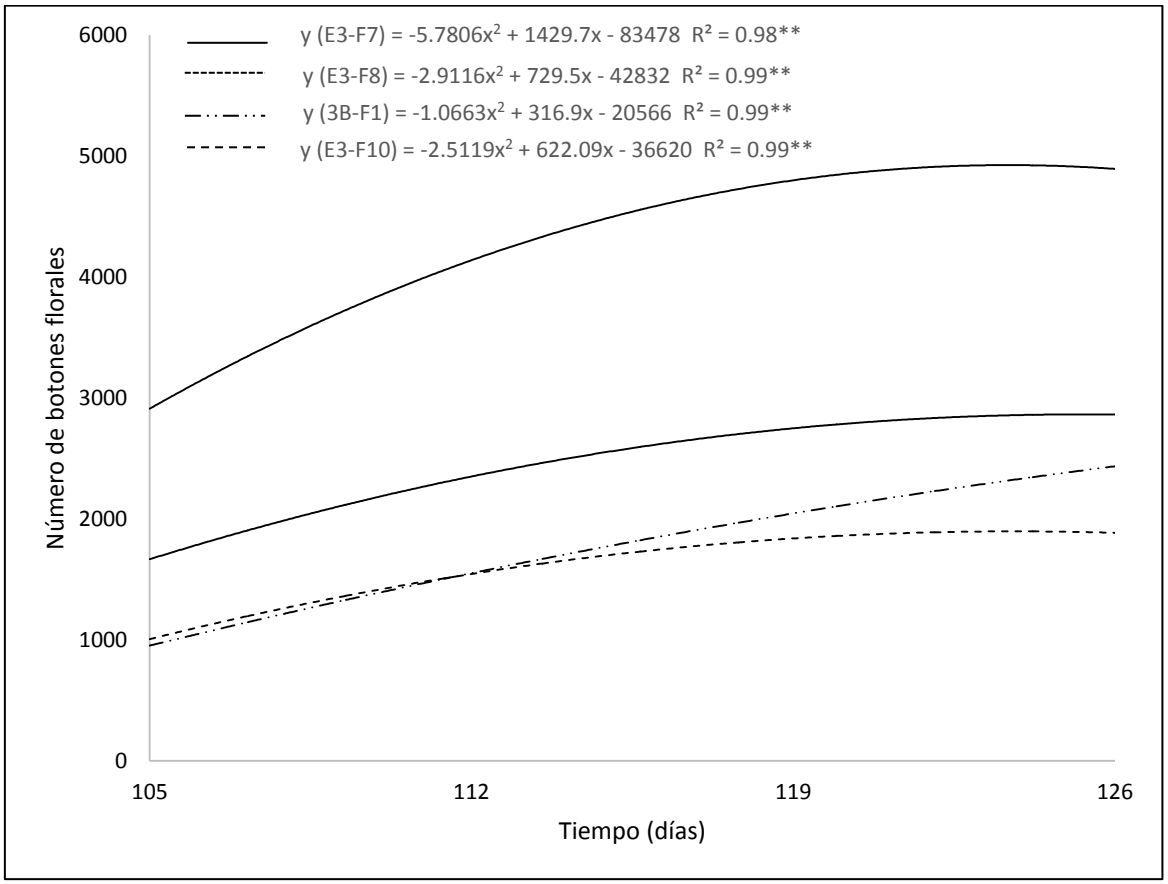


Figura 12. Número de botones florales en los clones de camu camu.

- Número de frutos verdes (NFV) y número de frutos de cosecha (NFC)

En el análisis de varianza para las dos variables (NFV y NFC), se observa que existe diferencias significativas (5%) entre clones (C), diferencias altamente significativas (1%) en el tiempo (T), sin embargo no existe diferencias significativas con la interacción clones por tiempo (CxT).

Cuadro 07. Análisis de varianza para la variable número de frutos verdes (NFV), y número de frutos de cosecha (NFC).

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio	Cuadrado Medio
		NFV	NFC
Bloque	2	1706862.2500	439828.3958
Clones (C)	3	2085089.814815*	141597.020833*
Error 1	6	103229.287037	6462.479167
Tiempo (T)	2	9492542.333333**	3419047.020833**
CxT	6	344941.814815^{NS}	27516.168981^{NS}
Error 2	16	196398.736111	19187.152778
CV 1 (%)		14.00	5.73
CV 2 (%)		19.31	9.87

**,*, NS - Significativo a 1%, Significativo a 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de F.

En la Figura 13, se observa que los clones E3-F7 y E3-F8 presentaron los mejores resultados, además es importante resaltar que presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) en relación a los otros clones en las dos variables evaluadas. De esta forma, el clon E3-F8 presentó un valor máximo de 1276 frutos verdes, seguido de los clones E3-F7, E3-F10 y 3B-F1 con 1165, 827 y 735 frutos verdes respectivamente. Así mismo el clon E3-F8 presentó un valor máximo de 722 frutos de cosecha, seguido de los clones E3-F7, 3B-F1 y E3-F10 con 677, 586 y 576 frutos de cosecha respectivamente.

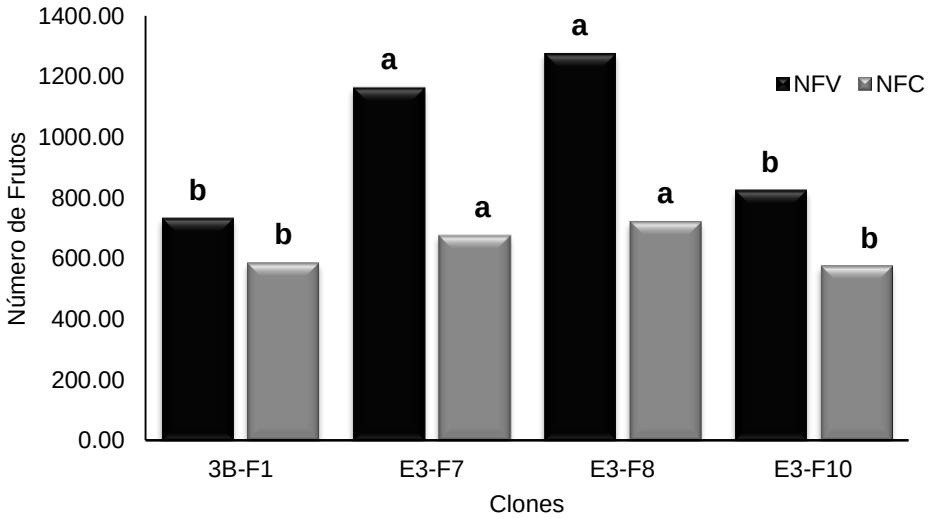


Figura 13. Número de frutos verdes y de cosecha de camu camu.

De otro lado, en la Figura 14 y 15, se observa que el desarrollo de frutos verdes y frutos de cosecha de los clones de camu camu tuvo comportamiento cuadrático significativo, siendo que los frutos comenzaron a formarse a los 133 días y posteriormente, a partir de los 175 comenzó el proceso de maduración de los frutos aptos para la cosecha prolongándose hasta los 196 días, resultando un total de 63 días desde el inicio del desarrollo de frutos (133 días) hasta la cosecha de frutos (196 días). Resultados similares se obtuvo por Abanto *et al*; (2011), donde demuestra que la emisión y maduración del fruto, tomando un tiempo de 75 días, resultados muy similares a lo reportado por IIAP (2001) en donde menciona que la maduración del fruto desde la floración toma un tiempo de 77 días. En cuanto a las diferencias en el número de frutos por clones posiblemente se deba a la pérdida de frutos pequeños por falta de nutrientes. Estos resultados corroboran lo mencionado por Oliva (2007) que la pérdida de frutos pequeños, es debido a diversos factores siendo el principal la no fertilización de flores o la falta de flujo de polen por ausencia de polinizadores específicos. Estos resultados corrobora lo dicho por Romero (2003) donde menciona que en un ensayo realizado en un ultisols de Pucallpa, con pH 4.7, fósforo (5.4 ppm), potasio (0.09 meq/100g suelo) y materia orgánica (1.25 %), encontró que no hubo diferencias en el rendimiento de frutos de camu camu, entre 18 combinaciones de N-P-K, debido a la baja calidad del suelo y a la alta variabilidad genética de plantas injertadas de tres años de edad.

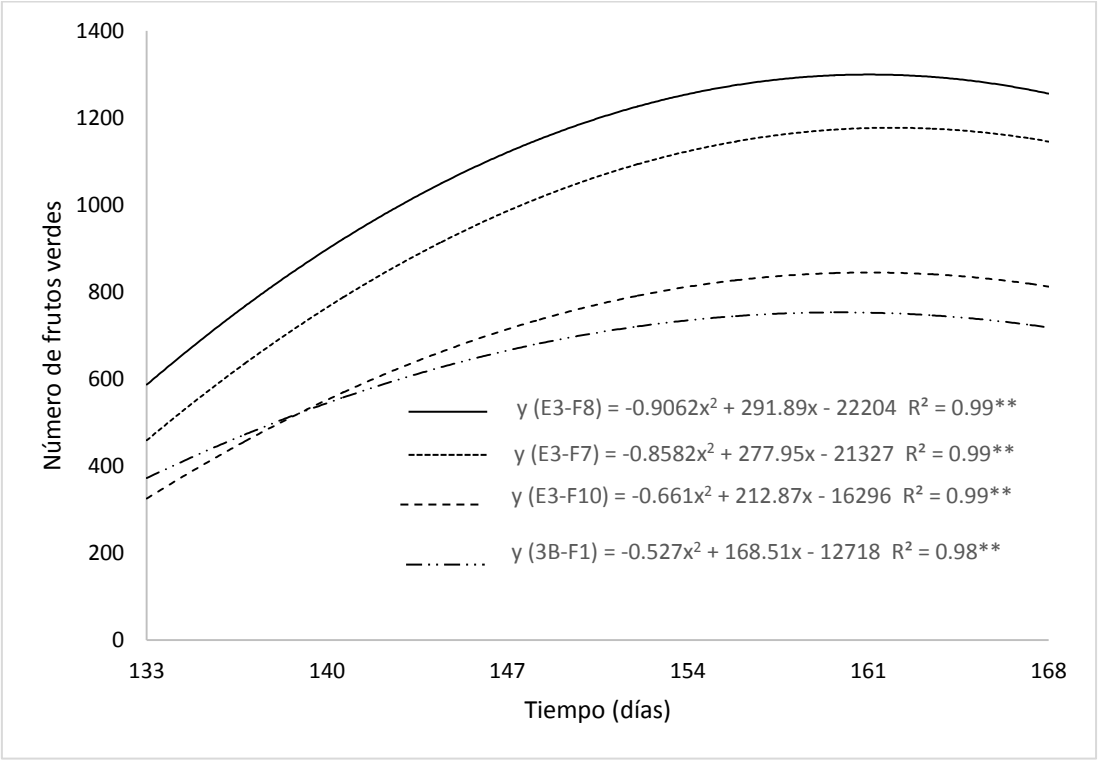


Figura 14. Comportamiento del número de frutos verdes en el tiempo.

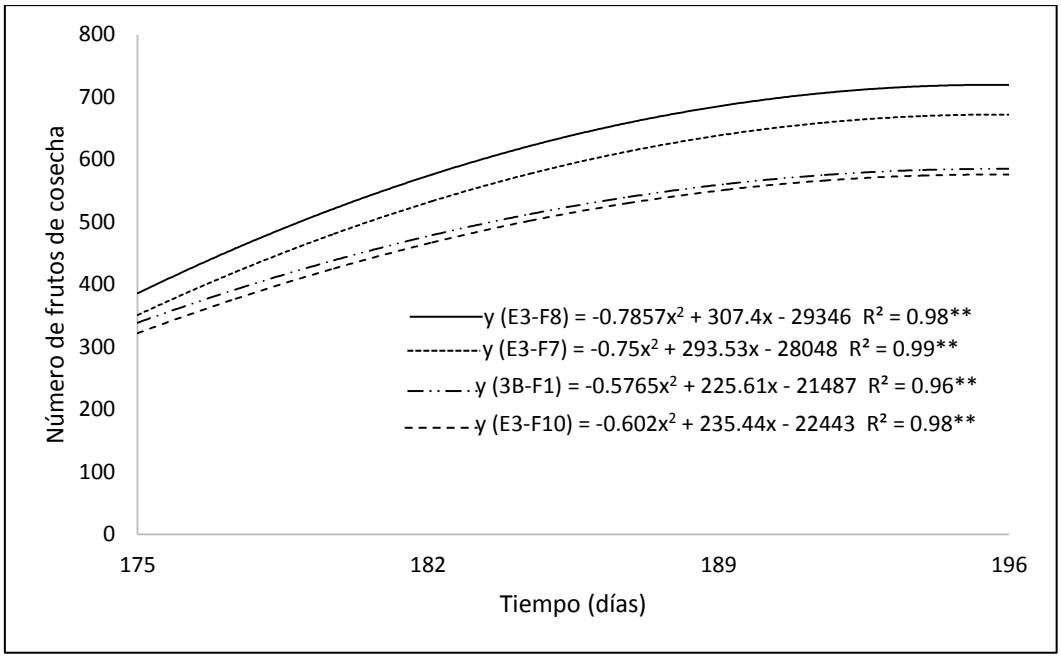


Figura 15. Comportamiento del número de frutos de cosecha en el tiempo (días).

4.1.5. Peso de frutos por tratamiento (g) y rendimiento de fruto (t ha^{-1})

En el cuadro 08, El análisis de varianza de los cuadrados medios para la variable peso de fruto (PF) registra diferencias significativas entre clones (p≤0.05). Para la variable rendimiento de fruto (RF) no se registra diferencias significativas.

Cuadro 08. Análisis de varianza (ANVA) para el peso de fruto (PF), peso de raíz (PR) y rendimiento de fruto (RF) de diferentes clones de camu camu.

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio	
		PF (g)	RF (t ha^{-1})
Bloque	2	0.203333	3.198033
Clones	3	10.003333*	6.338253^{NS}
Error	6	1.336667	4.015178
CV (%)		10.04	24.68

****,*, NS-** Significativo a 1%, Significativo a 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de F

En relación al peso de fruto (PF), en la Figura 16, se observa que los clones de camu camu presentaron diferencias estadísticas significativas (p ≤0,05). De esta forma, para la variable peso de frutos el clon E3-F7 presentó un valor máximo de 13.33 gramos, seguido de los clones 3B-F1, E3-F10 y E3-F8 con 12.67, 10.73 y 9.33 gramos respectivamente. Resultados menores fueron verificados por Aguirre *et al.,* (2012) al trabajar en la evaluación del mismo material genético; así, fue determinado 8.22 g, 10.04g, 7.98 g, y 9.00 gramos para los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10 respectivamente.

De otro lado, en la figura 17, se observa que el rendimiento de fruto (RF) en clones de camu camu de 15 años de edad, no presentó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). Sin embargo los clones que obtuvieron mejores resultados fueron E3-F7 con un valor máximo de 10.10 t ha^{-1} seguido de los clones 3B-F1, E3-F8 y E3-F10 con 8.25, 7.33 y 6.79 ton/ha de frutos respectivamente.

Resultados similares en cuanto al desempeño agronómico de los clones fueron reportados por Aguirre *et al.,* (2012) puesto que en los dos periodos de evaluación el clon E3-F7 obtuvo el mejor rendimiento de fruto, donde el clon que ha alcanzado el mayor rendimiento es el E3-F7 con 49,28 kg de fruta comercial/parcela-año equivalente a 5,48 t de fruta comercial/ha-año para el periodo 2005 – 2010 y con 75,87 kg de fruta comercial/parcela-año equivalente a 8,44 t de fruta comercial/ha-año para el 2010. Si se hace una comparación de los resultados actuales en relación al año 2010, se confirmó que este clon incrementó su rendimiento en más de dos toneladas.

Con estos resultados se puede afirmar que las características agronómicas de los clones se mantienen y van mejorando en el transcurso del tiempo, desde luego para obtener mejores resultados es necesaria que las plantas y las parcelas en su conjunto sean manejadas agronómicamente con técnicas de abonamiento, podas y un manejo integrado de plagas. De otro lado los resultados obtenidos en esta investigación, son superiores a los reportados (4.8 t ha^{-1}) por Abanto *et al.* (2011), al trabajar con fertirriego en plantas de camu camu de 7 años de edad procedentes de semillas. En ese sentido es evidente que cuando se trabaja con selección de clones se obtiene mejores resultados.

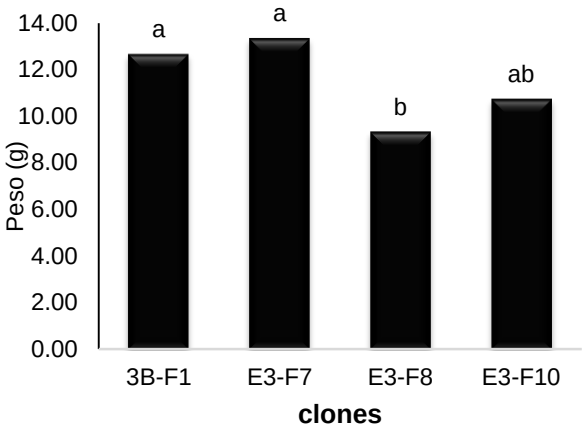


Figura 16. Peso de frutos de camu camu.

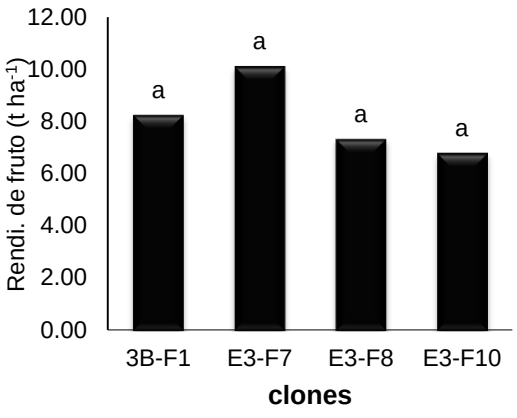


Figura 17. Rendimiento de frutos.

4.2. Correlación entre la raíz y el vigor de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10

De acuerdo a los resultados en los Cuadros 09, 10, 11 y 12, se muestra la correlación de Pearson para los cuatro clones en estudio.

En ese sentido se observan que los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10 respectivamente no registran correlación ($P>0.05$) entre las variables radiculares (número de raíces (NR), longitud de raíz (LR), peso de raíz (PR)) y variables aéreas de vigor (número de brotes (NB), longitud de brotes (LB), número de entrenudos (NE) y número de botones florales (NBF)), esto indica que el nivel de vigor no es dependiente del nivel de las características biométricas de la raíz debido a que éstas variables se desarrollaron en periodos diferentes, como por ejemplo las variables de vigor de las plantas tuvieron un crecimiento acelerado a partir de los 14 días de instalado el experimento hasta los 70 días aproximadamente (Figura 06), sin embargo el crecimiento de raíces se retrasa y empieza recién a los 28 días prolongándose hasta los 196 días.

Estos resultados probablemente se deban por que el camu camu en sus primeras semanas de brotación no necesita de las raíces para que crezcan los brotes ya que éstos utilizan las reservas de la planta para crecer. Así mismo Texeira *et al;* (2002) menciona que el mayor crecimiento inicial de las brotaciones se debe a la utilización de reservas orgánicas e inorgánicas en la cepa o en las raíces, y, posteriormente, cuando pasan a depender más directamente del suelo, la existencia de un sistema radicular desarrollado favorece la absorción de agua y nutrientes, aumentando la tasa de crecimiento de la parte aérea de las brotaciones.

Por lo tanto el hecho de que no exista correlación entre éstas variables no se puede interpretar como algo malo, sino más bien este comportamiento puede deberse a la rapidez con que inician su crecimiento los brotes respecto a las raíces ya que los brotes aprovechan las reservas de la planta en sus primeros momentos de desarrollo.

En comparación con Ibacache (sf.); Callejas (2009), en estudios realizados con Olivo mencionan que las raíces crecieron durante el periodo de floración en que la tasa de crecimiento de los brotes fue baja, lo cual es similar a nuestros resultados.

Cuadro 09. Correlación de la raíz y el vigor del clon 3B-F1.

		NB	LB	NE	NBF
NR	Correlación de Pearson	-.520	-.520	-.520	-.480
	Sig. (bilateral)	.652	.652	.652	.681
	N	3	3	3	3
LR	Correlación de Pearson	-.940	-.940	-.940	.174
	Sig. (bilateral)	.222	.222	.222	.889
	N	3	3	3	3
PR	Correlación de Pearson	-.500	-.500	-.500	-.500
	Sig. (bilateral)	.667	.667	.667	.667
	N	3	3	3	3

Cuadro 10. Correlación de la raíz y el vigor del clon E3-F7.

		NB	LB	NE	NBF
NR	Correlación de Pearson	-.510	-.510	-.510	-.490
	Sig. (bilateral)	.659	.659	.659	.674
	N	3	3	3	3
LR	Correlación de Pearson	-.959	-.959	-.959	.232
	Sig. (bilateral)	.184	.184	.184	.851
	N	3	3	3	3
PR	Correlación de Pearson	-.500	-.500	-.500	-.500
	Sig. (bilateral)	.667	.667	.667	.667
	N	3	3	3	3

*. La correlación es significante al nivel 0,05.
**. La correlación es altamente significativa al nivel 0,01

Cuadro 11. Correlación de la raíz y el vigor del clon E3-F8.

		NB	LB	NE	NBF
NR	Correlación de Pearson	-.376	-.376	-.376	-.614
	Sig. (bilateral)	.754	.754	.754	.579
	N	3	3	3	3
LR	Correlación de Pearson	-.948	-.948	-.948	.198
	Sig. (bilateral)	.206	.206	.206	.873
	N	3	3	3	3
PR	Correlación de Pearson	-.500	-.500	-.500	-.500
	Sig. (bilateral)	.667	.667	.667	.667
	N	3	3	3	3

Cuadro 12. Correlación de la raíz y el vigor del clon E3-F10.

		NB	LB	NE	NBF
NR	Correlación de Pearson	-.410	-.410	-.410	-.584
	Sig. (bilateral)	.731	.731	.731	.603
	N	3	3	3	3
LR	Correlación de Pearson	-.950	-.950	-.950	.206
	Sig. (bilateral)	.201	.201	.201	.868
	N	3	3	3	3
PR	Correlación de Pearson	-.500	-.500	-.500	-.500
	Sig. (bilateral)	.667	.667	.667	.667
	N	3	3	3	3

*. La correlación es significante al nivel 0,05.
**. La correlación es altamente significativa al nivel 0,01

LEYENDA:

NR: Número de raíces

LR: Longitud de raíces

PR: Peso de raíces

NB: Número de brotes

LB: Longitud de brotes

NE: Número de entrenudos

NBF: Número de botones florales

4.3. Correlación entre la raíz y las variables de producción, de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10.

De acuerdo al análisis de correlación de Pearson, se muestran los resultados para los cuatro clones en estudio. En ese sentido para los clones 3B-F1 y E3-F7 (cuadro 13 y 14) las variables número de raíces (NR) y peso de raíz (PR) poseen una correlación positiva y altamente significativa al 5 % y 1 % de probabilidad respectivamente con las variables número de frutos verdes (NFV), número de frutos de cosecha (NFC), peso de frutos (PF) y rendimiento de frutos (RF). Resultados similares fueron reportados por Paredes (2013) en estudios comparativos de 37 clones de camu camu, donde afirma la variable "Número de fruto Verde/planta", se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas entre clones, ni entre sus repeticiones. Para los clones E3-F8 y E3-F10, solo se correlacionó ($p \leq 0.01$) la variable peso de raíz con número de frutos verdes (NFV), número de frutos de cosecha (NFC), peso de frutos (PF) y rendimiento de frutos (RF).

Así mismo para los cuatro clones estudiados se observa que la variable longitud de raíz presentó correlación positiva pero no significativa ($p > 0.05$). Éste acontecimiento ocurre en respuesta a las etapas fenológicas de desarrollo y maduración de frutos, además la dinámica radicular se ve afectado por la creciente demanda de nutrientes que los frutos necesitan para crecer y que la planta prioriza en los frutos mas no para el crecimiento de raíces (Urbina, 2010; Vargas *et al;* 2009).

4.3.1. Correlación del clon 3B-F1

En el cuadro 13, se muestran los valores del clon 3B-F1 donde la variable radicular número de raíces (NR) se correlacionan positivamente con las variables aéreas productivas (Número de frutos verdes, número de frutos de cosecha, peso de frutos, rendimiento de frutos), con valores significativos ($r = 0.98$, $p \leq 0.05$). Así mismo la variable radicular peso de raíces se correlacionan positivamente con las variables aéreas productivas (Número de frutos verdes, número de frutos de cosecha, peso de frutos, rendimiento de frutos), con valores altamente significativos ($r = 0.99$, $p \leq 0.01$).

Estos resultados nos indican que el sistema radicular mantiene una correlación positiva y altamente significativa con la producción del camu camu, ya que a medida que los frutos demandan más agua y nutrientes a la planta, éstas a través de sus raíces tienen que suplir esas demandas inmediatamente. Así mismo Hernández (2016) afirma que un gran desarrollo del sistema radicular implica un alto rendimiento, siempre que la absorción de agua y nutrientes minerales por parte de las raíces esté en equilibrio con el sistema aéreo

de la planta, si la planta tiene pocas raíces y muchos frutos, la planta no podrá obtener suficiente agua y nutrientes del suelo.

Cuadro 13. Correlación de las variables radiculares y aéreas por etapas fenológicas del clon 3B-F1.

		Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (t ha-1)
Número de raíces	Correlación de Pearson	0.984*	0.981*	0.984*	0.983*
	Sig. (bilateral)	0.03	0.02	0.03	0.02
	N	3	3	3	3
Longitud de raíz	Correlación de Pearson	0.77	0.76	0.77	0.77
	Sig. (bilateral)	0.45	0.41	0.42	0.44
	N	3	3	3	3
Peso de raíz (g)	Correlación de Pearson	0.998**	0.997**	0.998**	0.995**
	Sig. (bilateral)	0.01	0.01	0.00	0.00
	N	3	3	3	3

*. Correlación significativa al nivel 0,05.
**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.3.2. Correlación del clon E3-F7

En el cuadro 14, se muestran los valores del clon E3-F7 donde la variable radicular número de raíces se correlacionan positivamente con las variables aéreas productivas (número de frutos verdes, número de frutos de cosecha, peso de frutos, rendimiento de frutos), con valores altamente significativos (r=0.99, p≤0.01). Así mismo la variable radicular peso de raíces se correlacionan positivamente con las variables aéreas productivas (número de frutos verdes, número de frutos de cosecha, peso de frutos, rendimiento de frutos), con valores altamente significativos (r=0.99, p≤0.01).

Estos resultados nos muestran que las raíces así como la parte aérea de la planta interactúan y están muy correlacionadas para tener éxito en la fructificación, al respecto

Brescia *et al;* (2003) menciona que el sistema aéreo de la planta son las hojas, ramas, flores, frutos y tallos, por otro lado el sistema radical de la planta está formado por las raíces principales y secundarias de la planta, ambos sistemas tienen funciones diferentes y deben mantener una correlación para lograr un alto rendimiento en los cultivos. Otra función de las raíces es absorber el agua y nutrientes minerales necesarios para el desarrollo de la planta y esta función debe estar en equilibrio con el sistema aéreo de la planta para lograr cosechas satisfactorias (Hernández, 2016).

Por ello es muy importante tener en cuenta la relación que existe entre las raíces y la parte aérea de las plantas al momento de realizar el manejo agronómico en los cultivos de camu camu, a pesar que la variable longitud de raíces no haya tenido una correlación con buena significancia ($p>0.05$) esto no quita la gran importancia que tiene la relación entre la parte radicular y aérea.

Cuadro 14. Correlación de las variables radiculares y aéreas por etapas fenológicas del clon E3-F7.

		Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (t ha-1)
Número de raíces	Correlación de Pearson	0.997**	0.995**	0.999**	0.998**
	Sig. (bilateral)	0.01	0.00	0.01	0.01
	N	3	3	3	3
Longitud de raíz	Correlación de Pearson	0.73	0.73	0.73	0.73
	Sig. (bilateral)	0.48	0.45	0.41	0.39
	N	3	3	3	3
Peso de raíz (g)	Correlación de Pearson	0.999**	0.997**	0.998**	0.999**
	Sig. (bilateral)	0.00	0.00	0.00	0.01
	N	3	3	3	3

*. Correlación significativa al nivel 0,05.
**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.3.3. Correlación del clon E3-F8

En el cuadro 15, La variable radicular peso de raíz se correlacionan positivamente con valores altamente significativos con las variables aéreas productivas número de frutos verdes, número de frutos de cosecha, peso de frutos y rendimiento de frutos (r=0.99, p≤0.01). Sin embargo no existe correlación entre las demás variables radiculares número de raíces, longitud de raíces con ninguna de las variables productivas. Según el resultado para el clon E3-F8 la mayoría de variables no se correlacionan entre sí, excepto el peso de raíz con las variables aéreas, sin embargo éste clon tuvo un buen desempeño agronómico aunque no fue mejor que los demás clones su rendimiento de fruto fue de 7.33 ton/ha, lo cual nos da a entender que si hubiese tenido mayor correlación posiblemente hubiese mejorado aún más la producción. Así mismo Ledesma (2011); Reis (1986) sostiene que la parte aéreo debe estar en equilibrio con las raíces, si el sistema aéreo es muy desarrollado respecto a las raíces no se logran buenos rendimientos, así mismo si los frutos son abundantes respecto con las raíces de la planta estos tienden a quedarse pequeños, las raíces no pueden absorber suficiente nutrientes del suelo para hacer crecer a todos los frutos hasta un tamaño óptimo. Posiblemente por esta razón sea que el clon E3-F8 también tenga los frutos más pequeños (9.33g) respecto al clon E3-F7 (13.33g).

Cuadro 15. Correlación de las variables radiculares y aéreas por etapas fenológicas del clon E3-F8.

		Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (t ha-1)
Número de raíces	Correlación de Pearson	0.887	0.799	0.849	0.921
	Sig. (bilateral)	0.088	0.087	0.089	0.087
	N	3	3	3	3
Longitud de raíz	Correlación de Pearson	0.750	0.750	0.750	0.750
	Sig. (bilateral)	0.460	0.467	0.462	0.469
	N	3	3	3	3
Peso de raíz (g)	Correlación de Pearson	0.998**	0.997**	0.998**	0.996**
	Sig. (bilateral)	0.01	0.01	0.00	0.00
	N	3	3	3	3

*. Correlación significativa al nivel 0,05.

**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.3.4. Correlación del clon E3-F10

En el cuadro 16, se observa que las variables radiculares número de raíces y longitud de raíz no guardan correlación ($p>0.05$) con ninguna de las variables productivas (NFV, NFC, PF, RF). Sin embargo la variable peso de raíz se correlaciona con valores altamente significativos ($r=0.99$, $p\leq0.01$) con las variables número de frutos pequeños, número de frutos de cosecha, peso de frutos, rendimiento de frutos.

Según el resultado para el clon E3-F10 la mayoría de variables no se correlacionan entre sí, excepto el peso de raíz con las variables aéreas, posiblemente esta falta de correlación sea un causante de que éste clon en particular tuviera los menores rendimientos respecto a los demás clones estudiados, Al respecto Hernández (2016) refuerza esta afirmación mencionando que el sistema radicular debe estar en equilibrio con el sistema aéreo, si la planta tiene pocas raíces y muchos frutos, la planta no podrá obtener suficiente agua del suelo para mantener la planta y en consecuencia el rendimiento es menor de lo esperado. Así mismo Ledesma (2011); Hernández (2016) sostiene que cuando los frutos son numerosos en relación con las raíces de la planta estos tienden a quedarse pequeños, las raíces no pueden absorber suficiente potasio para hacer crecer a todos los frutos hasta un tamaño óptimo.

Cuadro 16. Correlación de las variables radiculares y aéreas del clon E3-F10.

		Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (t ha-1)
Número de raíces	Correlación de Pearson	0.821	0.889	0.941	0.944
	Sig. (bilateral)	0.069	0.064	0.065	0.068
	N	3	3	3	3
Longitud de raíz	Correlación de Pearson	0.742	0.744	0.745	0.745
	Sig. (bilateral)	0.465	0.465	0.461	0.464
	N	3	3	3	3
Peso de raíz (g)	Correlación de Pearson	0.998**	0.996**	0.999**	0.997**
	Sig. (bilateral)	0.001	0.010	0.001	0.000
	N	3	3	3	3

*. Correlación significativa al nivel 0,05.
**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.4. Correlación entre los factores ambientales y variables aérea y radicular de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10

4.4.1. Correlación del clon 3B-F1

En el cuadro 17, se observa que la temperatura máxima (Tmax), se correlaciona de forma negativa con la variable número de raíz (r = -0.776, p≤0.05) y longitud de raíz (r = -0.835, p≤0.05). La humedad relativa (HR), se correlaciona positivamente con la variable número de raíz con valores significativos (r=0.815, p≤0.05) y longitud de raíz (r=0.867, p≤0.05). La precipitación pluvial (Pp), presenta una fuerte correlación positiva con probabilidades altamente significativas con las variables peso de raíz (r=0.947, p≤0.01), número de botones florales (r=0.947, p≤0.01), número de frutos verdes (0.947, p≤0.01) y número de frutos de cosecha (r=0.947, p≤0.01). Estos resultados nos indican que los factores ambientales juegan un papel fundamental en el desenvolvimiento de la raíz de las plantas, así mismo influencia significativamente en el vigor y rendimiento del cultivo.

Al respecto Canna (2017) menciona que junto con los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la raíz y la productividad de las plantas, así mismo menciona que todos estos factores deberían estar equilibrados para obtener mejores resultados ya que los factores ambientales afecta a la planta tanto a corto como a largo plazo.

Así mismo Mejía (2013) afirma que la temperatura por influir en el desarrollo de las raíces influye también en la absorción de nutrientes y agua, así como en la liberación de nutrientes del suelo. Así también FAO (2017) afirma que los factores ambientales en general afecta la tasa de desarrollo de la planta y la producción de flores, frutos otros componentes.

Por tanto para el clon 3B-F1, la variable ambiental de precipitación pluvial fue la que tuvo mayor influencia en las variables del mencionado clon, seguidas de la humedad relativa y temperatura máxima que influenciaron sobre las variables número de raíz y longitud de raíz. En ese sentido se puede decir que las variables ambientales sí influyeron en algunas variables del clon 3B-F1. En el caso de la temperatura máxima se tiene que tener cuidado ya que la influencia es negativa, eso quiere decir que a mayor temperatura máxima, el número de raíz deja de aumentar y también deja de crecer.

Cuadro 17. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon 3B-F1.

VARIABLES		número de raíz	longitud de raíz	peso de raíz	numero de botones florales	numero de frutos verdes	numero de frutos de cosecha
temperatura máxima	Correlación de Pearson	-0.776(*)	-0.835(*)	0.137	0.137	0.137	0.137
	Sig. (bilateral)	0.04	0.02	0.77	0.77	0.77	0.77
	N	7	7	7	7	7	7
humedad relativa	Correlación de Pearson	0.815(*)	0.867(*)	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159
	Sig. (bilateral)	0.03	0.02	0.733	0.733	0.733	0.733
	N	7	7	7	7	7	7
precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-0.36	-0.38	0.947(**)	0.947(**)	0.947(**)	0.947(**)
	Sig. (bilateral)	0.428	0.4	0.001	0.001	0.001	0.001
	N	7	7	7	7	7	7

*. La correlación es significante al nivel 0,05

**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.4.2. Correlación del clon E3-F7

En el cuadro 18, La temperatura máxima (Tmax), se correlaciona positivamente con la variable número de entrenudos (r = 0.767, p≤0.05). La humedad relativa (HR), se correlaciona positivamente con la variable número de raíces con valores significativos (r=0.768, p≤0.05). La precipitación pluvial (Pp), presenta una fuerte correlación positiva con probabilidades altamente significativas con las variables peso de raíz (r=0.947, p≤0.01), Número de botones florales (r=0.947, p≤0.01), Número de frutos verdes (0.947, p≤0.01) y Número de frutos de cosecha (r=0.947, p≤0.01). De acuerdo a los resultados se encontró que las variables ambientales están relacionadas positivamente con alguna de las variables radiculares y aéreas del clon E3-F7, donde la precipitación pluvial se correlaciona con valores altamente significativos con la mayor cantidad de variables (peso de raíz, número de botones florales, número de frutos verdes y número de frutos de cosecha), esto nos da a entender que la precipitación pluvial es clave en el desarrollo de las plantas tanto en el sistema radicular como en la parte aérea. En ese sentido Alva (2008) afirma que los factores ambientales (temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación, entre otros) influyen en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas, por lo tanto tener en cuenta que existe una correlación positiva entre todas estas variables estudiadas ventajoso a la hora de mejorar la producción (Rengifo, 2009).

Cuadro 18. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon E3-F7, con datos agrupados mensualmente.

VARIABLES		número de raíz	peso de raíz	número de entrenudos	numero de botones florales	numero de frutos verdes	numero de frutos de cosecha
temperatura máxima	Correlación de Pearson	-0.724	0.137	0.767(*)	0.137	0.137	0.137
	Sig. (bilateral)	0.066	0.77	0.044	0.77	0.77	0.77
	N	7	7	7	7	7	7
humedad relativa	Correlación de Pearson	0.768(*)	-0.159	-0.761	-0.159	-0.159	-0.159
	Sig. (bilateral)	0.044	0.733	0.067	0.733	0.733	0.733
	N	7	7	7	7	7	7
precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-0.313	0.947(**)	-0.028	0.947(**)	0.947(**)	0.947(**)
	Sig. (bilateral)	0.494	0.001	0.952	0.001	0.001	0.001
	N	7	7	7	7	7	7

*. La correlación es significante al nivel 0,05
**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.4.3. Correlación del clon E3-F8

En el cuadro 19, La temperatura máxima (Tmax), se correlaciona positivamente con la variable número de entrenudos (r = 0.760, p≤0.05). La humedad relativa (HR), se correlaciona positivamente con la variable número de raíces con valores significativos (r=0.779, p≤0.05) y con la variable Longitud de raíces (r= 0.765, p≤0.05). La precipitación pluvial (Pp), presenta una fuerte correlación positiva con probabilidades altamente significativas con las variables peso de raíz (r=0.947, p≤0.01), número de botones florales (r=0.947, p≤0.01), número de frutos verdes (0.947, p≤0.01) y número de frutos de cosecha (r=0.947, p≤0.01). De acuerdo con los resultados para el clon E3-F8, la temperatura máxima, humedad relativa y precipitación pluvial influencian de forma positiva y significativa para el crecimiento y desarrollo tanto de la raíz así como de la parte aérea del camu camu (clon E3-F8). Por tanto Brescia (2003) afirma que sí es posible obtener excelentes rendimientos con un clima cálido, pero hay que estar preparados para sus posibles desventajas. Al incrementarse la temperatura en el ambiente, aumenta el metabolismo de las plantas de manera significativa. Debido a esto, se requiere un mayor suministro de insumos para la planta: más agua de riego y nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etcétera). Así mismo si las precipitaciones aumentan, la formación y llenado de frutos se acelerará y podrá afectar positivamente los rendimientos del cultivo (Allen, 2017).

Cuadro 19. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon E3-F8, con datos agrupados mensualmente.

VARIABLES		número de raíz	Longitud de raíces	Peso de raíz	número de entrenudos	número de botones florales	número de frutos verdes	número de frutos de cosecha
temperatura máxima	Correlación de Pearson	-0.737	-0.724	0.137	0.760 (*)	0.137	0.137	0.137
	Sig. (bilateral)	0.059	0.066	0.77	0.047	0.77	0.77	0.77
	N	7	7	7	7	7	7	7
humedad relativa	Correlación de Pearson	0.779 (*)	0.765 (*)	-0.159	-0.747	-0.159	-0.159	-0.159
	Sig. (bilateral)	0.039	0.045	0.733	0.054	0.733	0.733	0.733
	N	7	7	7	7	7	7	7
precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-0.338	-0.335	0.947(**)	-0.035	0.947 (**)	0.947 (**)	0.947 (**)
	Sig. (bilateral)	0.459	0.462	0.001	0.941	0.001	0.001	0.001
	N	7	7	7	7	7	7	7

*. La correlación es significante al nivel 0,05

**. Correlación altamente significativa al 0,01.

4.4.4. Correlación del clon E3-F10

En el cuadro 20, la temperatura máxima (Tmax), se correlaciona positivamente con la variable número de entrenudos (r = 0.766, p≤0.05). La humedad relativa (HR) se correlaciona positivamente con la variable número de raíces con valores significativos (r=0.769; p≤0.05), y con la variable longitud de raíces (r= 0.765; p≤0.05). La precipitación pluvial (Pp), presenta una fuerte correlación positiva con probabilidades altamente significativas con las variables peso de raíz (r=0.947, p≤0.01), número de botones florales (r=0.947, p≤0.01), número de frutos verdes (0.947, p≤0.01) y número de frutos de cosecha (r=0.947, p≤0.01).

En ese sentido cabe destacar que los factores ambientales también influencian significativamente en el clon E3-F10, donde la precipitación tiene mayor influencia sobre las variables estudiadas ya que se correlaciona de forma altamente significativa con cuatro variables, mientras que la humedad relativa sólo se correlaciona con dos variables y la temperatura máxima solo con una variable. Al respecto CANNA (2017), afirma que la temperatura influye positivamente en el crecimiento de brotes ya que éstos protegen a la planta de la exposición de las altas temperaturas y a la vez producen hojas para realizar la fotosíntesis. Por otro lado, si hay mucha humedad, la planta no absorbe mucha

agua del suelo, lo que también significa que hay poca absorción de elementos fertilizantes. Esto es un problema para algunos elementos, particularmente el calcio, ya que una absorción inadecuada puede provocar deficiencias de nutrientes.

Por otro lado acerca de la precipitación Gutiérrez (2003); Hernández (2016) afirman que las precipitaciones son una fuente de agua esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo las lluvias tienden a ser erráticas y habrán años lluviosos o menos lluviosos en los cuales los cultivos realizados usando las lluvias como fuente de agua tienden a tener cosechas buenas y malas dependiendo de si llueve suficiente o no. Por ello es indispensable tener en cuenta la relación existente entre estos factores ambientales con las plantas, sobre todo con las precipitaciones porque son las que más han influenciado en los cuatro clones de camu camu estudiados, además porque tiene mucha importancia en cultivos donde no se realiza riego mecanizado y se depende directamente de las precipitaciones así como demás condiciones favorables.

Cuadro 20. Correlación entre los factores ambientales y las variables radiculares y aéreas del clon E3-F10, con datos agrupados mensualmente.

VARIABLES		número de raíces	longitud de raíces	peso de raíces	número de entrenudos	número de botones florales	número de frutos verdes	número de frutos de cosecha
temperatura máxima	Correlación de Pearson	-0.726	-0.724	0.137	0.766(*)	0.137	0.137	0.137
	Sig. (bilateral)	0.065	0.066	0.77	0.044	0.77	0.77	0.77
	N	7	7	7	7	7	7	7
humedad relativa	Correlación de Pearson	0.769(*)	0.765(*)	-0.159	-0.759	-0.159	-0.159	-0.159
	Sig. (bilateral)	0.043	0.045	0.733	0.068	0.733	0.733	0.733
	N	7	7	7	7	7	7	7
precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-0.32	-0.335	0.947(**)	-0.029	0.947(**)	0.947(**)	0.947(**)
	Sig. (bilateral)	0.485	0.462	0.001	0.95	0.001	0.001	0.001
	N	7	7	7	7	7	7	7

*. La correlación es significante al nivel 0,05

**. Correlación altamente significativa al 0,01.

V. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo a las características agronómicas existen clones que pueden ser recomendados para la instalación en plantaciones comerciales, destacando el clon E3-F7 por presentar las mejores características agronómicas deseables para plantaciones comerciales en casi todas las variables evaluadas.

- ✓ Existe correlación estadística entre la raíz y el vigor pero no significativa ($p>0.05$) en los cuatro clones estudiados.

- ✓ Existe correlación lineal de Pearson ($p\leq0.05$) entre la variable número de raíces con las variables número de frutos verdes, numero de frutos de cosecha, peso de frutos y rendimiento de frutos, para los clones 3B-F1 y E3-F7;

- ✓ Existe correlación lineal de Pearson ($p\leq0.01$) entre la variable número de raíces con las variables número de frutos verdes, numero de frutos de cosecha, peso de frutos y rendimiento de frutos, para los cuatro clones estudiados.

- ✓ Existe correlación lineal de Pearson ($p\leq0.05$) entre la Humedad relativa con las variables número de raíz y longitud de raíz para el clon 3B-F1; y con número de entrenudos para el clon E3-F7, E3-F8 y E3-F10;

- ✓ Existe correlación lineal de Pearson ($p\leq0.05$) entre la Temperatura máxima con las variables número de raíz y longitud de raíz para los cuatro clones estudiados;

- ✓ Existe correlación lineal de Pearson ($p\leq0.01$) entre la precipitación pluvial con las variables peso de raíz, número de botones florales, número de frutos verdes y número de frutos de cosecha para los cuatro clones estudiados.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Estudiar la distribución del sistema radicular de otros genotipos para disponer de suficiente material que pueda ser utilizados en los programas de mejoramiento genético de la especie;

- ✓ Utilizar nuevas tecnologías para evaluar la distribución del sistema radicular de los clones de camu camu, con la finalidad de tener mayor información para ser utilizada como herramienta en el mejoramiento genético de la especie.

VII. BIBLIOGRAFÍAS

Abanto R, C; Pinedo P, M; Bardales L, R & E, Alves Ch. 2014. EFECTO DE LA PODA DE FRUCTIFICACIÓN Y DEFOLIACIÓN EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAMU EN LA REGIÓN UCAYALI-PERÚ (en línea). IIAP. PUCALLPA. Folia Amazónica. 8p.

Abanto, C.; Oliva, C.; Domínguez, G.; Meza, A.; Alves, E. 2011. Fertirriego en la producción del camu-camu (Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh) en la estación experimental del IIAP, Ucayali, Perú. Scientia Agropecuaria 2 (3): 157-167.

Aguilar, A; Guillermo Valle, G; Sardá, P; Villar S, P & JL. Peñuelas R. 2009. CRECIMIENTO RADICAL DE PLANTONES DE QUERCUS COCCIFERA Y QUERCUS FAGINEA DURANTE EL PERÍODO HÚMEDO DEL AÑO. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid (España). 7p.

Aguirre G. O. J.; Abanto, R. C.; Oliva. C.C.; Zumaeta, S D.P.; Chia, W.J. A. 2012. Evaluación agronómica de cuatro clones de camu camu (Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh) en un suelo aluvial inundable de la región Ucayali. Investigación y Amazonía 2011; 1(2): 70-77.

Allen O, JL. 2017. “SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN EL CULTIVO DE VID (Vitis vinífera L.)”. Tesis Pregrado. UNALM. Lima. Perú.

Alva C, N. 2008. MANUAL PRÁCTICO DE REFORESTACIÓN. BOGOTÁ. GRUPO LATINO Editores. 950p

Arévalo D, LA. 2017. Efecto del sistema de riego, posición y diámetro de la estaca, en el enraizamiento de Myrciaria dubia (H.B.K.) Mc Vaugh camu-camu. Tésis Pregrado. Iquitos. Perú. UNAP. 75p.

Bernier P, Y; Robitaille, G. 2004. A plane intersect method for estimating fine root productivity of trees from minirhizotron images. Plant and Soil 0:1-9.

Brescia, V; Lema, D y Barrón, E. 2003. Dinámica de Producción y Eficiencia en Empresas Agrícolas. Documento de Trabajo Nº 29. Argentina.

Callejas R, R; Canales P, P & García C, V. 2009. Relación entre el Crecimiento Radical de Vid 'Thompson Seedless' y la Temperatura del Suelo. Revista SCIELO (Chile). 7p.

Cerda, R. 2009. La planta de cacao: Distribución eco fisiología – fenología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Colombia. FEDECACAO. 189 p.

Chang C, A. 2013. El camu camu: aspectos químicos, farmacológicos y tecnológicos. Ica. Perú. 156p.

DRAL - Dirección Regional Agraria de Loreto, informe de agencias agrarias. 2015. Oferta comercial de camu camu, 2015-2016, Región Loreto.

DRSAU - Dirección Regional sectorial de Agricultura De Ucayali (2017). Informe situacional de la cadena productiva de camu-camu, Dirección Regional Sectorial De Agricultura. Pucallpa, Perú.

FAO, 2017. FACTORES AMBIENTALES. DEPÓSITODE DOCUMENTOS DE LA FAO. (en línea). Departamento de Agricultura. 5p.

Fariña N, JR & R, Lorenzini. 2003. Vigor de la planta de algodón (Gossypium hirsutum L.). Santa Fé. Argentina. INTA. 13p.

Ferreira, D. F. 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciênc. agrotec. [online]. 2014, vol.38, n.2, pp. 109-112.

GRUSCHOW, G. F. 1959. Observations on root systems of planted loblolly pine. J. For., 57: 894-896.

Guedea, G; Fernández, A; Arriaga, F& G De la Cruz G. 2002. EL EFECTO DE MACETA Y EL RIZOTRÓN: UNA HERRAMIENTA PARA LA INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA. FES Iztacala UNAM. México. 115-121p.

Gutiérrez R; Cornejo A. 2003. Proyecto “Uso sostenible de espécies vegetales amazónicas de importância económica: camu camu (Myrciaria dubia K.B.K. McVaugh). Cartilla para la instalación y manejo de viveros y plantaciones de camu camu. Cirgebv. UNALAM. Perú. 21p.

Hernández, F. 2016. Sistema Aéreo y Sistema Radical de las Plantas Relacionado con la Siembra de Frutas y Hortalizas en Invernaderos y a Campo Abierto. Agro tecnología Tropical. 5p.

Herrera T, H. Dinámica radicular en cultivos de exportación. Empresa INNOVAK GLOBAL Perú. UNALM - Lima – Perú. 26p.

Ibacache, A; Lobato, A; Jopia, C. 1994. Chirimoyo: novedoso sistema para medir el crecimiento de raíces. Tierra adentro. INIA, CRI, La serna. Chile. 4p.

Ibáñez A, S; Gisbert B, JM & Moreno R, H. 2011. ENTISOLES (en línea). U. Valencia. 7p. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12883/Entisoles.pdf?sequence=3

Imán C, S; Melchor A, M. 2007. TECNOLOGIA PARA LA PRODUCCION DEL CAMU CAMU Myrciaria dubia (H.B.K.) Mc Vaugh. Lima. Perú. INIA. MINAGRI. SUDIRGEB. 26p.

Inga, H. 2009. Datos sobre la fenología de una planta de camu camu a partir de la defoliación. IIAP. Pucallpa. Perú. p1.

KABEYA, D.; SAKAI, S. 2005. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of Quercus crispula seedlings. Annals of Botany, v.96, p.479-488.

Ledesma M, A; Villegas M, A; Gonzáles H, VA; Ruíz P, LM & A, Morata A. 2011. CINÉTICA DE CRECIMIENTO FOLIAR Y DESARROLLO DE BROTES EN

SELECCIONES INJERTADAS DE ZAPOTE MAMEY. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volumen 2. Texcoco. México. 11p.

Liao T, JO; Imán C, SA & Soplín R, JA. 2012. Efecto de la ubicación y diámetro de la rama en tres genotipos promisorios de Myrciaria dubia (H.B.K.) "camu camu" para propagación vegetativa por acodo aéreo. SCIENTIA AGROPECUARIA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO. TRUJILLO. 225-233p. Disponible en: https://sites.google.com/a/unitru.edu.pe/sci-agropecu/publicacion/scagropv3n3-1/scagrop03_225-233

LITTLE, S. & MERGEN, F. 1966. External and internal changes associated with basal crook formation in pitch and shortleaf pines. For. Sci., 12: 268-275.

Oliva C, C & MD, Vilela D. 2008. MEJORAMIENTO GENÉTICO Y TAZA DE AUTOFECUNDACIÓN DEL CAMU CAMU ARBUSTIVO EN LA AMAZONÍA PERUANA. IIAP. Perú. 450-454p.

OLIVEIRA, V. 1994. Raízes e tocos de mudas de Eucalyptus como fonte de nutrientes para as brotações. Revista Árvore, v.18, n.1, p.22-32.

Ontiveros C, A; Koashi S, J; Yáñez J, P; Acosta G, JA; Martínez V, E; García E, A. 2005. Crecimiento de la raíz del frijol con diferentes velocidades de secado del suelo. Chapingo. México. Terra latinoamericana. Vol. 23. 311-320p.

Osorio M, VE; Escobar A, CJ; Zuluaga P, JJ; Lozano U, F. 2002. El cultivo de camu camu (Myrciaria dubia H. B. K. Mc Vaugh. Manejo y utilización. CORPOICA. COLOMBIA. 6p.

PANDURO, N. 2015. Dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (Myrciaria dubia HBK) en un entisol de Yarinacocha. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 96 pp.

Paredes D, EJ. 2013. "COMPARATIVO DE 37 CLONES DE CAMU CAMU ARBUSTIVO Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh, EN LORETO EN EL SEXTO AÑO DE SU INSTALACIÓN". UNAP. LORETO. PERÚ. 198p.

Pinedo P, M. 2009. Instalación de plantaciones de camu-camu en áreas inundables (en línea). IIAP-PROBOSQUE. IQUITOS. PERÚ. 10p. Disponible en: http://www.iiap.org.pe/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/probosques/pu/51.pdf

Pinedo P, M. 2012. Análisis de correlación y heredabilidad en el mejoramiento genético del camu-camu (en línea). Scientia Agropecuaria. Trujillo. Perú. 2p. Disponible en: http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/59

Pinedo P; Riva R; Rengifo S; Delgado V; Villacrés V; Gonzáles C; Inga S; López U; Farroñay P; Veja V; Linares V. 2001. Sistema de Producción de CAMU CAMU en Restinga. IIAP. Iquitos. Prú. 143p.

Pinedo, M; Linares, C; Mendoza, H & R, Anguiz. 2004. PLAN DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CAMU CAMU. Iquitos. Perú. 54p. Disponible en:

http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/91/2/Mario_Libro_2004.pdf. Acceso 23-05-17

Pinedo, P.M; Delgado, V.C.; Farroñay, P.R.; Imán, C.S.; Villacrés, V.J.; Faching, M.L.; Oliva, C.C.; Abanto, R. C.; Bardales, L.R & Vega VR. 2010. Camu- Camu (Myrciaria dubia- Myrtaceae): Aportes para su Aprovechamiento Sostenible en la Amazonia Peruana. Iquitos, FINCyT.130p.

Ramírez R, 2015. SILVICULTURA CLONAL (en línea). Consultado 15 dic. 2016. Disponible en: https://prezi.com/arrni5jc5_mp/silvicultura-clonal/

Ramírez J, Y. 2016. Cosecha y post-cosecha del camu camu. San juan de Lurigancho. Perú. Instituto Manuel Seoane Corrales. 23p. Disponieble en: https://www.slideshare.net/yarizajorgerramirez/cosecha-y-post-cosecha-del-camu-camu

Ramírez P, BR & RI, Goyes A. 2004. Botánica. Generalidades, Morfología y Anatomía de plantas superiores (en línea). Universidad de Cauca. Colombia.194p.Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305566736_Botanica_Generalidades_Morfologia_y_Anatomia_de_plantas_superiores [acceso Sep 27, 2017].

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P. 1986. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de Eucalyptus spp. Revista Árvore, v.10, n.2, p.196-201.

Rengifo, E. 2009. Morfología: Camu camu – Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh. Perúbiodiverso. Lima. Perú. 22p.

Reyes M, F. 2013. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS. ECUADOR. 5p.

Rodríguez A, F. Vendavam A, L; Rojas R, C & C, Calle B. 1991. LOS SUELOS DE LA REGION DEL AMAZONAS SEGUN UNIDADES FISIOGRAFICAS. FOLIA AMAZONICA IIAP VOL. Nº 3. 14p.Disponible: http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/Folia3_articulo1.pdf

Santana, G. 2017. Rizotrones: Una herramienta ideal para estudiar las raíces y la rizósfera. AGROGIOVA. 9p. Disponible en: https://agrogiova.com/rizotrones-para-que-sirven/

Sardá, P; Aguilar, A; Valle, G; Villar S, P & JL, Peñuelas. 2005. CRECIMIENTO RADICAL DE PLANTONES DE RETAMA SPHAEROCARPA, PISTACIA TEREBINTHUS Y OLEA EUROPAEA DURANTE EL PERÍODO HÚMEDO DEL AÑO. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid (España). 7p.

Silva S.C. O Gênero Myrciaria O. Berg (MYRTACEAE) na Amazônia brasileira. 2012. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

Sinarahua T, FR. 2017. Relación entre la dinámica radicular y la fenología reproductiva de Myrciaria dubia (H.B.K. Mc Vaugh) en los clones CA-39, CA-242 y CA-168 en un Ultisols de Pucallpa- Perú. Tesis Pregrado. Pucallpa. Perú. UNIA. 108p.

SUNAT - Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. 2018. Exportaciones del producto camu-camu según sus principales presentaciones en $2012–2017.

Sword, M. A., Gravatt, D. A., Faulkner, P. L. & Chambers, J. L. 1996. Seasonal branch and fine root growth of juvenile loblolly pine five growing seasons after fertilization. Tree Physiology 16: 899-904.

TEIXEIRA, P. C. et al. 2002. Eucalyptus urophylla root growth, stem sprouting and nutrient supply from the roots and soil. Forest Ecology and Management, v.160, p.263-271.

Thorp, T; Anderson, P; Camilleri, M. 1995. Ciclos del crecimiento del palto – Un modelo cuantitativo. En: Actas del III Congreso Mundial del Palto. Nueva Zelanda. Pag. 76 – 79.

Tingey, D. T., Phillips, D. L. & Johnson. M. G. 2000. Elevated CO2 and conifer roots: effects on growth, life span and turnover. New Phytologist 147: 87-103.

TOUMEY, J. W. & KORSTIAN, C. F. 1942. Seeding and planting in the practice of forestry. New York, Wiley.

Urbina V, V. 2010. MORFOLOGÍA Y DESARROLLO VEGETATIVO DE LOS FRUTALES: El sistema radical. Fruticultura N° 5. Proyección para clases. 53p.

Valle, G; Sardá, P; Aguilar, A; Villar S, P & JL, Peñuelas R. 2009. CRECIMIENTO RADICAL DE PLANTONES DE PINUS HALEPENSIS Y P. PINEA DURANTE EL PERÍODO HÚMEDO DEL AÑO. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid (España). 7p.

Vargas S, G; Pire, R; De la O, K. 2009. Efecto de la longitud radicular al momento de trasplante sobre el crecimiento vegetativo de Cuijinicuil (Inga jinicuil Schtdl, & Cham. Ex. Ge. Don) en invernadero. Tabasco. México. Agrociencia 43: 603-608 pag.

Vivanco, J. M. 2011. El ambiente rizosférico, el mundo oculto de la productividad agrícola. DIHP, INTAGRI. Celaya, México.

WALTERS, J. R.; BELL, T. L.; READ, S. 2005. Intraspecific variation in carbohydrate reserves and sprouting ability in Eucalyptus obliqua seedlings. Australian Journal of Botany, v.53, n.3, p.195-203.

Yuyama, K.; Valente J. L. 2009. Camu-camu: Um fruto fantástico como fonte de vitamina C. Acta Amazonica 32(1): 169-174.

Yzarra, W & López, F. 2011. Manual de Observación Fenológicas (en línea). Ministerio de Agricultura (MINAG), Ministerio del Ambiente (MINAN) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Perú. Consultado 5 ene. 2017.

Zapata H, RD. 2006. QUÍMICA DE LOS PROCESOS PEDOGENÉTICOS (en línea). U.N. COLOMBIA. Medellín. 358p.

ANEXOS

Cuadro 21. Ficha de evaluación de las variables estudiadas.

N° Planta	TRATAMIENTO	CLON	N° Rama	N° Brotes	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4
			1	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			2	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			3	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			4	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			1	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			2	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			3	1				
				2				
				3				
				4				
				5				
			4	1				
				2				
				3				
				4				
				5				

Cuadro 22. Base de datos de las variables estudiadas.

N° PLANTA	TRATAMIENTO	REPETICION	CLON	NBE1	NBE2	NBE3	NBE4	NBE5	NBE6	NBE7	NBFE8	NBFE9	NFVE10	NFVE11	NFVE12	NFCE13	PESO FRUT (g)	NFCE14	PESO FRUT (g)
2	1	R1	3B-F1	324	129	83	53	18	3	1	1517	803	550	159	12	453	5889	159	2067
8	1	R2	3B-F1	437	95	53	58	19	4	1	1985	1507	712	132	20	459	5508	134	1608
11	1	R3	3B-F1	515	66	24	60	20	3	2	832	680	453	159	7	414	5382	140	1820
4	2	R1	E3-F7	514	144	101	75	25	5	2	658	408	424	137	35	395	5135	125	1625
6	2	R2	E3-F7	577	131	90	79	27	4	0	4590	611	562	291	27	452	5876	179	2327
10	2	R3	E3-F7	706	120	78	90	30	5	1	5382	3162	1423	516	80	690	9660	190	2660
1	3	R1	E3-F8	242	51	9	30	10	1	0	737	297	435	136	18	402	3618	130	1170
7	3	R2	E3-F8	444	79	36	55	19	3	2	2022	654	684	109	27	448	4928	198	2178
9	3	R3	E3-F8	288	83	40	41	13	2	0	3672	1129	1712	678	30	798	6384	191	1528
3	4	R1	E3-F10	332	80	38	45	14	3	1	1971	1082	675	450	23	513	5232.6	209	2131.8
5	4	R2	E3-F10	532	94	51	67	23	3	1	1264	323	643	116	13	452	4520	99	990
12	4	R3	E3-F10	229	69	27	32	11	2	0	696	326	412	134	15	330	3960	125	1500

Cuadro 23. Variables aéreas y radiculares por etapas fenológicas de los cuatro clones.

Etapa fenologica	Clon	N° Clones (Planta)	Número de raíces	Longitud de raíz	Número de brotes	Longitud de brote	Num de entrenudo	Número de botones florales	Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (tn/ha)	Peso de raiz (g)
1	3B-F1	1	111	1.66	656	15.32	6	0	0	0	0	0	0
2	3B-F1	1	117	8.95	0	0	0	2441	0	0	0	0	0
3	3B-F1	1	343	12.82	0	0	0	0	735	586	12.67	8.25	3.01
Etapa fenologica	Clon	N° Clones (Planta)	Número de raíces	Longitud de raíz	Número de brotes	Longitud de brote	Num de entrenudo	Número de botones florales	Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (tn/ha)	Peso de raiz (g)
1	E3-F7	2	167	1.74	935	17.11	6	0	0	0	0	0	0
2	E3-F7	2	171	9.53	0	0	0	4937	0	0	0	0	0
3	E3-F7	2	471	12.76	0	0	0	0	1165	677	13.33	10.10	4.03
Etapa fenologica	Clon	N° Clones (Planta)	Número de raíces	Longitud de raíz	Número de brotes	Longitud de brote	Num de entrenudo	Número de botones florales	Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (tn/ha)	Peso de raiz (g)
1	E3-F8	3	200	2.65	483	14.47	6	0	0	0	0	0	0
2	E3-F8	3	156	10.65	0	0	0	2837	0	0	0	0	0
3	E3-F8	3	453	14.50	0	0	0	0	1276	722	9.33	7.33	2.99
Etapa fenologica	Clon	N° Clones (Planta)	Número de raíces	Longitud de raíz	Número de brotes	Longitud de brote	Num de entrenudo	Número de botones florales	Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (tn/ha)	Peso de raiz (g)
1	E3-F10	4	149	1.41	551	15.35	5	0	0	0	0	0	0
2	E3-F10	4	123	8.73	0	0	0	1887	0	0	0	0	0
3	E3-F10	4	359	12.14	0	0	0	0	827	576	10.73	6.79	2.40

Cuadro 24. Correlación general entre los factores ambientales y las variables aéreas y radiculares.

		Número de raíces	Longitud de raíz	Peso de raiz (g)	Número de brotes	Longitud de brote	Numero de entrenudo	Número de botones florales	Número de frutos verdes	Número de frutos de cosecha	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (tn/ha)
Tmax	Correlación de Pearson	-.776(*)	-.835(*)	0.137	-0.689	0.608	0.751	0.137	0.137	0.137	-0.102	0.739
	Sig. (bilateral)	0.04	0.019	0.77	0.087	0.148	0.052	0.77	0.77	0.77	0.828	0.058
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tmin	Correlación de Pearson	-0.246	-0.32	0.665	-0.058	0.014	0.34	0.665	0.665	0.665	-0.625	-0.008
	Sig. (bilateral)	0.595	0.484	0.103	0.901	0.976	0.456	0.103	0.103	0.103	0.133	0.986
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tmedia	Correlación de Pearson	-0.673	-0.745	0.374	-0.534	0.455	0.677	0.374	0.374	0.374	-0.324	0.539
	Sig. (bilateral)	0.098	0.055	0.408	0.217	0.305	0.095	0.408	0.408	0.408	0.479	0.212
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
HR	Correlación de Pearson	.815(*)	.867(*)	-0.159	0.733	-0.536	-0.733	-0.159	-0.159	-0.159	0.077	-0.705
	Sig. (bilateral)	0.025	0.012	0.733	0.061	0.215	0.061	0.733	0.733	0.733	0.87	0.077
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Pp	Correlación de Pearson	-0.36	-0.38	.947(**)	-0.252	-0.283	-0.04	.947(**)	.947(**)	.947(**)	-0.373	-0.255
	Sig. (bilateral)	0.428	0.4	0.001	0.585	0.539	0.933	0.001	0.001	0.001	0.41	0.581
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Cuadro 25. Fases fenológicas de los cuatro clones en estudio.

Fases fenológicas			Tiempo		
Fase vegetativa	Desarrollo de ramas fruteras	Crecimiento de brotes	56	98	98
		Engrosamiento y lignificación de brotes	42		
Fase reproductiva	Desarrollo de la flor	Emisión de botones florales	28	28	98
	Desarrollo del fruto	Desarrollo del fruto	42	70	
		Cosecha	28		
Total			196	196	196

Cuadro 26. Datos Meteorológicos de la estación climatológica principal-UNU.

DATOS METEOROLOGICOS 2015										
MESES DEL AÑO	TEMPERATURA °C				H.R.%	Evap. mm	P. Pluv. mm	Horas sol	VIENTOS	
	máx.	min.	med.	osc.					m/seg	direc.
ENERO	30	23	27	7.5	83	96.4	109.5	90.8	2.1	NW
FEBRERO	31	23	27	7.6	86	86.8	112.1	109.7	2.4	NW
MARZO	31	23	27	8.2	84	103.5	141.9	129.6	2	NE
ABRIL	31	23	27	8.2	84	93.2	277.7	117.2	1.7	SE
MAYO	31	23	27	8	88	103.1	90.1	119.6	2	NE
JUNIO	31	22	27	9.7	86	95.2	42.7	187.6	1.4	SE
JULIO	31	22	27	9.5	86	89.3	94.7	185.3	1.3	SE
AGOSTO	33	22	28	11	83	119	64.6	205.4	1.8	NE
SEPTIEMBRE	34	23	29	11	80	140.3	113.3	209.8	2.7	NE
OCTUBRE	33	23	28	10	82	130	140.3	153.5	1.9	NE
NOVIEMBRE	33	24	28	9	83	118.2	337.2	155.2	2.2	N
DICIEMBRE	32	23	28	8.7	86	104.1	109.9	144.1	2.2	MW
TOTAL						1279	1634	1807.8		
PROMEDIO	32	23	27	9	84.2	106.6		150.7	2	

Fuente: Estación Meteorológica Agrícola Principal de la UNU, Pucallpa, junio 2017.



Figura 18. Limpieza del terreno



Figura 19. Poda de fructificación



Figura 20. Defoliación manual



Figura 21. Muestreo de suelo



Figura 22. Apertura de trinchera



Figura 23. Marcado e instalación de rizotrones



Figura 24. Colocación de la tapa



Figura 25. Conteo de raíces



Figura 26. Medición de raíces



Figura 27**.** Medición de brotes



Figura 28. Frutos de cosecha



Figura 29. Mantenimiento de la plantación