

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO CLONES DE CAMU
CAMU (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) EN UN SUELO
ALUVIAL INUNDABLE DE LA REGIÓN UCAYALI EN EL
PERIODO 2005 – 2010”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ONIEL JEREMÍAS AGUIRRE GIL

Tingo María – Perú

2013



F01

A31

Aguirre Gil, Oniel Jeremías

Evaluación agronómica de cuatro clones de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) en un suelo aluvial inundable de la Región Ucayali en el periodo 2005 – 2010 Tingo María, 2013

95 páginas.; 26 cuadros; 11 figuras.; 25 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

- | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. CAMU CAMU | 2. EVALUACIONES | 3. SUELO ALUVIAL |
| 4. CLONES | 5. CICLO PRODUCTIVO | 6. RENDIMIENTO |

DEDICATORIA

Para una gran mujer quien me ha demostrado que con perseverancia todo se puede lograr en esta vida, que una vida sin problemas no es vida y que el éxito sin fracasos no se consigue, para mi madre Nelly Gil Ushifiahua, es a ella a quien también le dedico este trabajo por ser la gran persona que ha compartido conmigo muchas alegrías y tristezas en la vida.

Para todos los agricultores productores de camu camu de la Región Amazónica que han encontrado en este cultivo una oportunidad de prosperidad. A ellos es a quienes dedico este trabajo por ser el motor del desarrollo de la agricultura del camu camu y el motivo de la culminación exitosa de esta meta trazada.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por darme la vida y la oportunidad de ayudar a mi prójimo haciendo lo que me gusta, investigar.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía y docentes que contribuyeron en mi formación académica universitaria.
- Al Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCyT) por el financiamiento de la tesis.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Sede Ucayali (IIAP/Uc), por darme la oportunidad de aprender más de investigación.
- Al Blgo. Julio Alfonso Chia Wong y al Ing. Carlos Abanto Rodríguez, por su amistad, confianza y asesoramiento en la tesis.
- A todos los practicantes, tesistas, técnicos, investigadores, consultores y administrativos de la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Sede Ucayali.

ÍNDICE

	pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. Generalidades	12
2.1.1. Origen y distribución geográfica	12
2.1.2. Aspectos ecológicos.....	12
2.2. Características de la planta	16
2.2.1. Taxonomía	16
2.2.2. Morfología	16
2.2.3. Biología floral.....	18
2.2.4. Fecundidad de los individuos	20
2.2.5. Caída de frutos.....	21
2.2.6. Composición del fruto.....	22
2.2.7. Producción de pulpa.....	25
2.3. Fenología del camu camu.....	27
2.3.1. Desarrollo de la flor: Estado I	28
2.3.2. Desarrollo del fruto: Estado II	29
2.4. Cosecha.....	30
2.5. Poscosecha	31
2.6. Variabilidad genética del camu camu	32
2.6.1. Variabilidad interespecífica.....	33
2.6.2. Variabilidad intraespecífica.....	35

2.7. Manejo de plantaciones	41
2.7.1. Plantas selectas y clones	41
2.7.2. Estrategias para el mejoramiento	43
2.8. Método de propagación utilizado para camu camu	45
2.8.1. Injerto	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1. Antecedentes del trabajo experimental.....	48
3.2. Ubicación del trabajo experimental.....	50
3.3. Material genético	50
3.4. Antecedentes de manejo	50
3.5. Características de los suelos	51
3.6. Condiciones climáticas	51
3.6.1. Temperatura.....	51
3.6.2. Humedad relativa	51
3.6.3. Precipitación.....	52
3.7. Materiales	52
3.7.1. Materiales del experimento	52
3.7.2. Materiales complementarios.....	53
3.8. Metodología de la investigación.....	53
3.8.1. Reconocimiento del terreno.....	53
3.8.2. Trabajos realizados en la parcela.....	55
3.8.3. Componentes en estudio.....	55
3.8.4. Tratamientos en estudio	55
3.9. Diseño experimental	55

3.9.1. Modelo aditivo lineal.....	56
3.10. Evaluación de las variables en estudio.....	57
3.10.1. Variables de crecimiento.....	57
3.10.2. Variables de desarrollo.....	58
3.10.3. Variables de rendimiento.....	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1. Rendimiento.....	61
4.2. Crecimiento.....	77
4.2.1. Altura de planta.....	77
4.2.2. Número de ramas secundarias.....	78
4.2.3. Diámetro de copa.....	80
4.2.4. Diámetro basal.....	82
4.3. Desarrollo.....	84
4.3.1. Crecimiento vegetativo.....	84
4.3.2. Botones florales o flores.....	84
4.3.3. Frutos totales o inmaduros.....	85
4.3.4. Frutos comerciales.....	85
V. CONCLUSIONES.....	87
VI. RECOMENDACIONES.....	88
VII. RESUMEN.....	89
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	91
IX. ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Algunas características de los suelos (0 – 20 cm) donde se encuentra camu camu nativo y cultivado.....	15
2. Producción de flores, frutos inmaduros y frutos maduros en función al diámetro de la base del tallo de la planta, periodo 1984 – 1985.....	21
3. Valor nutricional de 100 g de pulpa de camu camu	23
4. Contenido de ácido ascórbico, proteínas y carbohidratos (mg/100 g) en la pulpa de algunas frutas tropicales maduras.....	24
5. Algunas características del fruto de camu camu de la zona de Iquitos	25
6. Rendimiento de camu camu de acuerdo a su edad y densidad de siembra.....	39
7. Características de las plantas madres seleccionadas	49
8. Temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial anual durante el periodo 2006 – 2010	52
9. Dimensiones del experimento.....	54
10. Tratamientos en estudio	55
11. Características del fruto de cuatro clones de camu camu	62
12. Análisis de variancia del rendimiento acumulado de fruta comercial por parcela en el periodo 2005 – 2010	67
13. Análisis de variancia del rendimiento de fruta comercial en el año 2010.....	69

14. Análisis de varianza del rendimiento de pulpa acumulada en el periodo 2005 – 2010.....	69
15. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable rendimiento acumulado de pulpa en el periodo 2005 – 2010	70
16. Análisis de variancia del rendimiento de pulpa en el año 2010	71
17. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable rendimiento de pulpa en el 2010.....	72
18. Análisis de varianza del contenido de ácido ascórbico del periodo 2005 – 2010.....	76
19. Análisis de varianza de la variable altura de planta	77
20. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable altura de planta.....	78
21. Análisis de varianza de la variable número de ramas secundarias	79
22. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable número de ramas secundarias	80
23. Análisis de variancia de la variable diámetro de copa	80
24. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable diámetro de copa.....	82
25. Análisis de variancia de la variable diámetro basal	82
26. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable diámetro basal	83
27. Correlación lineal entre el rendimiento del clon e3-f7 y la precipitación anual.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Persistencia de los frutos hasta su madurez	22
2. Porcentaje de producción de pulpa, semilla y cáscara de camu camu	26
3. Rendimiento de pulpa según el tamaño de fruta	26
4. Estados de la fenología reproductiva del camu camu	30
5. Dimensiones de una parcela	54
6. Comportamiento productivo de los cuatro clones en el periodo 2005 – 2010.....	63
7. Comportamiento productivo de los cuatro clones en el año 2010	64
8. Dinámica anual del rendimiento de frutos comerciales.....	66
9. Dinámica anual del rendimiento de pulpa.....	73
10. Rendimiento del clon e3-f7 y las condiciones climáticas de la zona....	74
11. Regresión lineal entre el rendimiento del clon e3-f7 y la precipitación	75
12. Medición de altura de planta.....	112
13. Medición de diámetro basal a 10 cm de la superficie	113
14. Despulpeado manual de frutos.....	114
15. Medición del diámetro de fruto.....	115
16. Evaluación de número de botones florales.....	116
17. Evaluación del número de frutos pequeños o totales	117
18. Evaluación de frutos comerciales o de cosecha	118
19. Pesado de frutos.....	119
20. Registro de datos según formato de evaluaciones	120

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el "camu camu" (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) está tomando importancia en la región Amazónica gracias al incremento en el hábito de consumo a nivel local y nacional. El mayor volumen de producción para el consumo local y para la exportación proviene de poblaciones naturales, en donde los frutos se cosechan utilizando canoas en la época de creciente de los ríos. Uno de los problemas en la producción de frutos es la fuerte influencia de los niveles de inundación, lo que puede hacer inestable la producción de un año a otro.

El aprovechamiento comercial de la especie es incipiente debido a la alta variabilidad genética cualitativa y cuantitativa que genera una alta heterogeneidad en cuanto a rendimiento de fruta y contenido de ácido ascórbico lo que no permite el aprovechamiento sostenible del cultivo.

En consecuencia, desde el año 2001 el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) ha venido ejecutando un Plan de mejoramiento genético de camu camu. Parte del plan es la identificación de individuos que reúnan ciertos criterios de selección (precocidad, productividad y contenido de ácido ascórbico) y propagarlas de manera que se pueda instalar un huerto semillero del cual se obtendrá semilla mejorada para su posterior distribución a los agricultores involucrados en el cultivo de camu camu de la Región Amazónica.

En el corto plazo, los resultados de la presente tesis se incorporaran como parte del Plan de mejoramiento genético de camu camu implementada para la región Ucayali y en el mediano plazo, que se establezcan plantaciones con los clones que cumplan con los criterios de selección establecidos en el plan y permitan abastecer al mercado nacional e internacional, no solo de materia prima, sino también de productos elaborados a base de camu camu. Finalmente, los objetivos que se plantean en la ejecución de la tesis se describen de la siguiente manera:

Objetivo general

- Determinar el o los clones con mayor rendimiento de fruta comercial y con el mayor contenido de ácido ascórbico en la pulpa.

Objetivos específicos

- Recopilar los datos de las evaluaciones de los cinco años anteriores al trabajo de tesis y analizarlas junto a las evaluaciones realizadas en el año 2010.
- Determinar el comportamiento productivo de los cuatro clones mediante la evaluación de las variables de rendimiento, crecimiento y desarrollo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades

2.1.1. Origen y distribución geográfica

Según VILLACHICA (1996), el camu camu crece de manera natural en las orillas de los ríos, cochas y cursos menores de agua en la Amazonía. Esto indica que aquí se encuentra la mayor concentración de diversidad y de poblaciones naturales, a lo largo de los ríos Ucayali y Amazonas y sus afluentes, en el sector ubicado entre las localidades de Pucallpa (sobre el río Ucayali) y Pevas (sobre el río Amazonas).

2.1.2. Aspectos ecológicos

Las condiciones ecológicas en la Amazonía Peruana ofrecen un gran potencial para el desarrollo del camu camu, en áreas con suelos inundables, que presentan niveles nutritivos adecuados para sustentar el sistema, aún en el largo plazo y, probablemente, sin reposición artificial de nutrientes; en los suelos inundables de aguas blancas y, especialmente, en el piso de restinga baja, en el cual las características químicas y físicas son aparentes para el sistema propuesto (PINEDO *et al.*, 2001).

a. Clima

La especie es típica de "Bosque Húmedo Tropical" caracterizado por temperaturas mínimas de 22°C, máxima de 32°C y promedio

de 26°C. Los niveles relativamente altos de precipitación pluvial de 2 500 a 4 000 mm/año son satisfactorios para cubrir los requerimientos de agua de la especie, aun cuando, por su estrecha cercanía a las fuentes de agua, se puede asegurar que la mayor parte de sus requerimientos son suministrados por el sustrato donde se desarrolla. La altitud deseable para el cultivo en zonas inundables tiende a ser baja; en el caso del departamento de Loreto es de aproximadamente 100 msnm. En general, se consideran adecuados los niveles altitudinales inferiores a 300 msnm. No se tienen referencias de su comportamiento en mayores altitudes. En Pucallpa, en las plantaciones establecidas en tierra firme no inundable, en los meses de menor precipitación o veranos prolongados, la planta llega a presentar marchitez. En este caso, la plantación demanda mayores costos e insumos, inclusive mayor frecuencia de riegos (PINEDO *et al.*, 2001).

b. Suelos

Según VILLACHICA (1993), la especie es nativa de las zonas inundables y por lo tanto está adaptada a los suelos con inundación temporal. Crece bien en condiciones de mal drenaje. También se adapta a condiciones de suelos bien drenados.

VILLACHICA (1996) menciona que actualmente, las áreas cultivadas están concentradas en la zona de Pucallpa, en suelos aluviales inundables, en suelos no inundables con drenaje deficiente y en suelos bien drenados. Su adaptación a estos tipos de suelos es bastante buena. El nivel de

agua sobre y en el suelo tiene influencia en la floración y en la fructificación. En zonas inundables se produce una sola floración, mientras que en condiciones normales de secano la floración se presenta dos veces al año.

La planta está adaptada a los suelos ácidos de baja fertilidad, aunque se desarrolla mucho mejor en los suelos aluviales de alta fertilidad y con adecuado suministro de humedad. En el Cuadro 1 se presentan las características de los suelos en los que crece, en condiciones bien drenadas y en condiciones de inundación periódica en Pucallpa y en Iquitos (VILLACHICA, 1996).

De los datos presentados en el Cuadro 1 se deduce que la especie es nativa de zonas cuyos suelos tienen pH entre 4.6 y 5.6 y con cero hasta 38% de saturación de aluminio. El contenido de fósforo disponible en estos suelos es bajo a medio, mientras que el potasio disponible es medio a alto. La textura se encuentra entre franco arenoso a franco arcilloso. En cambio, en suelos cultivados el pH varía entre 4.2 y 6.4; la textura entre franco arenoso, franco arcilloso y arcilloso; el contenido de fósforo disponible es muy bajo a medio; el potasio disponible está entre medio y alto, y la saturación con aluminio puede estar entre 0 y 41%.

Cuadro 1. Algunas características de los suelos (0 – 20 cm) donde se encuentra camu camu nativo y cultivado.

Característica	Suelos aluviales inundables			Suelos drenados	
	Iquitos	Muyuy	Pucallpa	Iquitos	Pucallpa
Tipo de camu camu	nativo	nativo	cultivado	cultivado	cultivado
pH	4.6	5.6	6.4	4.6	4.2
Materia orgánica (%)	3.2	3.3	2	1.6	2.1
Textura	Fo Arc.	Fo Ao	Ao	Fo Arc.	Fo Ao
N total	0.15	0.16	0.14	0.18	0.15
P2O5 (ppm)	6	12	8	5.4	3
K2O (kg/ha)	408	680	408	544	408
Cationes camb.(meq/100 gr)					
Ca	6.8	6.52	16.8	7.2	3.2
Mg	0.12	0.67	1.45	1.65	0.5
K	0.1	0.82	0.34	0.68	0.2
Na	0.1	0.18	0.15	0.14	0.1
Al	4.4	--	--	4.4	2.75
Saturación Al (%)	38.2	--	--	31.3	41

Fuente: VILLACHICA (1996)

2.2. Características de la planta

2.2.1. Taxonomía

Según PINEDO *et al.* (2001), el nombre científico del camu camu, inicialmente identificada en 1958 por Mc Vaugh como *Myrciaria paraensis* Berg, fue cambiada por *M. dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh luego de una revisión en 1963. Pertenece al Reino: Plantae, División: Fanerógama, Subdivisión: Angiosperma, Clase: Dicotiledonea, Sub-clase: Eleuteropétalas, Sección: Calciflora, Orden: Myrtifloriaea, Familia: Myrtaceae, Género: Myrciaria, Especie: *M. dubia* (H.B.K.)

2.2.2. Morfología

Según VILLACHICA (1996), el camu camu es un arbusto que alcanza hasta 4 m de altura; ramifica desde la base formando varios tallos secundarios que a su vez ramifican en forma de vaso abierto. El tallo y las ramas son glabros, cilíndricos, lisos, de color marrón claro o rojizo y con corteza que se desprende de forma natural.

Según FERREYRA (1959), las raíces son profundas y con muchos pelos absorbentes. Las hojas son aovadas elípticas hasta lanceoladas; la longitud varía entre 4.5 y 12.0 cm y el ancho entre 1.5 y 4.5 cm; ápice muy puntiagudo y base redondeada, a menudo algo asimétrica; tienen el borde liso y las nervaduras muy tenues, un poco sobresalientes por el envés, prolongándose en todo el borde de la hoja, con 18 a 20 pares de nervaduras laterales. El peciolo es cilíndrico con 5 a 9 mm de longitud y de 1 a 2 mm de

diámetro. La inflorescencia es axilar con varias de ellas emergiendo del mismo punto, hasta 1 mm encima de la base del peciolo. El eje de 1.0 a 1.5 mm de longitud, con cuatro flores subsésiles, dispuestas en dos pares, bracteado, las brácteas redondeadas, ciliadas, hasta 1.5 mm de largo y ancho; pedicelo de 1.5 mm de largo por 1.0 mm de diámetro; bractéolas anchamente aovadas, persistentes, de ápice redondeado, unidas en la base de su margen en un involucreo cupuliforme de 2.0 a 3.5 mm de largo por 1.5 a 2.5 mm de ancho; hipanto sésil anchamente abscónico de 2.5 a 3.0 mm de largo, caduco desde la parte superior del ovario después de la antesis, glabro adentro y afuera; lóbulos del cáliz redondeados de 2.0 a 2.2 mm de ancho y largo, glandulosos. Estilo de 10 a 11 mm de longitud. Pétalos en número de cuatro, color blanco, de 3 a 4 mm de largo, aovados, cóncavos, glandulosos, ciliados. Estambres hasta 125, con 7.0 a 10.0 mm de largo; anteras con 0.5 a 0.7 mm de largo. Cáliz con los sépalos diferenciados, no persistentes; el ovario es ínfero.

El fruto es globoso de superficie lisa y brillante, de color rojo oscuro, hasta negro púrpura al madurar; puede tener 2 a 4 cm de diámetro; con una a cuatro semillas por fruto, siendo lo más común dos a tres semillas. Peso promedio alrededor de 8.4 g por fruto. Las semillas son reniformes, aplanadas con 8 a 11 mm de longitud y 5.5 a 11 mm de ancho, conspicuamente aplanadas, cubiertas por una vellosidad blanca rala de menos de un mm de longitud. El peso de 1 000 semillas secas está entre 650 y 760 g, mientras que cuando solamente han sido escurridas y oreadas a la sombra pesan entre 1 000 y 1 250 g/1 000 semillas (FERREYRA, 1959).

2.2.3. Biología floral

Según VILLACHICA (1996), la floración generalmente empieza cuando la planta alcanza un diámetro basal de 2.0 cm. La floración no está sincronizada en cada planta, ya que ocurre en varios ciclos durante el año. Las yemas florales se producen primero en la parte distal de las ramas más altas y después que éstas han abierto y pasada la polinización, otras yemas salen de un lugar más próximo sobre la rama. La floración continúa de esta manera desde las ramas de arriba hacia las ramas de abajo y, por lo tanto, un individuo puede presentar simultáneamente yemas florales, flores y frutos en varios estados de desarrollo. En cada nudo se observan hasta 12 flores. También se presenta formación de flores directamente en el tronco y en las ramas gruesas de los individuos grandes.

Según PETERS y VÁSQUEZ (1986), las flores individuales de *M. dubia* son hermafroditas. La antesis ocurre temprano en la mañana y las flores están receptibles a la polinización por un período de cuatro a cinco horas. Después de la polinización los estambres empiezan a marchitarse y toda la corola seca se cae al día siguiente.

Según VILLACHICA (1996), la emergencia del estilo y los estambres dentro de una flor demuestra un protogino muy marcado. Durante la antesis, el estilo sale primero y después pasa un lapso de varias horas antes que salgan los estambres. PETERS y VÁSQUEZ (1986) indican que el mecanismo de protogino es muy efectivo en evitar la autogamia.

Aparentemente, en el momento que emergen los estambres para liberar polen, el estigma ya no está receptible a la polinización. La dicogamia que muestra *M. dubia*, sin embargo, no descarta la posibilidad de autofecundación por geitonogamia debido a la falta de sincronía floral. Polen de otras flores sobre la misma planta puede efectuar hasta 91% de polinización. En base a estos resultados, el camu camu presenta alogamia facultativa pero no obligatoria y no tiene mecanismos de incompatibilidad genética.

Según VILLACHICA (1996), mostrado en el Anexo 1, en las poblaciones naturales que se encuentran en las áreas inundables a lo largo de los cauces de agua, la floración natural se produce cuando los ríos han disminuido su caudal, dejando los tallos y hojas expuestas a la luz. Esto normalmente se presenta entre los meses de septiembre y octubre. La fructificación se presenta entre diciembre y febrero, dependiendo de la localidad. En plantaciones efectuadas en zonas con buen drenaje, lejos de la influencia de las inundaciones, la floración presenta dos picos en el año. El primero se da entre los meses de septiembre y octubre y el segundo entre los meses de marzo y abril, con la fructificación produciéndose tres a cuatro meses más tarde.

Peters & Hammond (1990) citados por DOSTERT *et al.* (2009) mencionan que *M. dubia* produce sus flores en ciclos anuales y que el período de floración comienza mayoritariamente en la fase no inundada. Mientras más tarde se alcanza el punto máximo de inundación, también es más largo el período de producción de frutos.

2.2.4. Fecundidad de los individuos

En el Cuadro 2 se presentan los datos promedios de producción de flores, frutos inmaduros y frutos maduros registrados en los años 1984 y 1985 en la zona de Jenaro Herrera, Perú. Tomado de PETERS y VÁSQUEZ (1986), fueron agrupados en base al diámetro del tallo en categorías de 2,0 cm y se calculó el porcentaje de polinización (número de frutos inmaduros/número de flores x 100), el porcentaje de abortos (número de frutos inmaduros - número de frutos maduros/número de frutos inmaduros x 100) y el porcentaje de cuaje (número de frutos maduros/número de flores x 100) para cada categoría. Como se puede apreciar en el Cuadro 2 la producción de flores, frutos inmaduros y frutos maduros aumenta en forma exponencial al incremento en el diámetro de las plantas estudiadas. Tanto el porcentaje de polinización, como el de cuaje se mantienen constantes en todas las categorías, mientras que la tasa de abortos para los individuos pequeños es significativamente más alto que para todos los demás ($p < 0.01$). En términos generales, 46% de todas las flores de *M. dubia* son polinizadas y un promedio de 15% de los frutos inmaduros abortan antes de llegar a la madurez.

PETERS y VÁSQUEZ (1986) observaron que la mayoría de los árboles produjeron más flores y frutos inmaduros y maduros en 1985 que en 1984 ($p < 0.001$). Sin embargo, los individuos de las últimas dos categorías diamétricas mostraron un patrón contrario con una mayor producción en 1984. Estas variaciones fueron explicadas por diferencias en la época y en la intensidad de las inundaciones y por el aumento en el número de individuos de

la categoría superior en 1985 con respecto a 1984. A pesar de los cambios en fecundidad, no encontraron diferencias significativas en los porcentajes de polinización, aborto y cuaje entre 1984 y 1985. Por otro lado, los datos indican una alta producción de frutos maduros en las plantas con más de 12 cm de diámetro, 3 693 frutos por planta con un rango entre 3 201 y 4 185 frutos, correspondiendo a 26.5 y 34.7 kg de fruta por planta, respectivamente.

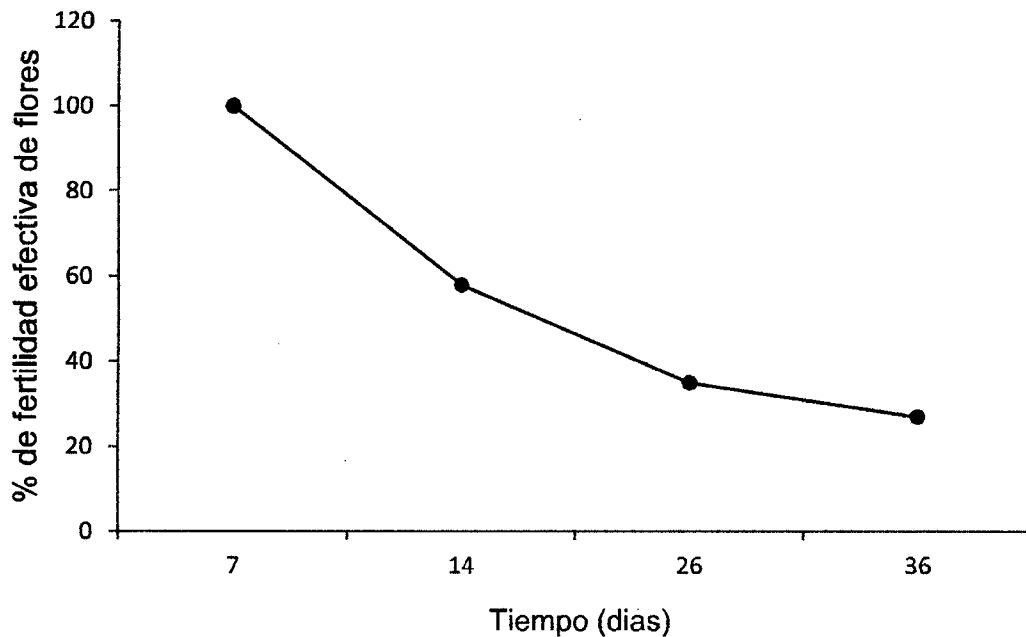
Cuadro 2. Producción de flores, frutos inmaduros y frutos maduros en función al diámetro de la base del tallo de la planta, periodo 1984 – 1985.

Diámetro de la planta	Nº de flores	Polinización (%)	Nº de frutos inmaduros	Abortos (%)	Nº de frutos maduros	Cuaje (%)	Plantas/ha
2.0 a 3.9	1 107	47.5	521	23.5	403	36.3	24
4.0 a 5.9	1 610	42.3	678	11.5	600	37.4	460
6.0 a 7.9	2 030	46.6	942	12.9	819	40.6	90
8.0 a 9.9	3 614	46.1	664	14.7	420	39.3	50
10.0 a 11.9	5 803	47.5	717	14.0	370	40.8	40
12.0 a 13.0	8 601	48.9	201	12.0	693	43.0	10

Fuente: PETERS y VÁSQUEZ (1986)

2.2.5. Caída de frutos

La Figura 1 permite una apreciación del volumen de frutos que caen antes de completar su desarrollo (73%), llegando al estado verde solamente el 27% de los frutos cuajados. Si bien tal dehiscencia es inevitable y ocurre en todos los frutales, constituye un tema interesante el manejo de la fructificación con el fin de reducir dicha pérdida (PINEDO *et al.*, 2001).



Fuente: PINEDO *et al.* (2001)

Figura 1. Persistencia de los frutos hasta su madurez.

2.2.6. Composición del fruto

Según Roca (1965) citado por VILLACHICA (1996), la composición química nutricional de 100 g de pulpa de camu camu se presenta en el Cuadro 3. El mayor componente es el ácido ascórbico, del cual tiene 2.994 mg por 100 g de pulpa (2 780 mg como ácido ascórbico reducido). El contenido de proteínas está en 0.5 mg/100 g, el de carbohidratos en 4.7 mg/100 g, mientras que los demás constituyentes se encuentran en cantidades similares a los que se observan en otras frutas tropicales.

Cuadro 3. Valor nutricional de 100 g de pulpa de camu camu.

Componente	Unidad	Valor
Agua	g	94.4
Valor energético	cal	17.0
Proteínas	g	0.5
Carbohidratos	g	47
Fibra	g	0.6
Ceniza	g	0.2
Calcio	mg	27.0
Fósforo	mg	17.0
Hierro	mg	0.5
Tiamina	mg	0,01
Riboflamina	mg	0,04
Niacina	mg	0.06
Ácido ascórbico reducido	mg	2 780.00
Ácido ascórbico total	mg	2 994.00

Fuente: VILLACHICA (1996)

Según VILLACHICA (1996), el contenido de ácido ascórbico, proteínas y carbohidratos del camu camu en comparación a otros frutales tropicales se presenta en el Cuadro 4. En este cuadro se observa que el camu camu sobrepasa largamente en contenido de ácido ascórbico a las otras frutas tropicales conocidas por la alta concentración de este nutriente. El contenido de ácido ascórbico en la pulpa de camu camu es más del doble que el de la

acerola y llega a ser hasta 60 veces superior al del jugo de limón. En cambio, el contenido de proteínas es similar mientras que el de carbohidratos es parecido o menor que el de las otras frutas con las cuales se compara en el Cuadro 4. CALZADA (1980) indica que el fruto tiene entre 6.3 y 8.8 g, con un peso de cada semilla que varía entre 0.6 y 0.9 g y el número de semillas entre uno y cuatro por fruto. Las frutas con dos y tres semillas representan alrededor de un tercio del total de frutos cada una, mientras que las frutas con una y cuatro semillas representan conjuntamente el tercio restante.

Cuadro 4. Contenido de ácido ascórbico, proteínas y carbohidratos (mg/100 g) en la pulpa de algunas frutas tropicales maduras.

Fruta	Ácido ascórbico	Proteína	Carbohidratos
Piña	20	0.4	9.8
Maracuyá (jugo)	22	0.9	15.9
Fresa	42	0.7	8.9
Limón (jugo)	44	0.5	9.7
Guayaba	60	0.5	14.9
Naranja ácida	92	0.6	10.1
Marañón	108	0.8	10.5
Acerola (total)	1.3	0.7	6.9
Camu camu	2 780	0.5	5.9

Fuente: VILLACHICA (1996)

VILLACHICA (1996) presenta en el Cuadro 5 las características de varias muestras de frutos de camu camu provenientes de la zona de Iquitos. El tipo de fruto que predomina es el que tiene dos semillas, con un peso promedio de 6.9 g/fruto. El peso promedio de los frutos de todas las muestras fue de 8.35 g. El peso de las semillas varía entre 0.7 y 2.8 g/semilla, dependiendo del número de semillas por fruto. El peso de la pulpa y la cáscara representa entre 69 y 79% del peso del fruto, siendo la proporción mayor en los frutos con dos semillas, correspondiendo con el menor peso de semilla.

Cuadro 5. Algunas características del fruto de camu camu de la zona de Iquitos.

Característica	N° de semillas por fruto			
	Una	Dos	Tres	Cuatro
Número de frutos (%)	28	53	16	3
Peso del fruto (g)	9.2	6.9	10.9	11.7
Peso de semillas/fruto (g)	2.8	1.4	3.4	3.3
Peso de una semilla fresca (g)	2.8	0.7	1.1	0.8
Peso de pulpa más cáscara por fruto (g)	6.4	5.5	7.5	8.3

Fuente: VILLACHICA (1996).

2.2.7. Producción de pulpa

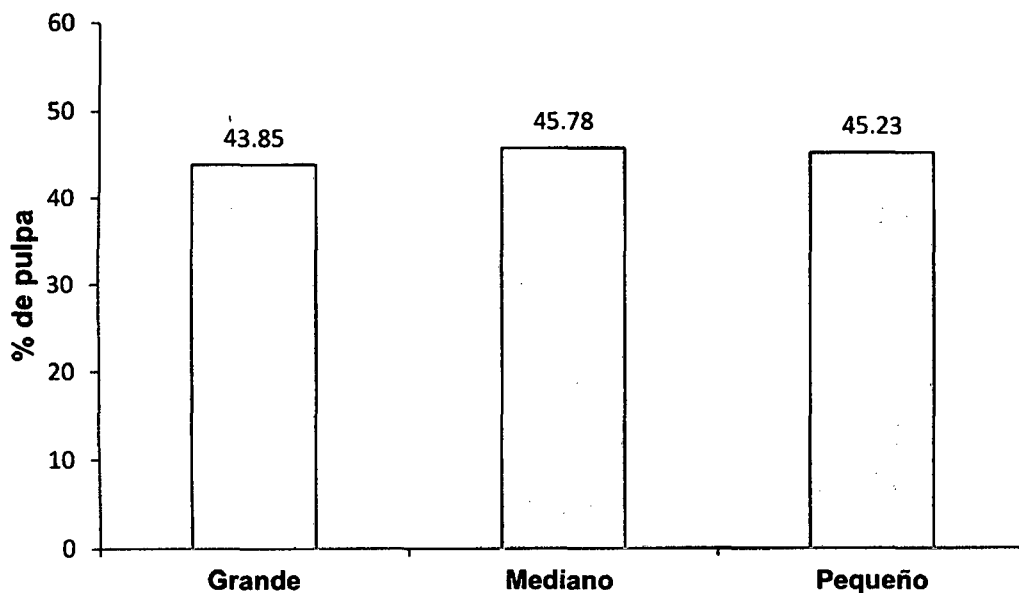
PINEDO *et al.* (2001) sostienen que el rendimiento de pulpa es un factor extremadamente importante para la rentabilidad. Los rendimientos bordean el 50% con relación al peso fresco de la fruta, mostrado en la Figura 2. Se han evaluado algunos factores como madurez, tamaño de la fruta y su

influencia sobre el rendimiento de pulpa. Con relación a la madurez de la fruta, en los estados pintón-maduro y maduro, se registraron valores de 49% y 50% respectivamente, lo que indica una escasa diferencia tanto procesal como comercial. Tampoco se encontraron diferencias significativas cuando se pulpearon diferentes tamaños de fruta; los resultados se evidencian en la Figura 3.



Fuente: PINEDO *et al.* (2001).

Figura 2. Porcentaje de producción de pulpa, semilla y cáscara de camu camu.



Fuente: PINEDO *et al.* (2001)

Figura 3. Rendimiento de pulpa según el tamaño de fruta.

2.3. Fenología del camu camu

MAUÉS y COUTURIER (2002) mencionan que en las plantas de camu camu se observa pérdida parcial de las hojas, pero no se observa pérdida total, indicando que esta planta siempre tiene hojas por lo que es considerada como perennifolia.

VÁSQUEZ (2000) menciona que desde la aparición de los primeros brotes floríferos a manera de cabeza de alfiler y el proceso mismo de maduración de la fruta transcurren 56 días. INGA *et al.* (2001) mencionan que el ciclo total de fenología reproductiva del camu camu ocurre en 77 días, de los cuales 62 corresponden a la formación y maduración del fruto y que las flores que logran llegar a la última fase de fruto maduro constituyen el 27% del total de flores fecundadas.

MAUÉS y COUTURIER (2002) mencionan que la floración presenta tres picos distintos, dos en el primer semestre, correspondiente al periodo lluvioso, y un pico en el segundo semestre, periodo de menor precipitación.

Según PINEDO *et al.* (2004), en las poblaciones naturales la floración se realiza entre los meses de setiembre a octubre y la fructificación entre diciembre y febrero, dependiendo de la localidad. En plantaciones en zonas aluviales cuidadosamente seleccionadas, con buen drenaje, menos afectadas por las inundaciones, la floración presenta dos picos en el año: el primero entre

septiembre y octubre y el segundo entre marzo y abril, dando lugar, 2 a 3 meses más tarde, a la fructificación correspondiente, observándose un cambio marcado en los hábitos reproductivos y una ampliación del tiempo de producción de frutos.

INGA *et al.* (2001) describe la fenología del camu camu de la siguiente manera:

2.3.1. Desarrollo de la flor: Estado I

El desarrollo de la flor involucra cuatro fases:




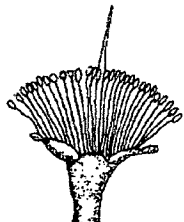





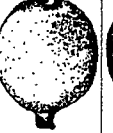

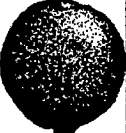


- Fase 1. Desde la aparición de la yema floral y los siete días subsiguientes.
- Fase 2. La yema floral experimenta un crecimiento en su longitud y diámetro hasta presentar una forma parecida a la de un globo. Esta fase comprende siete días.
- Fase 3. El botón floral se abre y emerge primero el estilo. Luego, por la mañana, emergen los estambres. En este momento, la flor queda polinizada y se observa la presencia de abejas (*Melipona fuscopilara* y *Trigona italica*).
- Fase 4. Una vez que el estilo emerge y es polinizado, empiezan a desprenderse los estambres de la flor. Las fases 3 y 4 comprenden entre cuatro y cinco horas. Desde la aparición de la yema floral hasta el inicio de la formación del fruto transcurren 15 días.

2.3.2. Desarrollo del fruto: Estado II

Luego de la fecundación, el proceso de fructificación transcurre durante ocho fases:

- Fase 1. Una vez fecundada la flor, los estambres y los sépalos se desprenden. El estilo adopta la forma de un clavito de color verde claro que mide 0.15 cm de altura. Esta fase comprende siete días.
- Fase 2. Continúa desarrollo del fruto y adopta una coloración verde oscura. Llega a medir entre 0.16 y 0.35 cm de largo. Esta fase comprende también siete días.
- Fase 3. Se observa que el fruto aumenta su tamaño. Su coloración permanece verde y llega a medir entre 0.36 y 0.60 cm. Esta fase comprende 12 días.
- Fase 4. El fruto mantiene su color verde. Mide entre 0.61 y 1.0 cm de diámetro. A partir de esta fase, que dura 10 días, los frutos son considerados fisiológicamente desarrollados.
- Fase 5. En esta fase, cuya duración es de siete días, el fruto llega a medir 2.4 cm de diámetro y a tener un peso promedio de 7.5 g.
- Fase 6. El fruto presenta pequeñas manchas rojizas. Por ello, se le denomina «verde pintón». Asimismo, mide 2.5 cm de diámetro y su peso es de 9.3 g en promedio. Esta fase comprende un periodo de siete días.
- Fase 7. El fruto presenta un color verde rojizo: rojo claro con manchas verdes. Se le denomina «pintón-maduro». Mide 2.6 cm de diámetro y pesa 10.3 g en promedio. Esta fase comprende seis días.

- Fase 8. El fruto, en su totalidad, es de color rojo vino. Se le considera un fruto maduro. Mide 2.5 cm de diámetro y pesa 10 g en promedio. Esta fase comprende seis días.

ESTADO DE FLORACIÓN				ESTADO DE FRUCTIFICACIÓN							
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
											
7	7	4 - 5 horas		7	7	12	10	7	7	6	6
7	14	15		22	29	41	51	58	65	71	77
Escala 				Escala 							

Fuente: PINEDO *et al.* (2004)

Figura 4. Estados de la fenología reproductiva del camu camu.

2.4. Cosecha

Según PINEDO *et al.* (2001), el estado de madurez tiene relación directa con el contenido de vitamina C y otros factores nutritivos tales como los aminoácidos. En consecuencia, es evidente la relación con la calidad de la cosecha y el valor de la producción.

El estado recomendable para grandes volúmenes de cosecha es el pintón maduro o sea, antes de su madurez total, dejando los verdes y verde pintones para una cosecha próxima. Para efectos de color del producto, conviene que

parte de la cosecha (aproximadamente 30%), se encuentre maduro. Esta fracción de fruto maduro puede ser mayor en la medida en que el procesamiento se realice en corto tiempo después de la cosecha (PINEDO *et al.*, 2001).

2.5. Poscosecha

Rubio (2000), citado por TORRES (2010) menciona que el fruto cosechado es bastante perecedero, manteniéndose protegido del sol y de la lluvia, de lo contrario la pulpa se deshace y la cáscara pierde su color granate debido al proceso de oxidación.

Según ARÉVALO y KIECKBUSCH (s/f-b), frutas y hortalizas continúan su metabolismo después de su cosecha, manteniendo activos todos sus procesos biológicos vitales. Debido a esto y por causa del alto contenido de agua en su composición química, frutas y hortalizas son altamente perecibles. Este es el caso del camu camu que tiene una vida útil muy corta, dificultando la disponibilidad de la fruta en el mercado en forma natural. Según Andrade (1991) citado por ARÉVALO y KIECKBUSCH (s/f-a), es posible que el metabolismo de maduración del fruto esté aun produciendo ácido ascórbico en las frutas después de cosechado.

PINEDO *et al.* (2001) menciona que observaciones preliminares sugieren que los frutos de camu camu no continúan madurando una vez cosechados, de manera que los frutos cosechados verdes están destinados a descomponerse

si se espera su maduración fuera de la planta. Sin embargo, como los frutos cosechados se consideran aún órganos vivos, es posible que todavía se produzca una corta maduración de los mismos, mientras duren los nutrientes existentes en éstos y hasta que los procesos degradantes se hayan iniciado.

2.6. Variabilidad genética del camu camu

Según OLIVA *et al.* (2005), se ha observado una amplia variabilidad cualitativa y cuantitativa en rodales naturales y en parcelas de productores, expresándose principalmente en forma, tamaño y color de frutos, forma y tamaño de hojas, contenido de ácido ascórbico, arquitectura de planta y resistencia a plagas y enfermedades. La alta variabilidad en una especie es buena, pero cuando se proyecta su producción en grandes escalas, es necesario aprovechar ciertas características útiles para el hombre, como el alto rendimiento, alto contenido de ácido ascórbico, frutos grandes y otros.

IMÁN (2008) menciona que uno de los principales problemas del cultivo es la asincronía en la época de producción y bajos rendimientos en los primeros años de cosecha, esto debido principalmente a la asincronía en las etapas de la fenología reproductiva del cultivo, donde es afectado por el clima y los niveles de inundación de la plantación, y a la variabilidad que presenta la arquitectura de planta. En cuanto al rendimiento de fruto, IMÁN (2008) menciona que se encuentra alta variabilidad intraespecífica e interespecífica y que bajo condiciones de suelos de altura (ultisoles) los rendimientos del camu

camu disminuyen en el orden del 50% con respecto a la plantación instalada en suelos aluviales inundables (entisoles). Además el rendimiento de fruto del camu camu presenta el fenómeno de alternancia o vecería (condición en la que el cultivo en un año produce una mayor cantidad de frutos, seguido de una baja en la próxima cosecha) por lo que se comporta en suelos ultisoles y entisoles como una planta vecera o alternante en su producción.

2.6.1. Variabilidad interespecífica

Según VILLACHICA (1996), la colección de germoplasma en la Amazonía Peruana indica la existencia de por lo menos 29 poblaciones naturales de camu camu arbustivo y 10 de camu camu arbóreo de las que se colectaron 107 individuos o matrices. Mayores colecciones en la Amazonía podrían resultar en algunas poblaciones naturales adicionales de camu camu arbustivo, pero mucho más del tipo arbóreo. Ello debido a que las expediciones de colecta hasta la fecha se han centrado en el tipo arbustivo. Las búsquedas de poblaciones naturales de camu camu arbustivo en otras regiones de la Amazonía Peruana y de los países vecinos indican que esta especie se encuentra en muy pequeña cantidad o no se conoce fuera de la zona comprendida entre las localidades de Pucallpa y Pevás. La variabilidad entre poblaciones se observa en la época de fructificación (que también puede deberse a factores climáticos), en la forma y color del fruto (desde rosado hasta rojo oscuro), la forma de las hojas (hoja estrecha lanceolada y hoja laminada lanceolada), color de las hojas (verde claro a verde oscuro) y color del tallo (marrón claro a marrón oscuro), entre otros.

Según MENDOZA *et al.* (1989), de seis expediciones efectuadas se evidenciaron la presencia de variabilidad entre poblaciones en el área comprendida a lo largo de los ríos Ucayali, Tapiche, Yarapa, Tahuayo, Nanay, Itaya, Marañón, Samiria, Ampiyacu, Apayacu, Oroza, Napo, Alto y Bajo Amazonas; en este caso con sus respectivos tributarios.

MENDOZA *et al.* (1989) mencionan que se comprobó la existencia de las dos especies *Myrciaria dubia* y *Myrciaria sp.*, conocidas como camu camu arbustivo y camu camu arbóreo, respectivamente. El tipo arbustivo es el más extendido geográficamente a nivel de la Amazonía Peruana. Normalmente crece en las orillas (primera terraza) de cochas, quebradas, caños y ríos de agua negra, aguas caracterizadas por su acidez, donde permanece sumergido total o parcialmente durante cinco meses cada año. El camu camu arbóreo, generalmente se encuentra en los tahuampas de aguas negras (de la segunda terraza) y, en las crecientes de mayor intensidad, la parte inferior (3 a 4 cm) del tallo queda sumergida; el tallo es largo y en algunos casos alcanza hasta 30 a 40 m de altura, liso de color rojizo y con ramificaciones elevadas. El fruto del camu camu arbóreo es globoso con el ápice algo sobresaliente, carnoso, de color entre morado y marrón oscuro, de sabor ácido, con menor cantidad de semillas en comparación con el fruto del camu camu arbustivo.

En América Tropical se han identificado y descrito varias especies cultivadas y silvestres del género *Myrciaria*, notándose que la mayor variabilidad en especies se encuentran en el Brasil (MENDOZA y ANGUIZ,

2001). En la región Ucayali no se han encontrado poblaciones naturales de *M. dubia* HBK Mc Vaugh. Pero si de la especie arbórea, *Myrciaria floribunda* West. Ex Wild, caracterizada por su gran porte, gran diversidad en el peso y tamaño de frutos, pero menor contenido de ácido ascórbico. *M. floribunda*, también se encuentra en menor proporción en la región de Loreto donde existen áreas en las que cohabita con *M. dubia*. Las observaciones indican que ambas especies poseen abundante variación (VÁSQUEZ, 2000).

2.6.2. Variabilidad intraespecífica

Se ha observado una amplia variabilidad fenotípica expresada por diferentes rasgos, tales como color y forma de las hojas, tamaño de fruto, espesor de la cáscara, número de semillas, contenido de ácido ascórbico, precocidad, etc., que constituye una importante fuente de variabilidad. Parte de esta diversidad ha sido colectada y si bien se ha evaluado la productividad durante varios años, no se llegaron a efectuar pruebas genéticas que discriminen los efectos genéticos de los ambientales. Además, en plantaciones de productores, se han encontrado tipos enanos, frutos de color amarillo, tipos con periodo de cosecha atípica, de altos y estables rendimientos (PINEDO *et al.*, 2001).

OLIVA *et al.* (2005) mencionan que en el estudio de selección de plantas madre de camu camu de 3 procedencias se encuentra alta variabilidad genética en cuanto a la producción de fruta fresca entre los individuos, tal es así, que de 315 plantas madre de camu camu para el año 13 de evaluación, el 82% de individuos estaban en producción y al año siguiente solamente el 53%

(con una desviación estándar promedio anual de 7.16), demostrando con estos resultados las diferencias con respecto a la época de producción. Esto también permite demostrar que individuos de diferentes procedencias presentan comportamientos distintos con respecto a cantidad de fruta producida en función del tiempo ya que algunas demuestran una tendencia rápida de la producción, mientras que otras presentan picos altos en ciertos años pero con una tendencia al aumento más lenta con respecto al anterior.

La expresión genética de las plantas de camu camu es afectada significativamente por los factores ambientales y de manejo pero que de una población surgen genotipos destacados que logran superar estas condiciones adversas como lo demuestra OLIVA *et al.* (2005) con esta población de plantas de camu camu de 3 procedencias diferentes.

a. Variabilidad agronómica

IMÁN (2008) menciona la existencia de material genético con características diferentes, variabilidad fenotípica para el carácter arquitectura de planta, encontrándose plantas columnares u ortotrópicas (Tipo 1), Intermedias (Tipo 2) y cónicas o plagiotrópicas (Tipo 3), esta última identificándose como la mejor por brindar una mayor cantidad de ramas fruteras y obtener los más altos rendimientos en todos los pisos fisiográficos. Asimismo, el autor menciona que el camu camu es una planta no caducifolia, variando el color de las hojas de acuerdo con la edad de las mismas. Las hojas tiernas son de color marrón claro, verde oscuro cuando son jóvenes y verde claro cuando son adultas.

En cuanto a la biología floral, IMÁN (2008) menciona que los botones florales nacen de las yemas de fruto (axila de las hojas) y en una misma yema pueden encontrarse de 1 a 25 botones florales, de los cuales en el mejor de los casos tres frutos llegan a la maduración y cosecha.

PETERS y VÁSQUEZ (1986) mencionan que la inflorescencia es axilar y que las flores están agrupadas de una a doce, son subsésiles y hermafroditas. Además, mencionan que el fruto, cuyo peso promedio es de cerca de 8.5 gramos, contiene 2 a 3 semillas, estimándose que el peso de 1 000 semillas fluctúa entre 600 y 800 gramos.

IMÁN (2008) menciona que la coloración del fruto varía de rojo claro hasta el morado pasando por las diferentes tonalidades del color rojo. El tamaño del fruto muy ligado al peso está clasificado en: grandes para frutos mayores de 3 cm de diámetro y mayores de 12 g de peso; medianos para frutos de entre 2.5 a 3.0 cm de diámetro y de 8.0 a 12 g de peso; y pequeños para frutos menores de 2.5 cm de diámetro y menos de 8.0 g de peso.

Con respecto a los estados de maduración de fruto, IMÁN (2008) menciona que son clasificados de acuerdo a la coloración rojiza presente en la cáscara: verdes para aquellos que tienen menos del 25% de coloración rojiza, verde-pintón 25 - 50%; pintón 50 - 75% y maduros mayor del 75% de coloración rojiza. También hace mención del color de la semilla y su relación con la maduración del fruto, siendo de color verde cuando el fruto está inmaduro y de

color marrón cuando el fruto está maduro. El número de semillas por fruto varía de 1 a 4 siendo más frecuente encontrar 2 y 3 semillas.

IMÁN (2008) menciona que el tamaño de las semillas es variable pudiendo encontrar semillas grandes con pesos mayores de 0.8 g, medianas con pesos entre 0.5 y 0.8 g; y pequeñas aquellas que tienen menos de 0.5 g. ALVES *et al.* (2002) mencionan que la semilla representa alrededor del 19% por ciento del peso fresco del fruto sin presentar diferencia entre los estados verde pintón y maduro.

Según MAUÉS y COUTURIER (2002) existe una elevada tasa de aborto de frutos inmaduros en los meses de menor precipitación, lo que puede indicar la necesidad de riego de la plantación. LÓPEZ y LINARES (2007) mencionan que de acuerdo a su calendario fenológico, el camu camu cultivado fructifica dos veces al año. La primera cosecha se realiza entre marzo y julio (cosecha grande); la segunda es de octubre a diciembre (cosecha chica), siendo el volumen de esta última, menor que la primera.

VILLACHICA (1996) menciona que es importante observar que en las plantaciones en tierra firme la fructificación es más expresiva en los meses menos lluviosos. En condiciones naturales y en áreas estacionariamente alagadas en Perú, la época de fructificación ocurre en los meses de diciembre a enero, después del inicio del descenso de las aguas en los ríos y en plantaciones en tierra firme ocurre en dos picos distintos, en los meses de setiembre a octubre y marzo a abril.

LÓPEZ y LINARES (2007) mencionan que la edad de las plantas tiene una correlación directa con la producción. Bajo buenas condiciones de manejo, la producción de frutos se inicia al tercer año y se incrementa progresivamente. A partir del séptimo año, el incremento es significativo.

En cuanto al rendimiento de fruto, IMÁN (2008) menciona que existe alta variabilidad entre accesiones y entre plantas de una misma accesión (C.V. 57.5%). LÓPEZ y LINARES (2007) mencionan que los rendimientos esperados, de acuerdo a la densidad de 833 a 1 111 plantas/ha son las que se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Rendimiento de camu camu de acuerdo a su edad y densidad de siembra.

Edad (años)	Rendimiento (kg/ha)
3	25-100
4	450-700
5	900-1 500
6	3 000-4 000
7	6 000-7 500
8	9 000-11 000
9	12 000-13 500
10	14 000-16 000

Fuente: LÓPEZ y LINARES (2007).

b. Variabilidad del contenido de ácido ascórbico

OLIVA (2006) menciona que el camu camu arbustivo presenta altos niveles de variabilidad cualitativa y cuantitativa, expresándose principalmente en el rendimiento y el contenido de ácido ascórbico. Esto lo demuestra mediante el estudio del contenido de ácido ascórbico de plantas establecidas en la unidad de conservación de camu camu (Anexo Pacacocha) cuyos resultados demuestran que de 287 plantas, con un rango de variabilidad que va desde 404.74 hasta 3 253.1 mg de ácido ascórbico en 100 g de pulpa, se lograron seleccionar sólo 40 (13.9%) plantas madres promisorias con contenido de ácido ascórbico superiores a los 2 000 mg/100 g de pulpa.

Según Leslie (1998) y Andrade *et al.* (1995) citados por MAUÉS y COUTURIER (2002), el camu camu presenta el más elevado contenido de ácido ascórbico (2 880 mg/100 g de pulpa) comparado con otras frutas tropicales como la acerola (1 790 mg/100 g de pulpa), el marañón (220 mg/100 g de pulpa) y la naranja (41 mg/100 g de pulpa).

FAO (1986) citado por DOSTERT (2009) hace mención que la proporción de ácido ascórbico y ácido dehidroascórbico, de azúcares simples como fructosa y glucosa, así como de algunos aminoácidos (serina, valina, leucina) en la pulpa de las bayas es notoriamente más alta en frutos maduros que en frutos inmaduros o semimaduros, Por lo tanto, las bayas deberían ser colectadas cuando están maduras y deben ser comercializadas o procesadas dentro de los siguientes 3 – 4 días.

Según ALVES *et al.* (2002), el contenido de ácido ascórbico hallado es superior en frutos maduros, variando de 1 791.48 a 2 061.04 mg/100g de pulpa. El sabor ácido del camu camu es debido a su alta acidez titulable, así distribuida en frutos 75% rojos – 2,63% de ácido cítrico, y bajo contenido de azúcares solubles – 1.48% de glucosa en frutos 75% rojos.

Según PINEDO *et al.* (2001), en el Anexo 2, muestra que los valores de vitamina C en las poblaciones naturales hasta hoy evaluadas, alcanzan un promedio de 2 106 mg/100g pulpa, valor ostensiblemente mayor a su similar en plantaciones. Es importante destacar que, en las plantaciones de tierra firme, se encontraron valores superiores a los correspondientes a restinga. Estos valores fundamentan la hipótesis de que, en suelos menos ácidos, el valor de la vitamina tiende a ser menor por influencia del suelo.

2.7. Manejo de plantaciones

2.7.1. Plantas selectas y clones

Según PINEDO *et al.* (2001), el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), tanto en Iquitos como en Pucallpa, ha realizado evaluaciones de material genético, llegando a identificar genotipos de alto rendimiento y efectuando su clonación mediante injerto.

En Pucallpa, se trabajó con material procedente del río Nanay y de los lagos Morona y Supay, zona nor-oriental del país (departamento de

Loreto). El material evaluado en suelos inundables, durante ocho años, con cinco cosechas (1991 a 1995), permitió discriminar plantas denominadas precoces por el inicio temprano de su fructificación, a los tres años del trasplante a campo definitivo. Entre éstas, fueron seleccionadas, por su precocidad, las plantas EEP-R211, EEP-R293, EEP-R164, EEP-R291, EEP-R168 y EP-R124, que alcanzaron rendimientos entre 6.6 y 25.4 kg/planta.

El INIA-Iquitos, entre 1986 y 1988, colectó material genético de 39 poblaciones procedentes de las grandes cuencas de los ríos Ucayali, Amazonas, Marañón y Napo, de las cuales 28 resultaron viables y están siendo evaluadas desde hace 11 años. La evaluación permitió seleccionar 10 plantas sobresalientes por rendimiento de fruta, en suelo inundable de aguas turbias (isla de Muyuy), y 10 en suelos de tierra firme.

Los rendimientos variaron notablemente entre el piso inundable y tierra firme: 6 y 25 t/ha, respectivamente, a los 11 años de edad de la plantación. En suelos inundables serían recomendables ecotipos como: 15-03-08, 15-03-10, 15-01-07, 15-03-09, 15-01-06, 15-03-06, 15-03-07, 15-03-05 y 15-02-09, con rendimientos entre 12.6 y 25.6 t/ha de fruta seca a los 11 años de edad.

El Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) - Iquitos cuenta con dos parcelas, instaladas en restinga alta del río Amazonas en los años 1980 y 1985, en las que se evaluó el rendimiento de

fruta. Producto de dicha evaluación, se tienen identificadas 7 plantas de alto rendimiento que a los 5 años de edad produjeron de 1.3 a 2.6 kg/planta y 11 plantas que a los 9 años mostraron rendimientos de 21 a 32 kg/planta.

2.7.2. Estrategias para el mejoramiento

Según PINEDO *et al.* (2001), el mejoramiento de la especie ha sido poco atendido en el país; sin embargo, se han logrado significativos avances en la colección y evaluación de germoplasma, así como también en la clonación de genotipos superiores desarrollados principalmente por el INIA y otros institutos y empresas privadas.

a. Incremento de la base genética disponible

Ha sido parcialmente descrita la amplia diversidad genética disponible en las extensas y dispersas áreas de poblaciones naturales. Tal diversidad constituye una base adecuada para un programa de mejoramiento que coadyuve al aprovechamiento eficiente de la especie. Sin embargo, esta diversidad aún no ha sido suficientemente evaluada.

El mayor porcentaje de las aproximadamente 5 000 ha de plantaciones, fueron establecidas con plantas francas; este hecho implica una mayor amplitud de la base genética en proceso de domesticación. También implica una amplia evaluación del germoplasma por el agricultor, quien deberá orientarse a seleccionar plantas superiores y mejorar sus cosechas a partir de una clonación selectiva de las plantas que maneje (PINEDO *et al.*, 2001).

b. Establecimiento de "ideotipos"

Según PINEDO *et al.* (2001), el relativo conocimiento de la variabilidad de la especie y de las exigencias del mercado, permiten proponer tentativamente algunas ideas para conformar un ideotipo de planta de camu camu. Los rasgos propuestos a continuación se basan en experiencias en restinga baja:

- Precocidad: inicio de producción de fruta a los tres años de la germinación de la semilla.
- Arquitectura: conformación plagiotrópica de las ramas, lo que se traduce en una mayor cantidad de ramillas fructíferas y una conformación coposa, no columnar, de la planta.
- Productividad: no menor de 0.5 kg de fruta fresca/planta luego de tres años, contados a partir de la germinación de la semilla.
- Peso de fruto: peso promedio de fruto mayor de 8 g.
- Vitamina C: no menos de 1 800 mg/100g de pulpa.

c. Autopolinización

El comportamiento de la misma planta fundamenta el hecho de que puede ser polinizada con su mismo polen, sin darse incompatibilidad; es decir, que el aislamiento de la planta completa, en época de floración, originaría una autofecundación que puede ser aprovechada para manejar caracteres deseables de la planta. Este procedimiento es una alternativa para producir plantas superiores mediante generación de líneas puras y posterior hibridación (PINEDO *et al.*, 2001).

d. Clonación

El mejoramiento de la productividad y la propagación de genotipos selectos son facilitados por la disponibilidad de varios métodos de clonación. El injerto, las estacas y los acodos, entre otros, permiten la multiplicación de material selecto y son métodos viables en el caso del camu camu (PINEDO *et al.*, 2001).

2.8. Método de propagación utilizado para camu camu

2.8.1. Injerto

Requejo (1964), Norma (1982), Hartman *et al.* (1982) citados por GUTIERREZ-ROSET y CORNEJO (2003), consideran que el uso del injerto es importante en cualquier especie frutal, ya que los árboles obtenidos por semillas son muy lentos para entrar en producción, comportándose algunas veces como plantas estériles o produciendo frutos de baja calidad, mientras que el injerto permite conservar las características varietales de las plantas y los frutos seleccionados.

Correa (2001) citado por TORRES (2010) menciona que en plantaciones establecidas el camu camu inicia su producción a los tres años, cuando se utilizan plantas injertadas el periodo se acorta de uno y medio a dos años después del trasplante.

Según PINEDO *et al.* (2001), los objetivos en este tipo de clonación son:

- Multiplicar plantas muy buena, pero susceptible a enfermedades de raíz.
- Reducir la altura de planta favoreciendo la cosecha.
- Lograr mayor uniformidad y precocidad.
- Podría emplearse en el futuro para limpieza de virus.
- Conferir vigor o alguna otra característica benéfica a la yema por influencia del patrón.

Según PINEDO *et al.* (2001), su aplicación podría acarrear algunos inconvenientes, tales como:

- Las plantas injertadas tienden a perder longevidad.
- Los costos de instalación se incrementan significativamente.
- Para el caso particular de los sistemas inundables, la reducción de altura de la planta, lograda con el injerto, podría no ser conveniente por el mayor riesgo de pérdida de la cosecha.

GUTIERREZ-ROSET y CORNEJO (2003) mencionan que los métodos de injerto de yema que se puede realizar, cuando la corteza del patrón se desprende con facilidad son injerto "T" (injerto de escudete), injerto en "T" invertido e injerto de parche. Cuando la corteza no se pueda desprender de la madera queda como última alternativa de injertar, el método de astilla.

El método de injerto que mejores resultados ha demostrado en camu camu es el injerto de astilla. Este injerto de astilla es empleado generalmente en épocas en que la corteza no se desprende de la madera, debido a que el crecimiento

activo ha cesado prematuramente por falta de agua o alguna causa. En general, se usa con material más delgado, de 0.5 a 2.5 cm de diámetro. El injerto consiste en realizar un corte que penetre en el patrón una cuarta parte del grosor del mismo y por arriba aproximadamente 2 cm. Se hace un segundo corte hacia abajo y hasta que conecte con el primer corte. Los cortes para remover la yema se hacen exactamente iguales a lo ejecutado en el patrón (GUTIERREZ-ROSET y CORNEJO, 2003).

PINEDO *et al.* (2001) mencionan que sobre técnicas de injerto se han logrado importantes avances y se está aplicando el método de "injerto por astilla", el cual ha sido suficientemente ensayado y validado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Antecedentes del trabajo experimental

Se realizaron varios trabajos de investigación previos a la tesis en el área experimental, las cuales estaban a cargo del Ing. Carlos Oliva y su equipo técnico bajo el marco del Proyecto CAMUGEN.

Asimismo, el IIAP con la participación de otras instituciones han elaborado el Plan de mejoramiento genético de camu camu arbustivo, el cual inició en 2001 con la selección de cuatro plantas de 8 años de edad. La selección fue realizada en base al rendimiento (kg/planta-año) y luego propagadas mediante injerto, con la finalidad de instalar una prueba clonal y evaluar el comportamiento bajo las condiciones de un suelo de restinga. Los clones seleccionados responden a los códigos 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10.

Los patrones han procedido de una mezcla de semillas obtenidas de plantas seleccionadas y establecidas en el Anexo Pacacocha-INIA; estas semillas fueron facilitadas al IIAP/Ucayali gracias al convenio denominado "Mejoramiento genético de camu camu arbustivo en Ucayali" suscrito entre ambas instituciones.

El injerto de las yemas de los clones seleccionados se realizó a 20 cm del suelo en agosto de 2002, en los viveros de la Estación Experimental-IIAP-Ucayali, jurisdicción del distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo,

departamento y región Ucayali, a 12.3 km de la ciudad de Pucallpa, ubicada en las coordenadas geográficas 8° 22' 31" de longitud Sur y 74° 34' 35" de longitud Oeste, a una altitud de 154 msnm (OLIVA, 2003).

En el Cuadro 7 se muestran las características de las plantas madres seleccionadas de acuerdo al rendimiento de fruta y al contenido de ácido ascórbico en el año 2002.

Cuadro 7. Características de las plantas madres seleccionadas

Código	Rendimiento (kg/planta)-2002	Contenido de AA (mg/100g pulpa)
3B-F1	10.33	2 243.28
E3-F7	33.54	1 832.02
E3-F8	10.44	1 392.50
E3-F10	21.12	1 557.82

Fuente: OLIVA (2003).

Cabe resaltar que las evaluaciones estaban a cargo del Ing. Carlos Oliva, el Ing. Francisco Sales y el Tec. Marden Paifa durante los años 2005 – 2009, y del Ing. Carlos Abanto, la Ing. Diana Zumaeta, el Tec. Marden Paifa, Tec. Wilson Saldaña y el tesista Oniel Aguirre durante el año 2 010, bajo el marco del proyecto "Evaluación genética de plantas madres de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) en Loreto y Ucayali", financiado por el Fondo para la Innovación en Ciencia y Tecnología y ejecutado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

3.2. Ubicación del trabajo experimental

Los cuatro clones injertados se trasplantaron en mayo de 2003 (después que el nivel de agua de inundación disminuyera favorablemente y que permitiera enterrar por lo menos 10 cm del patrón en el suelo), en las instalaciones del productor Aníbal Chávez en el caserío San Juan de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento y región Ucayali. El experimento se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 9 080 006 N y 543 803 E de la zona 18 Sur en el Datum WGS1984.

3.3. Material genético

Cuatro clones de "camu camu" *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, los cuales responden a los códigos 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10.

3.4. Antecedentes de manejo

El primer año se realizaron dos podas de formación, siempre se realizaron cuatro deshierbos al año; además cabe resaltar que los dos primeros años se asociaron con maíz y yuca variedad Señorita respectivamente. Es importante resaltar que los clones en estudio en ningún momento fueron podados ni fertilizados artificialmente.

3.5. Características de los suelos

La metodología que se utilizó para el análisis de suelo fue el Método analítico para suelos y tejidos vegetales usado en el trópico húmedo de los autores Q.F. Olinda Ayre y Rafael Román, Lima-Perú, 1992.

La instalación del trabajo se realizó en el caserío de San Juan de Yarínacocha, lugar perteneciente a restinga baja con nivel de inundación máxima hasta 1.5 m, ligeramente plana, con fertilización natural proveniente de la sedimentación de las inundaciones. Suelo de textura arcilla limosa, pH 6.27, fósforo 43.76 ppm, potasio 0.37 cmol(+)/L y saturación de Al de 0.1 cmol(+)/L.

3.6. Condiciones climáticas

3.6.1. Temperatura

Como se muestra en el Cuadro 8, la temperatura media anual no muestra diferencias que superen 1 °C. La temperatura media anual empezó a disminuir a partir del año 2007 hasta el 2009, 26.63 y 26.13 °C respectivamente. En el año 2010, la temperatura incrementó en 0,26 °C con respecto al año anterior alcanzando un valor de 26.39 °C.

3.6.2. Humedad relativa

El Cuadro 8 muestra que desde el año 2007 hasta el 2009 hay un incremento en la humedad relativa anual que va desde 79.30 a 83.61%

respectivamente. Para el año 2010, la humedad relativa anual disminuyó en 3.71% con respecto al año anterior, alcanzando un valor de 79.90%.

3.6.3. Precipitación

Según los datos del Cuadro 8 se esperaría que para el año 2010 la precipitación anual incremente luego de un 2009 de baja precipitación, este fenómeno no ocurrió, al contrario la precipitación anual registra para el año 2010 el valor más bajo con 968.54 mm.

Cuadro 8. Temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial anual durante el periodo 2006 – 2010.

Año	T media (°C)	HR media (%)	PP lluvia (mm)
2006	26.58	79.93	1 667.83
2007	26.63	79.30	1 123.97
2008	26.29	80.54	1 641.33
2009	26.13	83.61	1 057.69
2010	26.39	79.90	968.54

Fuente: Elaboración propia de www.tutiempo.net, Clima en Pucallpa (2010).

3.7. Materiales

3.7.1. Materiales del experimento

- Formato de codificación y evaluación.
- Croquis del experimento.

- Contómetro manual.
- Vernier.
- Wincha de 7 m.

3.7.2. Materiales complementarios

- Plumón indeleble y lápiz.
- Bolsa negra de polietileno.
- Cinta de embalaje.
- Cuaderno de apuntes.
- Balanza analítica marca CAMRY modelo EK3052.
- Guantes.
- Cámara fotográfica de 7.2 Megapíxeles.
- Placas metálicas de identificación.
- Carteles de madera.

3.8. Metodología de la investigación

3.8.1. Reconocimiento del terreno

Las dimensiones del experimento se presentan de forma detallada en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Dimensiones del experimento.

Característica	Tratamiento	Bloque	Campo experimental
Cantidad	4	3	1
Número de filas	5	5	5
Número de columnas	2	8	24
Largo (m)	15	24	72
Ancho (m)	6	15	15
Área (m ²)	90	360	1 080

Cada parcela tiene un distanciamiento de 3 m entre filas y 3 m entre hileras; y están constituidas por árboles de camu camu de 7 años de edad en campo definitivo con una altura promedio de 3.48 m. En la Figura 5 se muestra la ilustración de una parcela.

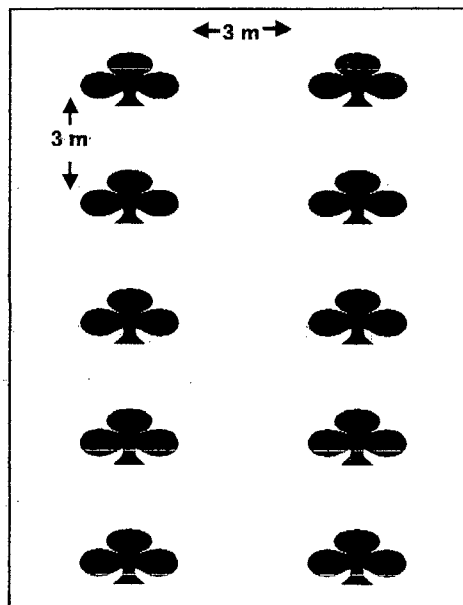


Figura 5. Dimensiones de una parcela.

3.8.2. Trabajos realizados en la parcela

Se evaluaron 10 plantas (una parcela) por tratamiento en 3 bloques, es decir, se tuvieron 30 plantas por cada tratamiento haciendo un total de 120 plantas en los 4 tratamientos, las plantas se evaluaron desde enero de 2010 hasta diciembre del mismo año con la finalidad de observar el ciclo productivo anual de los 4 clones de camu camu.

3.8.3. Componentes en estudio

- 04 clones de camu camu *Myrciaria dubia*.

3.8.4. Tratamientos en estudio

En el Cuadro 10 se muestra de forma detallada los tratamientos en estudio y su codificación respectiva.

Cuadro 10. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código de planta
T1	3B-F1
T2	E3-F7
T3	E3-F8
T4	E3-F10

3.9. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con tres bloques y cuatro tratamientos, para la comparación de

medias se utilizó la Prueba Estadística de Tukey ($\alpha=0,05$). Para el análisis del contenido de ácido ascórbico en el periodo 2005 – 2010 se utilizó un Diseño completamente al azar (DCA) con seis repeticiones y cuatro tratamientos.

3.9.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es el rendimiento del i-ésimo clon en el j-ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Es el efecto del i-ésimo clon.

β_j = Es el efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental del i-ésimo clon, en el j-ésimo bloque.

Para:

$i = 1, 2, 3$ y 4 Clones

$j = 1, 2$ y 3 Bloques

3.10. Evaluación de las variables en estudio

3.10.1. Variables de crecimiento

a. Altura de planta (m)

Se midió con wincha, desde la superficie del suelo hasta el ápice más alto de la planta. El valor de la variable correspondió al promedio de las plantas evaluadas por clon (Figura 12).

b. Número de ramas secundarias

Se realizó mediante conteo simple del número de ramas secundarias por planta a 0.5 m del suelo. Se consideró como valor de la variable al promedio de las plantas del clon evaluado.

c. Diámetro de copa (m)

Se realizaron 2 medidas en cruz, de las cuales se obtuvo un promedio que se consideró como la medida del diámetro de copa del clon evaluado.

d. Diámetro basal (cm)

Se tomó una medida con el vernier a 10 cm de la superficie del suelo. Se consideró como valor de la variable al promedio de las plantas de cada clon evaluado (Figura 13).

e. Número de semillas/fruto

Se realizó mediante conteo simple de las semillas de 50 frutos seleccionados al azar, del cual se obtuvo el valor promedio de semillas por fruto de cada clon (Figura 14).

f. Diámetro de fruto por clon (cm)

Se tomaron las medidas de 100 frutos con el vernier, de los cuales se obtuvo un promedio, el cual se consideró como el diámetro de fruto del clon evaluado. La medición se tomó de la parte central del fruto (Figura 15).

3.10.2. Variables de desarrollo

a. Crecimiento vegetativo

Las evaluaciones se realizaron mediante conteo simple del número de plantas en estado de crecimiento vegetativo presentes para cada clon, el cual se transformó a porcentaje.

b. Número de botones florales y frutos totales

Las evaluaciones se realizaron mediante conteo simple del número de botones florales y frutos totales con la ayuda de un contómetro manual. Para la variable número de botones florales, el conteo incluyó yemas florales, botones florales y flores propiamente dichas, tomándose como promedio tres flores por botón floral. Se consideraron como frutos totales a aquellos con un tamaño menor a 1 cm de diámetro manteniendo su coloración verdosa (Figura 16 y 17).

c. Número de frutos comerciales

Las evaluaciones se realizaron mediante conteo simple del número de frutos comerciales con la ayuda de un contómetro manual. Para que los frutos sean considerados como comerciales éstos debían presentar manchas rojizas y un tamaño mayor a 1 cm de diámetro (Figura 18).

3.10.3. Variables de rendimiento

a. Peso (g) de fruto por clon

Se pesaron 100 frutos seleccionados al azar, de los cuales se obtuvo un promedio que se consideró como el peso del fruto del clon evaluado (Figura 19).

b. Porcentaje peso de pulpa, cáscara y semillas

Este dato se obtuvo mediante cálculo simple de la proporción de peso de pulpa, cáscara y semillas con respecto al peso total del fruto multiplicado por 100.

c. Kilogramos de fruta/parcela (kg/parcela)

Se obtuvo mediante la multiplicación del peso promedio de fruta por clon y el número de frutos comerciales por parcela del respectivo clon.

d. Kilogramos de fruta/hectárea (kg/ha)

Se obtuvo mediante la multiplicación del peso promedio de fruta por parcela y el número de plantas por hectárea (1 112 plantas/ha a un distanciamiento de 3x3m) dividido entre 10.

e. Contenido de ácido ascórbico

Al medio día, se seleccionaron los frutos en estado de maduración pintón-maduro y se colocaron en una bolsa negra con la finalidad de evitar el daño que ocasionan los rayos solares sobre el contenido de ácido ascórbico del fruto. Luego se llevaron los frutos al laboratorio de Natura en Pucallpa en donde se realizaron los análisis respectivos. Se realizó el análisis fisicoquímico de la pulpa de camu camu siguiendo el protocolo del 2.6-Dichloroindophenol Titrimetric Method para frutas y productos de frutas de The Scientific Association Dedicated To Analytical Excellence® mediante el cual se determinó el contenido de ácido ascórbico de los clones en estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento

Como se observa en el Cuadro 11, el clon E3-F7 presenta mayor contenido de ácido ascórbico y peso de fruto, 2 111.73 mg/100g pulpa y 10.04 g, seguido por el clon E3-F10 que tiene 1 893.46 mg/100g pulpa y 9.00 g respectivamente. De acuerdo a la clasificación propuesta por IMAN (2008), el clon E3-F7 presenta frutos grandes según su diámetro (mayor de 3 cm) pero mediano según el peso de fruto (entre 8 – 12 g), debido a que este clon tiene mayor porcentaje de agua en la pulpa lo que hace que pese menos a pesar de tener mayor volumen. Con respecto al porcentaje peso de pulpa de cada clon, resaltan los clones E3-F7 con 51.20% y el E3-F8 con 48.12%. Estos valores están próximos al 50% encontrado por PINEDO *et al.* (2001).

El clon que presenta mayor porcentaje peso de cáscara es el clon 3B-F1 con 30.90%, característica que le quita ventajas con respecto a los demás clones en cuanto a rendimiento de pulpa para la venta. El que presenta mayor porcentaje de peso en semilla fresca es el clon E3-F10 con 46.89%, característica que le confiere ventajas en cuanto a obtención de semilla. Estos resultados difieren a los obtenidos por ALVES *et al.* (2002), quien encontró que la semilla representa alrededor del 19% del peso fresco del fruto. En general, los resultados encontrados por ALVES *et al.* (2002) no concuerdan con lo obtenido para los cuatro clones cuyo promedio menor es 26,28% correspondiente al clon 3B-F1.

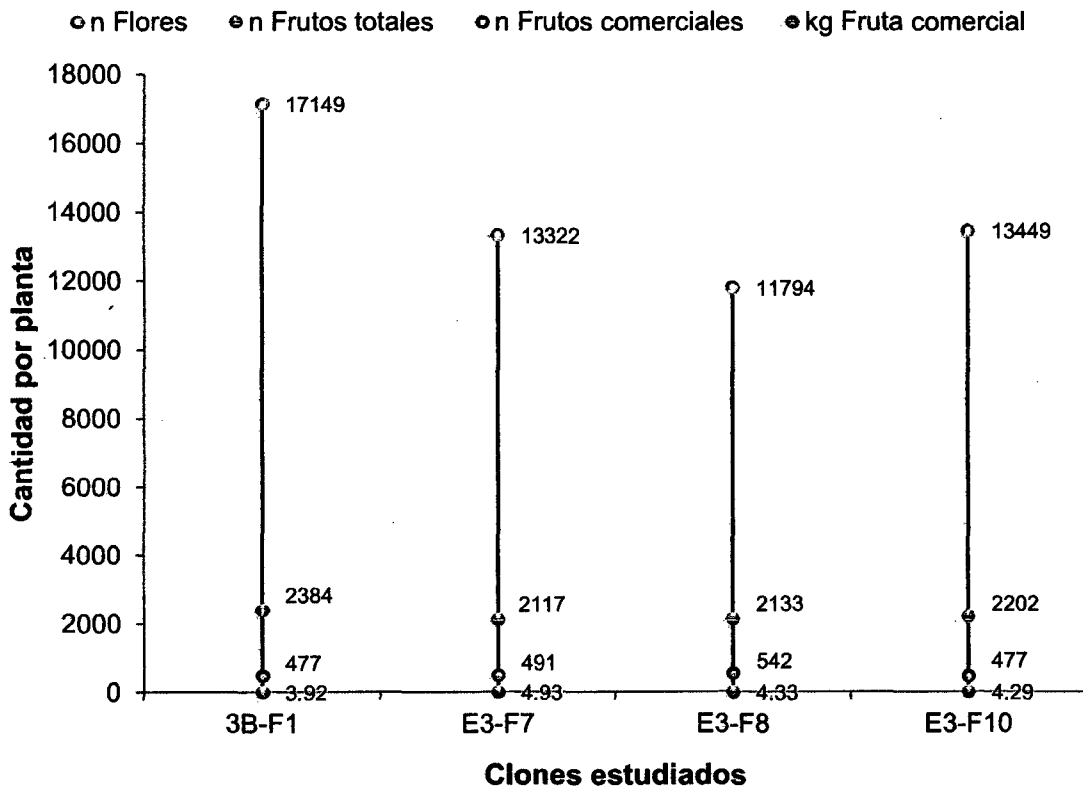
Cuadro 11. Características del fruto de cuatro clones de camu camu.

Clon	Ác. Asc. (mg/100g pulpa)	Peso de fruto (g)	% Pulpa	% Cáscara	% Semilla	Diámetro fruto (cm)
3B-F1	1 893.46	8.22	42.82	30.90	26.28	2.83
E3-F7	2 111.73	10.04	51.20	21.91	26.89	3.02
E3-F8	1 807.14	7.98	48.12	18.55	33.33	2.81
E3-F10	1 732.26	9.00	39.11	14.00	46.89	2.90

En la Figura 6 se observa el comportamiento productivo promedio de 6 años de evaluación de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10, en donde el clon 3B-F1 ha alcanzado la mayor cantidad de flores por planta; con 17 149 flores en promedio, además de alcanzar la mayor cantidad de frutos totales; 2 384 frutos equivalentes al 13.90% del total de flores emitidas por dicho clon respectivamente.

Es importante resaltar que el clon E3-F8 tiene el mayor porcentaje promedio (18.09%) de cuajado de frutos en el periodo 2005 –2010, pero al compararlo con el 27% de cuajado de frutos que mencionan PINEDO *et al.*, (2001) se puede notar que el valor obtenido es menor, esto es debido a que en los primeros años de producción el porcentaje de cuajado de frutos de estos clones fue menor, no contrastando así, a lo que mencionan PETERS y VÁSQUEZ (1986) quienes sostienen que el porcentaje de cuajado de frutos de camu camu es estable en el tiempo.

El clon con la mayor cantidad de frutos comerciales por planta es el E3-F8 con 542 frutos en promedio que equivalen al 4.60% del total de flores emitidas por dicho clon. El mayor peso de fruta comercial ha sido alcanzado por el clon E3-F7 con 4.93 kg por planta equivalente a 49.27 kg por parcela.



Fuente: OLIVA *et al.*, (2009) y propia

Figura 6. Comportamiento productivo de los cuatro clones en el periodo 2005 – 2010.

En la Figura 7 se observa el comportamiento productivo de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10 evaluados durante el año 2010, en el cual se observa que el clon 3B-F1 ha alcanzado la mayor cantidad de flores por planta, con 23 887 flores en promedio, de los cuales 4 276 lograron formar frutos

totales y 853 lograron desarrollarse en frutos comercializables, estos valores equivalen al 17.90% y 3.57% del total de flores emitidas en el año 2010 respectivamente.

El clon con el mayor porcentaje de frutos totales es el E3-F8 con 25.53% del total de flores emitidas equivalentes a 3 425 frutos totales, este valor es próximo al 27% de cuajado de frutos que mencionan PINEDO *et al.*, (2001), pero es importante mencionar que el clon 3B-F1 tiene 17.90% de cuajado de frutos en el año 2010 indicando la existencia de variabilidad en el porcentaje de cuajado de frutos de camu camu.

El mayor peso de fruta comercial ha sido alcanzado por el clon E3-F7 con 7.59 kg por planta equivalente a 75.90 kg por parcela.

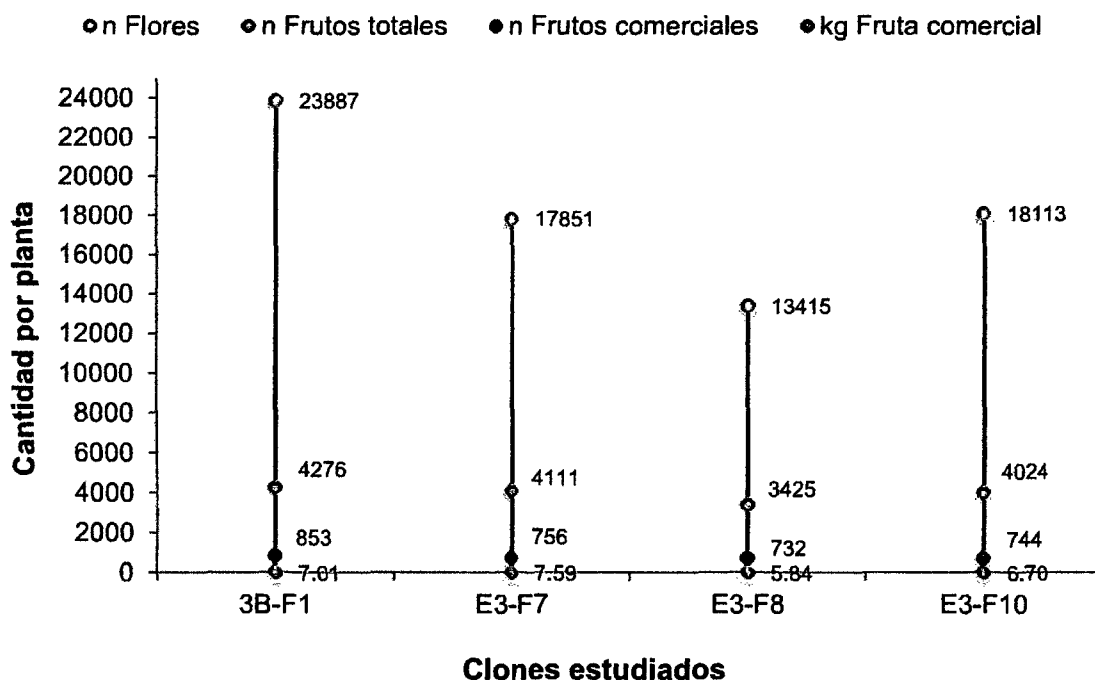
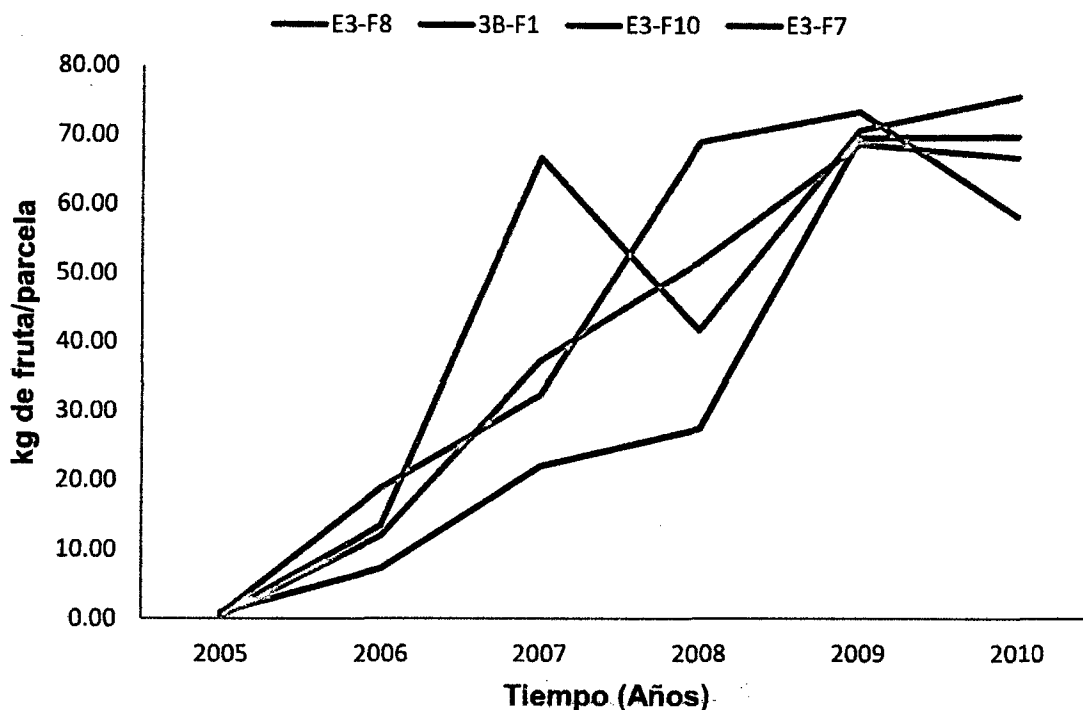


Figura 7. Comportamiento productivo de los cuatro clones en el año 2010.

Se observa en la Figura 8 que los clones E3-F7 y E3-F8 son los que presentan los más altos rendimientos de fruta comercial por parcela en el periodo 2005 – 2010. El clon E3-F7 ha tenido un incremento de 53.29 kg en el rendimiento de fruta comercial por parcela en el año 2007 superando ampliamente a los clones 3B-F1, E3-F8 y E3-F10.

A partir del año 2008, el clon E3-F7 muestra un incremento progresivo del rendimiento sugiriendo que el clon en mención aún no ha alcanzado su máxima capacidad de producción de fruta. Esto se fundamenta en lo que mencionan LÓPEZ y LINARES (2007), quienes afirman que el camu camu aumenta significativamente su producción a partir del séptimo año de edad.

En la Figura 8 se observa que los clones 3B-F1, E3-F8 y E3-F10 han tenido incrementos progresivos del rendimiento de fruta comercial por parcela desde el inicio de su producción en el año 2005 hasta el año 2009. Para el año 2010, el clon E3-F8 ha mostrado una disminución en el rendimiento de fruta comercial por parcela de 15.22 kg con respecto al año anterior, mientras que los clones 3B-F1 y E3-F10 han mantenido la producción de fruta relativamente estable. El clon E3-F7 ha incrementado su producción de fruta en 4.91 kg en el año 2010 con respecto al año anterior.



Fuente: OLIVA *et al.*, (2009) y propia.

Figura 8. Dinámica anual del rendimiento de frutos comerciales.

Según el Cuadro 12 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.05$, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento acumulado de fruta comercial por parcela de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10 en el periodo 2005 – 2010; por lo tanto existe suficiente evidencia estadística para aceptar que los cuatro clones en estudio han obtenido el mismo rendimiento acumulado de fruta comercial por parcela en el mencionado periodo. El C.V. de 11.70% indica muy buena homogeneidad en los resultados.

El clon que ha logrado alcanzar el mayor rendimiento acumulado de fruta comercial por parcela en el periodo 2005 – 2010 es el E3-F7 con 269.41 kg

seguido por el E3-F8 con 253.13 kg; por otro lado el clon con el menor rendimiento acumulado de fruta comercial por parcela es el 3B-F1 que logró alcanzar 197.59 kg en el mismo periodo.

Cuadro 12. Análisis de variancia del rendimiento acumulado de fruta comercial por parcela en el periodo 2005 – 2010.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	8 073.77	4 036.88	NS
Tratamientos	3	8 524.19	2 841.40	NS
Error experimental	6	4 701.75	783.62	
Total	11	21 299.71		
CV:		11.70%		

NS: no existe significancia estadística

Fuente: OLIVA *et al.* (2009) y propia

Según el Cuadro 13 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.05$, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de fruta comercial de los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10 en el año 2010; por lo tanto existe suficiente evidencia estadística para aceptar que los cuatro clones en estudio han obtenido el mismo rendimiento de fruta comercial en mencionado periodo. El C.V. de 10.90% indica muy buena homogeneidad en los resultados.

El clon que ha logrado alcanzar el mayor rendimiento de fruta comercial por parcela es el E3-F7 con 75.87 kg en el año 2010 seguido por el 3B-F1 con

70.07 kg; por otro lado, el clon con el menor rendimiento de fruta comercial por parcela es el E3-F8 que logró alcanzar 58.43 kg en el mismo año.

Al comparar los rendimientos del clon E3-F7 (7.59 kg de fruta/planta) con los individuos EEP-R211, EEP-R293, EEP-R164, EEP-R291, EEP-R168 y EEP-R124 (6.6 – 25.4 kg de fruta/planta) citados por PINEDO *et al.* (2001) se observa que el E3-F7 está cerca al extremo inferior de los clones mencionados en cuanto al rendimiento de fruta por planta; sin embargo es importante mencionar que el clon E3-F7 está en su menor año de producción y que además este clon solo tiene siete años de edad y seis cosechas lo que en comparación con los clones EEP-R211, EEP-R293, EEP-164, EEP-R291, EEP-R168 y EP-R124 que tienen ocho años de edad y cinco cosechas puede ser igual o superior. Esto permite presumir que en cuanto a rendimiento acumulado de fruta el clon E3-F7 sea superior a sus similares mencionados anteriormente, ya que inicia su producción al año y medio de trasplantado, tiene seis cosechas en siete años y además se espera que al siguiente año aumente significativamente la producción como lo sostienen LÓPEZ y LINARES (2007) sucede con el camu camu por ser una planta alternante o vecera.

Cuadro 13. Análisis de variancia del rendimiento de fruta comercial en el año 2010.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	1 542.43	771.21	AS
Tratamientos	3	475.92	158.64	NS
Error experimental	6	328.31	54.72	
Total	11	23 46.66		
CV:	10.90%			

AS : significancia estadística al 1% de probabilidad

NS : no existe significancia estadística

Como se observa en el Cuadro 14 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.01$, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, en el rendimiento acumulado de pulpa en kg por parcela en al menos un clon en el periodo 2005 – 2010.

Cuadro 14. Análisis de varianza del rendimiento de pulpa acumulada en el periodo 2005 – 2010.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	1 489.23	744.62	S
Tratamientos	3	5 573.90	1 857.97	AS
Error experimental	6	787.71	131.29	
Total	11	7 850.85		
CV:	10.48%			

S: significancia estadística al 5% de probabilidad.

AS: significancia estadística al 1% de probabilidad.

Fuente: OLIVA *et al.* (2009) y propia.

Según el Cuadro 15 y de acuerdo a la prueba estadística de Tukey, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias entre el E3-F7 y los clones 3B-F1 y E3-F10, con lo cual existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el clon E3-F7 fue diferente y superior a estos clones, con un rendimiento acumulado de pulpa por parcela de 137.94 kg en el periodo 2005 – 2010. En cuanto al rendimiento acumulado de pulpa por parcela en el periodo 2005 – 2010, el E3-F8 ha alcanzado un rendimiento de 121.75 kg sin encontrarse diferencias estadísticas significativas con el E3-F7. El 3B-F1 ha alcanzado el menor rendimiento acumulado de pulpa por parcela con 84.61 kg en el mismo periodo. Los resultados presentan muy buena homogeneidad con un C.V. de 10.48%.

El E3-F7 tiene mayor rendimiento de pulpa que el resto de clones debido a que posee el mayor porcentaje de pulpa en sus frutos. El E3-F7 presenta casi el mismo porcentaje de pulpa que reporta PINEDO *et al.* (2001) quien menciona que el porcentaje bordea el 50% del peso fresco sin encontrarse diferencias significativas al pulparse diferentes tamaños de fruta.

Cuadro 15. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable rendimiento acumulado de pulpa en el periodo 2005 – 2010.

Tratamientos	Promedio kg pulpa/parcela		
E3-F7	137,94	a	
E3-F8	121,80	a	b
E3-F10	92,81	b	c
3B-F1	84,61		c

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no tienen diferencias significativas

Con lo observado en el Cuadro 16 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al rendimiento de pulpa por parcela en al menos un clon en el año 2010.

Cuadro 16. Análisis de variancia del rendimiento de pulpa en el año 2010.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	319.40	159.70	AS
Tratamientos	3	281.01	93.67	S
Error experimental	6	69.95	11.66	
Total	11	670.35		

CV: 11.09%

S : significancia estadística al 5% de probabilidad

AS : significancia estadística al 1% de probabilidad

Según el Cuadro 17 y de acuerdo a la prueba estadística de Tukey, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias entre el E3-F7 y los clones E3-F8 y E3-F10, con lo que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el E3-F7 fue diferente y superior a estos clones con un rendimiento de pulpa por parcela de 38.84 kg en el año 2010.

Además, es preciso resaltar que el E3-F7 es seguido por el 3B-F1 que ha logrado alcanzar un rendimiento de pulpa por parcela de 30 kg sin encontrar diferencias estadísticas significativas entre ambos clones. El clon que ha alcanzado el menor rendimiento de pulpa por parcela es el E3-F10 con 26.20 kg en el año 2010. Los resultados presentan una muy buena homogeneidad con un C.V. de 11.09%.

Cuadro 17. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable rendimiento de pulpa en el 2010.

Tratamientos	Promedio Kg de pulpa/parcela	
E3-F7	38.85	a
3B-F1	30.00	a b
E3-F8	28.12	b
E3-F10	26.21	b

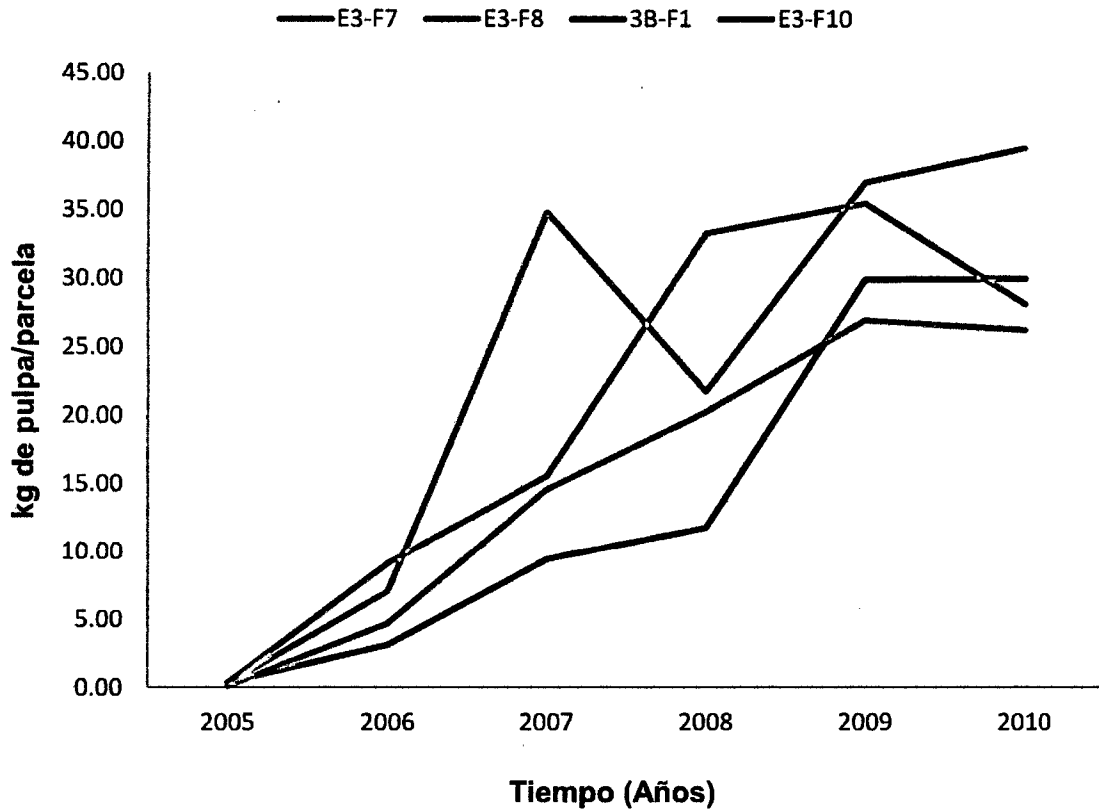
Tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no tienen diferencias significativas

La Figura 9 difiere de la Figura 8, debido a las diferencias que se presentan en cuanto al porcentaje de pulpa en la composición del fruto de los cuatro clones en estudio. Se observa que los clones E3-F7 y E3-F8 presentan los más altos rendimientos de pulpa por parcela en el periodo 2005 – 2010. El E3-F7 ha tenido un incremento de 27.76 kg en el rendimiento de pulpa por parcela en el año 2007 superando ampliamente a los clones 3B-F1, E3-F8 y E3-F10.

En el año 2010, el clon 3B-F1 ha mantenido su producción de pulpa por parcela con respecto al año anterior, los clones E3-F10 y E3-F8 han disminuido en 0.75 kg y 7.35 kg respectivamente con relación al año anterior. Asimismo, el clon E3-F7 ha incrementado su producción en 2.56 kg de pulpa por parcela.

Al observar la Figura 9 se puede apreciar que el rendimiento de pulpa del clon E3-F7 es variable, esto es normal en camu camu, ya que la planta sigue

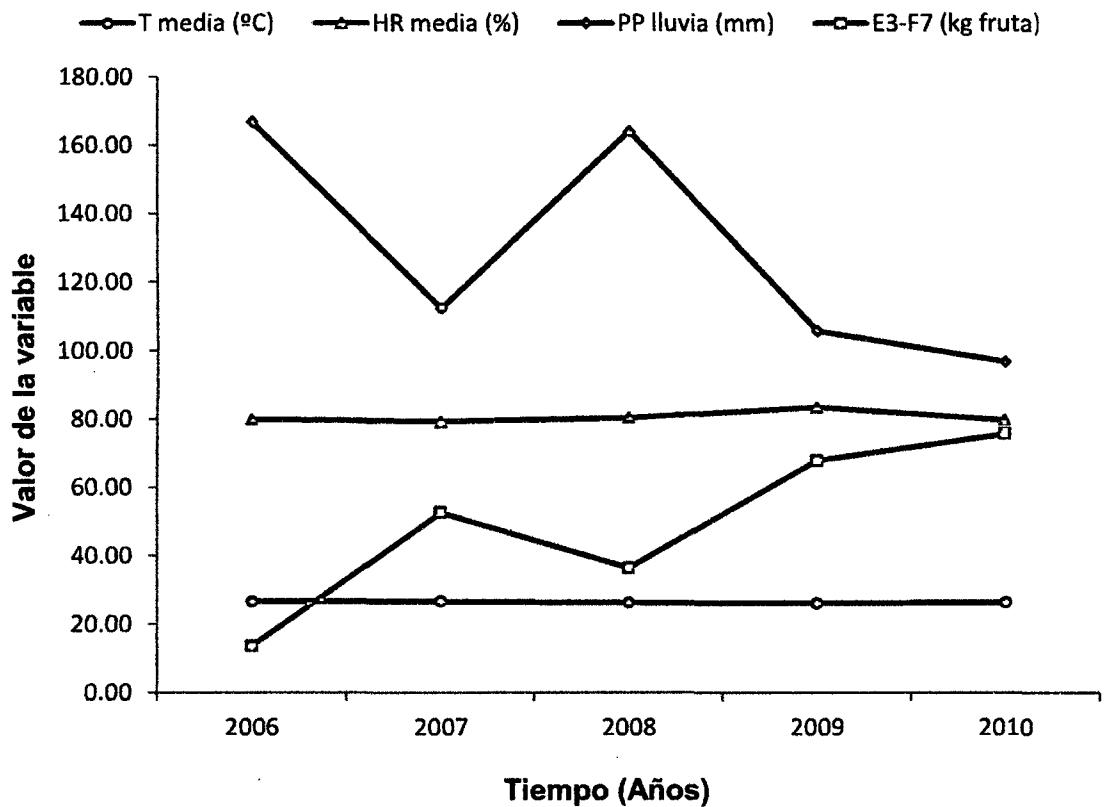
un patrón de alternancia en cuanto a producción de frutos según menciona IMAN (2008) quien sostiene que esta planta en un año produce una mayor cantidad de frutos, seguida de una baja en la próxima cosecha.



Fuente: OLIVA *et al.*, (2009) y propia.

Figura 9. Dinámica anual del rendimiento de pulpa.

De acuerdo a la Figura 10 y al analizar los datos climáticos registrados para la ciudad de Pucallpa en los años 2006 – 2010, se ha encontrado que la temperatura (°C) y la precipitación (mm) anuales no presentan diferencias significativas entre sí; mientras que la humedad relativa (%) presenta diferencias significativas entre el año 2009 con 2006, 2007 y 2010.



Fuente: www.tutiempo.com (2010), OLIVA et al. (2009) y propia

Figura 10. Rendimiento del clon E3-F7 y las condiciones climáticas de la zona.

Como se observa en la Figura 11, existe una correlación lineal negativa excelente, de -0.933, entre el rendimiento anual de fruta por parcela del clon E3-F7 y la precipitación (mm) anual, esto quiere decir que el rendimiento anual de este clon es inversamente proporcional a la precipitación anual lo que permite especular que el clon E3-F7 presenta cierta tolerancia al estrés hídrico a medida que crece y se desarrolla.

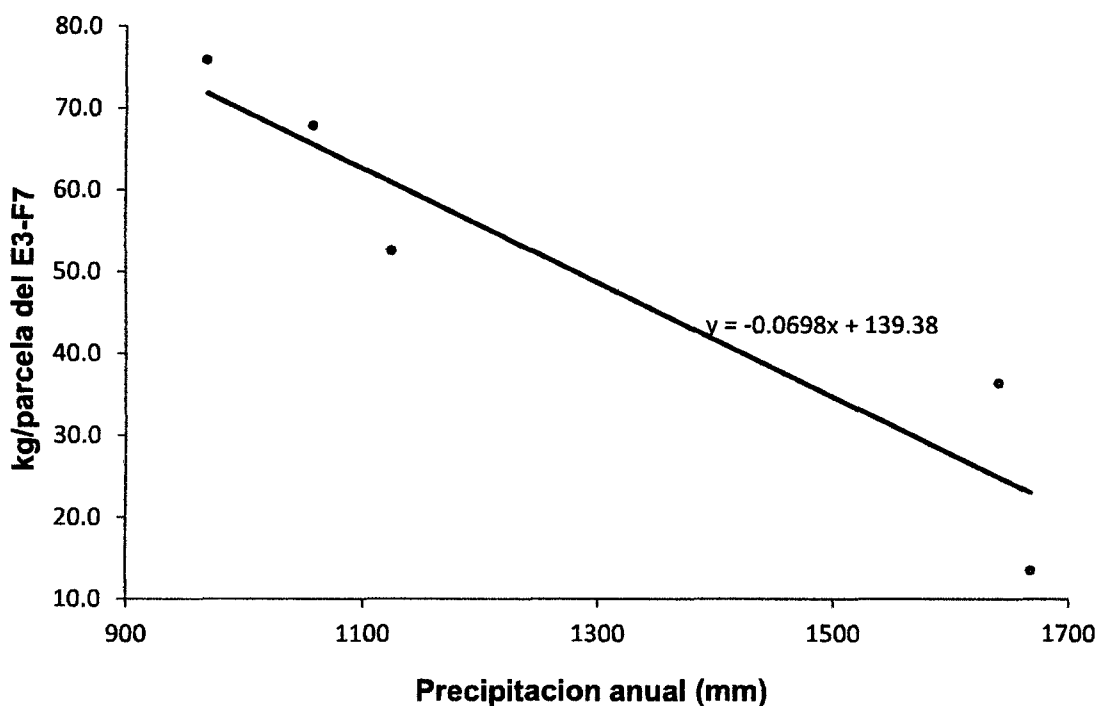


Figura 11. Regresión lineal entre el rendimiento del clon E3 - F7 y la precipitación.

Según el Cuadro 18 y de acuerdo a la prueba F del ANVA para un $\alpha=0.05$, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los clones 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10 en cuanto al contenido de ácido ascórbico en la pulpa de la fruta, esto indica que los cuatro clones en estudio presentan la misma concentración promedio de ácido ascórbico en la pulpa de la fruta.

Según se observa en el Cuadro 11, el clon con el mayor contenido de ácido ascórbico en la pulpa es el E3-F7 con 2 111.73 mg/100g de pulpa en promedio y el clon con el menor contenido de ácido ascórbico es el clon E3-F10 con 1 732.26 mg/100g de pulpa en promedio.

El E3-F7 presenta el mayor contenido de ácido ascórbico en la pulpa sin presentar diferencias estadísticas significativas con sus similares 3B-F1, E3-F8 y E3-F10 debido a que la pulpa contiene en su composición 93 – 94 g de agua/100 g de pulpa según reportan VILLACHICA (1996) y PINEDO *et al.* (2001), esto quiere decir que el contenido de ácido ascórbico no cambia en los cuatro clones mientras la cantidad de agua es el único que si lo hace.

Además los frutos de los clones se analizaron en estado pintón-maduro debido a lo que muestra PINEDO *et al.* (2001) en el Anexo 3 que los frutos pintón-maduro y maduro presentan escasa diferencia, 49 y 50% de pulpa respectivamente, por lo que es más rentable cosechar los frutos en estado pintón-maduro debido a que el fruto es menos perecible que el maduro como mencionan TORRES (2010), ARÉVALO y KIECKBUSCH (s/f-a) y tiene aproximadamente la misma cantidad de ácido ascórbico en estos dos estados.

Cuadro 18. Análisis de varianza del contenido de ácido ascórbico del periodo 2005 – 2010.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	3	485 197.30	161 732.43	NS
Error experimental	20	1 688 949.27	84 447.46	
Total	23	2 174 146.57		
CV:		12.84%		

NS: no existe significancia estadística

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009) y propia

4.2. Crecimiento

Los resultados que se muestran a continuación corresponden a los datos de las evaluaciones que se realizaron en el año 2010.

4.2.1. Altura de planta

Según se observa en el Cuadro 19 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.01$, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en cuanto a altura de planta en al menos un clon. Los resultados tienen excelente homogeneidad (C.V.=2.77%).

Cuadro 19. Análisis de varianza de la variable altura de planta.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	0.28	0.14	AS
Tratamientos	3	0.38	0.13	AS
Error experimental	6	0.06	0.01	
Total	11	0.72		

CV: 2.77%

AS: significancia estadística al 1% de probabilidad

Según el Cuadro 20 y de acuerdo a la prueba estadística de Tukey, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias entre el clon 3B-F1 y los clones E3-F7, E3-F8 y E3-F10 siendo el 3B-F1 el clon más alto con 3.75 m de altura de planta.

El clon más bajo es el E3-F7 con 3.25 m de altura de planta. Esta característica le da mayor facilidad para el manejo durante las labores culturales del cultivo. Por otro lado, con los resultados de este experimento y bajo las condiciones de la misma, el E3-F7 demuestra que no es necesario que el clon sea alto para que logre producir cantidades considerables de frutos comerciales de camu camu.

Cuadro 20. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable altura de planta.

Tratamientos	Promedio (m)		
3B-F1	3.75	a	
E3-F10	3.50	b	
E3-F8	3.42	b	c
E3-F7	3.25		c

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no tienen diferencias significativas

4.2.2. Número de ramas secundarias

Según se observa en el Cuadro 21 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al número de ramas secundarias en al menos un clon. Los resultados presentan un C.V. de 4.44% indicando excelente homogeneidad.

Cuadro 21. Análisis de varianza de la variable número de ramas secundarias.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	0.01	0.00	NS
Tratamientos	3	0.22	0.07	S
Error experimental	6	0.09	0.01	
Total	11	0.31		
CV:	4.44%			

S : significancia estadística al 5% de probabilidad

NS : no existe significancia estadística

Además, de acuerdo a la prueba estadística de Tukey del Cuadro 22, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias entre el E3-F8 y el 3B-F1, con lo que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el clon E3-F8 es diferente y superior con 2.87 ramas secundarias en promedio.

El E3-F7 es el clon con menor número ramas secundarias en promedio con 2.5 unidades, pero esta característica no le impide alcanzar los más altos rendimiento de fruta comercial. Por lo tanto, con los resultados de este experimento y bajo las condiciones de la misma, el clon E3-F7 demuestra que no se necesita poseer gran número de ramas secundarias para lograr altos rendimientos de fruta comercial como menciona IMAN (2008), quien dice que las plantas de arquitectura cónica con mayor número de ramas basales logran los más altos rendimientos de fruta. Asimismo, es preciso resaltar que una planta con ramificación intermedia, como la del clon E3-F7, es favorable en cuanto al manejo de ramas fruteras en camu camu.

Cuadro 22. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable número de ramas secundarias

Tratamientos	Promedio (unid.)		
E3-F8	2.87	a	
E3-F10	2.77	a	b
3B-F1	2.70	a	b
E3-F7	2.50		b

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no tienen diferencias significativas.

4.2.3. Diámetro de copa

Según se observa en el Cuadro 23 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias en cuanto al diámetro de copa en al menos un clon. El C.V. de 3.6% indica excelente homogeneidad de los resultados.

Cuadro 23. Análisis de varianza de la variable diámetro de copa

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	0.17	0.08	NS
Tratamientos	3	0.34	0.11	S
Error experimental	6	0.10	0.02	
Total	11	0.61		

CV: 3.60%

S : significancia estadística al 5% de probabilidad

NS : no existe significancia estadística

De acuerdo a la prueba estadística de Tukey del Cuadro 24, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias entre el clon E3-F10 y el E3-F8. Por lo tanto, existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el E3-F10 es diferente y superior con 3.9 m de diámetro de copa.

Según PETERS y VÁSQUEZ (1986) una planta con diámetro de copa de 2.0 – 3.9 m puede producir $1\ 107 \pm 147$ flores, 521 ± 72 frutos inmaduros y 403 ± 24 frutos maduros, estos resultados son inferiores al compararlo con el clon E3-F7 que tuvo el mayor rendimiento (17851 flores, 4111 frutos inmaduros y 756 frutos maduros), esto evidencia que hay avances en cuanto al mejoramiento en camu camu, por otro lado, esto permite decir que no se precisa de un diámetro de copa pronunciado para alcanzar altos rendimientos de fruta.

Los clones E3-F7 y E3-F8 son los que menores valores poseen en cuanto a diámetro de copa con 3.54 y 3.46 m respectivamente, por lo que es importante resaltar que un diámetro de copa poco pronunciado es una característica que se puede utilizar en el establecimiento de plantaciones en altas densidades.

Cuadro 24. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable diámetro de copa.

Tratamientos	Promedio (m)		
E3-F10	3.90	a	
3B-F1	3.66	a	b
E3-F7	3.54	a	b
E3-F8	3.46		b

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no tienen diferencias significativas

4.2.4. Diámetro basal

Según se observa en el Cuadro 25 y de acuerdo a la prueba F del ANVA, para un $\alpha=0.05$, se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al diámetro basal en al menos un clon.

Cuadro 185. Análisis de varianza de la variable diámetro basal.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	
Bloques	2	1.34	0.67	NS
Tratamientos	3	2.64	0.88	S
Error experimental	6	0.78	0.13	
Total	11	4.76		

CV: 4.81%

S : significancia estadística al 5% de probabilidad

NS : no existe significancia estadística

De acuerdo a la prueba estadística de Tukey del Cuadro 26, para un $\alpha=0.05$, las diferencias se presentan entre el clon 3B-F1 con E3-F8 y E3-F10 mas no con el E3-F7. Por lo que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el clon 3B-F1 es diferente y superior con 8.22 cm de diámetro basal.

Los clones 3B-F1 y E3-F7 son los que mayores valores poseen en cuanto a diámetro basal 8.22 y 7.62 cm en el año 2010, y son los que mayor rendimiento han alcanzado en cuanto a fruta comercial en este periodo; por lo tanto, con los resultados de este experimento y bajo las condiciones de la misma, los clones 3B-F1 y E3-F7 permiten especular que el diámetro basal está directamente asociado al rendimiento de fruta tal como lo mencionan PETERS y VASQUEZ (1986) quienes encontraron que la producción de flores, frutos inmaduros y frutos maduros aumentan de forma exponencial al incremento en diámetro del tallo del camu camu.

Cuadro 26. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable diámetro basal.

Tratamientos	Promedio (cm)	
3B-F1	8.22	a
E3-F7	7.62	a b
E3-F8	7.37	b
E3-F10	6.92	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no tienen diferencias significativas.

4.3. Desarrollo

4.3.1. Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo de los 4 clones en promedio se inicia en agosto y se extiende hasta marzo del año siguiente, los meses más expresivos son septiembre y diciembre. Es preciso mencionar que en diciembre de 2009 y 2010 se alcanzó el máximo porcentaje promedio de plantas en estado de crecimiento vegetativo con 88.33 y 70% respectivamente.

En consecuencia, cabe mencionar que se observó caída progresiva de las hojas en el 100% de los clones, luego de la cosecha de los frutos, pero en ninguna de las evaluaciones se observó que alguno de los clones presente defoliación total, demostrando que los clones presentan la condición de perennifolia tal como describen a la planta de camu camu IMÁN (2008); y MAUÉS y COUTURIER (2002).

4.3.2. Botones florales o flores

La emisión de botones florales o flores de los 4 clones en promedio se inicia en octubre y se extiende hasta agosto del año siguiente, los meses más expresivos son marzo y abril, resultados que difieren a los que presenta VILLACHICA (1996) quien menciona que en plantaciones naturales con inundación la emisión de flores se manifiesta en los meses de septiembre y octubre, pero si concuerdan con lo mencionado para plantaciones artificiales con buen drenaje alejado de las inundaciones. Esto quiere decir que los clones

en estudio se comportan como plantación artificial con buen drenaje a pesar de encontrarse bajo condiciones de naturales de inundación periódica.

También, es preciso mencionar que los periodos de mayor emisión fueron; abril de 2009 con 1 070.73 botones florales (3 212.19 flores) y marzo de 2010 con 2 375.37 botones florales (7 126.11 flores) en promedio.

4.3.3. Frutos totales o inmaduros

La formación de frutos inmaduros se inicia en marzo y se extiende hasta agosto, los meses más expresivos son abril y mayo. Es preciso mencionar que la mayor formación de frutos se dio en mayo de 2009 con 1166.13 frutos inmaduros y en marzo de 2010 con 1 396.81 frutos inmaduros en promedio, siendo los meses de mayor emisión marzo, abril y mayo. Los resultados encontrados no concuerdan con lo mencionado por VILLACHICA (1996) quien dice que la fructificación en plantaciones naturales se manifiesta entre diciembre y febrero, y en plantaciones artificiales entre junio y julio, pero puede decirse que los clones en estudio muestran periodo de fructificación intermedio (marzo, abril y mayo) entre una plantación natural y una artificial.

4.3.4. Frutos comerciales

La formación de frutos comerciales de los cuatro clones en promedio se inicia en abril y termina en diciembre, los meses más expresivos son diciembre y julio alternando cada año. En diciembre de 2009 se formaron 349.58 frutos comerciales y en julio de 2010 se formaron 213.51 frutos

comerciales en promedio. El fenómeno de alternancia mencionado por IMÁN (2008) es confirmada con este trabajo, en el año 2009 se produjo más frutos comerciales que en el año 2010. Es importante resaltar que la mayor producción de frutos se lleva a cabo en los meses menos lluviosos como lo menciona VILLACHICA (1996) para plantaciones naturales y el periodo concuerda con LÓPEZ y LINARES (2007) quienes mencionan a julio y diciembre como épocas pico de cosecha para plantaciones artificiales. Esto quiere decir que los clones en estudio se están comportando como plantaciones intermedias entre las plantaciones naturales y artificiales con respecto a la época de cosecha de frutos.

V. CONCLUSIONES

1. 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.
2. Los cuatro clones presentan, estadísticamente hablando, el mismo contenido de ácido ascórbico en la pulpa del fruto, pero numéricamente el clon E3-F7 exhibió el mayor valor con 2 111.73 mg/100g de pulpa.
3. El clon E3-F7 produjo los frutos más grandes con 3.02 cm de diámetro de fruto y tuvo el mayor porcentaje peso de pulpa con 51.20%.
4. El clon E3-F7 es el más bajo con 3.25 m de altura, menor número de ramas con 2.5 unidades por planta, menor diámetro de copa con 3.54 m y es el clon con el mayor rendimiento.
5. El crecimiento vegetativo en los cuatro clones es más expresivo en septiembre y diciembre, la emisión de flores en marzo y abril, la formación de frutos en abril y mayo, y la cosecha de frutos comerciales en julio y diciembre.

VI. RECOMENDACIONES

1. Propagar vegetativamente el clon E3-F7 con la finalidad de obtener material superior en cantidad suficiente para poder distribuirse a los productores de camu camu de la región.
2. Investigar la densidad de siembra adecuada para el clon E3-F7 propagadas mediante cámaras de subirrigación de modo que se aproveche al máximo las características de crecimiento de este clon.
3. Identificar individuos con altos rendimiento que posean épocas de cosecha atípicas que permitan darle flexibilidad a la oferta de camu camu a través del año.

VII. RESUMEN

Las evaluaciones se ejecutaron de enero a diciembre de 2010, la parcela se encuentra en el caserío San Juan de Yarinacocha, en el distrito Yarinacocha cuyas coordenadas UTM son 9 080 006 N y 543 803 E. Las características climáticas fueron 968,54 mm de precipitación, 79.9 % de humedad relativa y 26.39 °C de temperatura anuales para el 2010. Los cuatro clones en estudio responden a los códigos 3B-F1, E3-F7, E3-F8 y E3-F10, de los cuales el clon E3-F7 fue el que alcanzó el más alto rendimiento con 49.28 kg de fruta comercial/parcela-año equivalente a 5.48 t de fruta comercial/parcela-año en el periodo 2005 – 2010 y 75.87 kg de fruta comercial/parcela-año equivalente a 8.44 t de fruta comercial/ha-año en el 2010 sin presentar diferencias estadísticas significativas con los demás clones en los mismos periodos evaluados. Las diferencias se tornan significativas al analizar el contenido de pulpa de cada clon, el E3-F7 tuvo el más alto rendimiento en cuanto a producción acumulada de pulpa con 137.94 kg pulpa/parcela equivalente a 2,56 t de pulpa/ha-año en el periodo 2005 – 2010 y 38.84 kg de pulpa/parcela-año equivalente a 4.32 t pulpa/ha-año en el 2010. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de ácido ascórbico de la pulpa de los clones, pero es el E3-F7 el que ha alcanzado el valor más alto con 2 111.73 mg/100g de pulpa. Por otro lado, el E3-F7 es el clon de menor estatura (3.25 m de altura), con el menor número de ramas secundarias (2.5 unidades/planta) y el menor diámetro de copa (3.54 m), pero con el mayor rendimiento de fruta. El crecimiento vegetativo en los cuatro clones es más

expresivo en septiembre y diciembre, la emisión de flores en marzo y abril, la formación de frutos en abril y mayo, y la cosecha de frutos comerciales en julio y diciembre.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ABANTO, C.; ZUMAETA, D.; AGUIRRE, O.; PAIFA, M. y SALDAÑA, W.
2010. Planilla de evaluación del Proyecto CAMUGEN: Manejo de cuatro clones de camu camu arbustivo (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Pucallpa, Perú. 13 pág.
2. ALVES, R.; FILGUEIRAS, H.; MOURA, C.; ARAÚJO N. y ALMEIDA.
2002. Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): A Rich Natural Source of Vitamin C. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 46. p 11-13.
3. ARÉVALO, R. y KIECKBUSCH, T. s/f-a. Concentración de ácido ascórbico en frutos de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) provenientes de diferentes regiones de São Paulo. Universidad Estadual de Campinas, Brasil. 7 pág.
4. ARÉVALO, R. y KIECKBUSCH, T. s/f-b. Tiempo de vida útil de la fruta de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. (Mc Vaugh)) almacenado a diferentes condiciones. Universidad Estadual de Campinas. Sao Paulo, Brasil. 8 pág.
5. CALZADA, J. 1980: 143 frutales nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 320 p.
6. DOSTERT, N.; ROQUE J.; BROKAMP, G.; CANO, A.; LA TORRE, M.; WEIGEND, M. 2009. Factsheet: Datos botánicos de camu camu. Lima - Perú. 10 pág.

7. FERREYRA, R. 1959. El camu camu nueva fuente natural de vitamina C. Informe Mensual. Estación Experimental Agrícola La Molina. Año 33. N° 385. p. 1-4.
8. GUTIERREZ-ROSET A. y CORNEJO C. 2003. Cartilla para la propagación de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) mediante injerto. Fondo de las Américas - Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 17.
9. IMAN, S. 2008. Caracterización y evaluación morfoagronómica de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* Mc Vaugh. Iquitos. 8 pág.
10. INGA, H.; PINEDO, M., DELGADO C., LINARES C., MEJÍA K. 2001. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* Mc Vaugh (H.B.K.) camu camu. Folia Amazónica 12 (1-2). Iquitos. p 99 - 106.
11. LOPEZ, A. y LINARES, C. 2007. Cultivo de camu camu en suelos aluviales de Ucayali. Pucallpa - Perú. 31 pág.
12. MAUÉS, M. y COUTURIER, G. 2002. Biología floral e fenología reproductiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, V. 25 (4). p. 441 - 448.
13. MENDOZA, O., PICÓN, C., GONZALES, J. 1989. Informe de la expedición de recolección de germoplasma de camu camu (*Myrciaria dubia*) en la Amazonía peruana. Informe Técnico N° 11. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 19 p.

14. MENDOZA, A.; ANGUIZ, R. 2001. El camu camu *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh: Situación Actual y Perspectiva de Mejoramiento Genético. UNALM/IIAP. 18 p.
15. OLIVA, C.; VARGAS, V. y LINARES, C. 2005. Selección de plantas madres promisorias de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu camu arbustivo, en Ucayali-Perú. Iquitos, Perú. Folia Amazónica 14 (2). p. 85 - 89.
16. OLIVA, C. 2006. Variabilidad del contenido de ácido ascórbico y selección de plantas madres en camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, en Pucallpa, Perú. IIAP - Programa de Investigación en Ecosistemas Terrestres. Iquitos, Perú. p. 63.
17. OLIVA, C.; LOPEZ, A.; CORNELIUS, J.; YUYAMA, K.; DEON, M.; ALEGRE, J.; VARGAS, V.; CARBAJAL, C. 2006. Sistemas de plantación y mejora genética de camu camu arbustivo en Ucayali. Programa de Investigación en Ecosistemas Terrestres. p. 59.
18. OLIVA, C.; SALES, F. y PAIFA, M. 2009. Planilla de evaluación del Proyecto CAMUGEN: Manejo de cuatro clones de camu camu arbustivo (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Pucallpa, Perú. 65 pág.
19. PETERS, C. y VASQUEZ, A. 1986. Estudios ecológicos de camu camu (*Myrciaria dubia*) Producción de frutos en poblaciones naturales. p. 87 - 102.
20. PINEDO, M.; RIVA, R.; RENGIFO, E.; DELGADO, C.; VILLACRES, J.; GONZALES, A.; INGA, H.; LOPEZ, A.; FARROÑAY, R.; VEGA, R.

- Y LINARES, C. 2001. Sistema de producción de camu camu en restinga. IIAP - Programa de Investigación en Ecosistemas Terrestres: Proyecto Bioexport - camu camu. Iquitos, Perú. 139 pág.
21. RENGIFO, E. 2009. Monografía del cultivo camu camu *Myrciaria dubia* (H.B. K) Mc Vaugh. p. 4 - 5.
 22. TORRES, V. 2010. Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (*Psidium guajava* L.), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). Escuela Politécnica Nacional: Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito - Ecuador. 121 pág.
 23. VÁSQUEZ, A. 2000. El camu camu: Cultivo, Manejo e Investigaciones. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 218 p.
 24. VILLACHICA, H. 1993. Camu camu: Un Nuevo Cultivo para la Amazonía Peruana. Fundeagro. Revista del Agro. Año 2 (25): 7-9. Lima. Perú.
 25. VILLACHICA, H. 1996. El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en la Amazonía peruana. Lima, Perú.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Época de floración y maduración del camu camu de acuerdo a su ubicación geográfica.

Río o Zona	Tipo de camu camu (meses)	Época de floración (meses)	Época de maduración (meses)
Río Ucayali			
Supay-Sahua	Arbustivo	Set.-Oct.	Nov.-Ene
Iricahua	Arbóreo	Feb.-Mar.	Abr.-May.
Caño Supay	Arbóreo	Feb.-Mar.	Abr.-May.
Zona de Contamana	Arbóreo	Set.-Oct.	Ene.-Feb.
Zona de Pucallpa	Arbóreo	Ago.-Set.	Dic. Ene.
Tapiche	Arbustivo	Set.-Oct.	Nov.-Ene
Río Amazonas			
Yarapa-Cocha-Uvos	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Tahuayo	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Nanay	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Pituyacu	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Itaya	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Ampiyacu	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Apayacu	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Quebrada de Pochana	Arbustivo	Oct.-Nov.	Ene.-Feb.
Manití	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Oroza	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Río Marañón			
Samiria	Arbóreo	Oct.-Nov.	Ene.-Feb.
Queb. Yanayacu	Arbóreo	Oct.-Nov.	Ene.-Feb.
Queb. Pahuachira	Arbóreo	Oct.-Nov.	Ene.-Feb.
Río Napo			
Fco. de Orellana	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Caño Boyador	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.
Núñez cocha	Arbustivo	Set.-Oct.	Dic. Ene.

Fuente: VILLACHICA (1986).

Anexo 2. Contenido de Vitamina C en frutos de camu camu de población natural y plantación.

Muestra	Vit. C (mg)¹	Autor	Año
Población natural	2 089	Ministerio de Salud	1957
Población natural	2 000	Ferreyra	1959
Población natural	2 780	Ministerio de Salud	1957
Población natural	2 994	INCAP-ICNND	1961
Población natural	1 950	Whitman	1974
Población natural	2 695	García, J.	1995
Población natural	1 770	Pineda, M. IIAP	1999
Población natural	1 452	Pinedo, M. IIAP Pinedo, M.	1999
Población natural	1 230	IIAP	
Promedio	2 106		
Mínimo	1 230		
Máximo	2 994		
Desviación Estándar	605.56		
Plantación	3 079	Vega, R. IIAP	2000
Plantación	2 625	Ninahuanca, O.	1995
Plantación	2 260	Ninahuanca, O.	1995
Plantación	1 472	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Plantación	1 222	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Plantación	967	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Plantación	1 111	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Plantación	900	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Plantación	877	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Plantación	977	Pinedo, M. IIAP ²	2000
Promedio	1 549		
Mínimo	877		
Máximo	3 079		
Desviación Estándar	806.06		

Fuente: PINEDO *et al.* (2001).

1 mg de ácido ascórbico total / 100gr de pulpa comestible.

2 Plantación de la Empresa CAMPFOR S.R.L. Iquitos.

Anexo 3. Factores nutritivos con relación a la madurez del fruto.

Nutrientes	Verde	Pintón	Maduro	Procedencia	Autor
Vitamina C	864	964	970	Río Nanay (*)	Zapata
(mg/100g)					(1993)
	2 620.40	2 775.84	2 690.55		García
					(1995)
	924.28	1 432.14	1 421.42	Plantación	IIAP (2000)
		1 521.13	1 816.90	Río Yavari	IIAP (2000)
	785.72	814.28		Lago Supay	IIAP (2000)
	1 755	1 973	2 011	Río Nanay	Roca (1965)
	2 224	2 373	2 473	Río Itaya	Roca (1965)
	1 926	2 036	2 302	Río Morona	Roca (1965)
	1 300		1 100	Lago Supay	Vásquez
					(2000)
Promedio (**)	1 647.86	1 846.48	1 973.55		
Serina	299	371	637	(*)	Zapata
(mg/Kg)					(1993)
Valina mg/Kg)	99	168	316	(*)	Zapata
					(1993)
Potasio	532	600	711	(*)	Zapata
mg/Kg)					(1993)

Fuente: PINEDO *et al.* (2001).

(*) Análisis luego de dos años de congelamiento a -30°C.

(**) El promedio no incluye los valores encontrados por Zapata (1993).

Anexo 4. Planilla de evaluación de las variables de crecimiento en el año 2010.

Código de clon	Parcela	Altura de planta (m)	Nº ramas (unid.)	Diámetro de copa (m)	Diámetro basal (cm)
E3-F8	1	3.379	6.2	3.648	8.01
E3-F8	2	3.377	2.8	3.502	7.75
E3-F8	3	3.494	2.9	3.232	6.36
3B-F1	1	3.602	5.4	3.785	8.54
3B-F1	2	3.592	2.5	3.662	8.04
3B-F1	3	4.053	2.5	3.537	8.07
E3-F10	1	3.454	2.9	4.220	7.14
E3-F10	2	3.347	2.7	3.756	7.03
E3-F10	3	3.700	2.7	3.738	6.58
E3-F7	1	3.216	2.6	3.557	8.01
E3-F7	2	3.027	2.9	3.496	7.44
E3-F7	3	3.517	2.6	3.570	7.42

Anexo 5. Planilla de evaluación de la variable contenido de ácido ascórbico en el periodo 2005 – 2010.

Año	E3-F8	3B-F1	E3-F10	E3-F7
2005	1392.50	2243.28	1557.82	1832.02
2006	1973.70	2039.50	1776.30	2434.20
2007	2002.91	1835.76	1766.15	2339.88
2008	1593.80	1656.30	1562.50	2125.00
2009	1590.90	1640.90	1391.80	1836.30
2010	2289.00	1945.00	2339.00	2103.00

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009) y propia.

Anexo 6. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2005.

Código Clon	Repetición/ Bloque	Setiembre 2005				Octubre 2005				Noviembre 2005				Diciembre 2005			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	549	348	0	30	155	314	0	20	446	4	83	20	1163	217	10
E3-F8	2	30	351	269	0	30	0	205	0	10	1222	0	63	20	411	87	33
E3-F8	3	10	278	84	0	30	0	146	0	40	873	0	68	20	332	144	2
3B-F1	1	10	1895	17	0	70	427	187	0	70	85	24	125	10	3559	102	4
3B-F1	2	10	573	9	0	60	382	63	0	50	592	0	42	10	2729	170	0
3B-F1	3	50	159	3	0	90	0	1	0	60	590	0	1	40	2313	0	0
E3-F10	1	60	0	218	0	80	4	28	0	40	1446	0	1	10	1625	72	11
E3-F10	2	20	389	10	0	40	0	58	0	30	972	0	48	30	456	107	11
E3-F10	3	50	49	67	0	80	0	12	0	60	240	0	5	10	350	10	1
E3-F7	1	0	205	214	0	30	79	27	0	70	130	1	17	10	3071	60	2
E3-F7	2	0	395	54	0	40	0	60	0	60	78	0	16	30	1013	31	40
E3-F7	3	10	317	102	0	40	82	68	0	40	659	97	57	10	866	119	2

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 7. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2006.

Código Clon	Repetición/ Bloque	Enero 2006				Febrero 2006				Marzo 2006				Abril 2006				Mayo 2006				Junio 2006			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	10	1479	97	0	0	496	1558	787	0	1375	694	0	0	1330	839	0	0	886	909	0	0	1244	332	690
E3-F8	2	0	1707	703	0	30	962	1886	269	0	638	582	0	0	1223	569	0	0	1635	628	0	0	1613	152	419
E3-F8	3	20	2151	289	0	10	1035	722	210	10	607	420	0	10	507	325	0	0	978	349	0	0	964	87	260
3B-F1	1	10	935	112	0	30	1323	3582	66	20	360	708	0	30	402	392	0	10	1450	130	0	10	4057	119	78
3B-F1	2	20	1870	128	0	50	1190	2645	232	20	364	415	0	20	562	340	0	20	1364	132	0	10	1692	30	80
3B-F1	3	0	2501	106	0	50	4930	492	57	10	546	497	0	10	1200	501	0	10	665	209	0	10	450	240	147
E3-F10	1	0	837	491	0	10	2043	2620	492	10	961	506	0	0	2574	819	0	0	1156	1043	0	0	783	581	647
E3-F10	2	0	382	161	0	40	1687	3111	155	20	599	196	0	10	638	336	0	30	972	244	0	20	957	156	137
E3-F10	3	20	578	96	0	40	760	171	0	0	736	256	0	0	1274	517	0	0	1074	490	0	0	544	368	256
E3-F7	1	10	760	104	0	30	3385	1032	346	10	911	438	0	10	2116	818	0	10	2303	764	0	10	1586	573	422
E3-F7	2	20	815	180	0	40	1612	392	353	20	659	501	0	0	1274	815	0	0	1648	370	0	0	1223	332	221
E3-F7	3	30	295	80	0	20	1246	300	259	10	1025	149	0	10	1778	1005	0	0	1677	594	0	0	820	735	298

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 8. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2006 (Cont.).

Código Clon	Repetición/ Bloque	Julio 2006				Agosto 2006				Setiembre 2006				Octubre 2006				Noviembre 2006				Diciembre 2006			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	2618	454	114	0	3310	342	248	0	1310	339	196	0	495	1100	74	0	911	93	469	20	1163	217	10
E3-F8	2	0	6731	772	214	0	8048	350	610	0	1123	595	157	0	356	1252	163	10	390	75	969	20	411	87	33
E3-F8	3	0	4442	368	51	0	5580	109	312	0	923	329	65	0	377	799	127	0	527	103	669	20	332	144	2
3B-F1	1	0	3259	625	145	0	2024	865	201	0	669	68	384	40	330	264	2	50	590	37	153	10	3559	102	4
3B-F1	2	0	2807	239	165	0	1197	847	125	0	838	242	277	0	853	413	109	40	793	51	128	10	2729	170	0
3B-F1	3	0	1114	12	117	0	1298	8	116	20	504	8	13	40	255	236	9	20	450	0	58	40	2313	0	0
E3-F10	1	0	2214	284	116	0	3746	99	178	0	6910	61	56	0	224	1467	9	10	112	70	705	10	1625	72	11
E3-F10	2	10	2297	112	123	0	2802	337	138	0	2140	244	59	0	896	815	98	10	393	68	468	30	456	107	11
E3-F10	3	0	901	56	53	0	1106	36	82	0	481	50	18	0	50	315	15	0	116	0	174	10	350	10	1
E3-F7	1	0	1157	316	317	0	853	556	314	0	534	278	172	10	283	306	57	30	431	102	89	10	3071	60	2
E3-F7	2	0	920	241	133	0	815	507	199	0	771	187	152	0	411	409	58	0	265	51	104	30	1013	31	40
E3-F7	3	0	920	238	96	0	939	211	95	0	506	164	160	0	324	335	51	20	251	0	98	10	866	119	2

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009)

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 9. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2007.

Código Clon	Repetición/ Bloque	Enero 2007				Febrero 2007				Marzo 2007				Abril 2007				Mayo 2007				Junio 2007			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	1515	1143	62	0	4754	396	840	0	412	2421	47	0	3574	497	564	0	3222	1320	27	0	592	2970	410
E3-F8	2	0	857	266	83	10	3635	226	257	10	2890	1500	71	0	10989	1454	108	0	3811	5837	27	0	288	4620	247
E3-F8	3	10	344	425	36	0	1458	50	335	10	521	888	7	0	9734	292	32	0	3581	4142	10	0	310	3424	1090
3B-F1	1	20	2735	1722	0	20	2539	121	689	20	695	1535	27	0	9417	198	151	0	1513	3251	15	0	230	894	1197
3B-F1	2	10	360	1076	4	20	1706	78	457	20	723	1170	1	0	9601	139	52	0	3205	4532	14	0	30	1961	1101
3B-F1	3	40	323	1272	7	20	1985	8	567	10	3365	715	0	0	7208	599	90	0	2313	3072	30	0	54	1164	406
E3-F10	1	0	2172	862	10	10	3125	547	591	10	1763	1340	107	0	8039	806	287	0	5881	2955	176	0	630	4510	2306
E3-F10	2	20	863	303	9	10	1417	273	208	10	2491	695	35	0	5204	1118	70	0	5340	2245	115	0	460	3379	130
E3-F10	3	10	446	209	34	0	2168	181	116	10	4443	505	3	0	4704	1148	69	0	2643	2077	37	0	37	2096	276
E3-F7	1	0	1830	1741	12	0	4044	671	788	0	3290	1447	138	0	14544	646	211	0	3027	6937	21	0	290	1884	3646
E3-F7	2	20	1557	491	7	30	2706	780	391	0	1196	1581	119	0	9608	205	127	0	2665	4868	18	0	68	1739	3340
E3-F7	3	0	802	592	16	0	3555	191	456	10	4184	1107	4	0	4844	1164	22	0	3217	2415	62	0	87	2277	310

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 10. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2007 (Cont.).

Código Clon	Repetición/ Bloque	Julio 2007				Agosto 2007				Septiembre 2007				Octubre 2007				Noviembre 2007				Diciembre 2007			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	540	1985	1242	0	4036	278	170	10	2133	2009	24	0	1724	951	685	0	1487	1679	133	20	1163	217	10
E3-F8	2	0	1834	2624	880	0	1712	448	211	30	1713	835	98	30	428	690	222	30	695	906	64	20	411	87	33
E3-F8	3	0	982	497	2016	40	2291	532	70	30	200	1336	45	20	834	362	72	20	750	460	163	20	332	144	2
3B-F1	1	0	428	253	958	40	1944	131	22	40	3484	700	81	40	642	1689	62	40	1660	1167	94	10	3559	102	4
3B-F1	2	0	265	424	804	30	7335	165	84	30	3770	3528	48	30	948	1167	170	30	575	1611	175	10	2729	170	0
3B-F1	3	0	253	203	656	20	1067	82	29	30	769	13	20	40	255	362	5	40	570	372	20	40	2313	0	0
E3-F10	1	0	895	1863	2027	10	847	344	231	10	4624	210	101	0	2684	1489	40	10	983	2321	136	10	1625	72	11
E3-F10	2	0	1110	2007	689	20	1622	440	333	20	1813	972	82	20	1508	1605	107	20	570	1532	469	30	456	107	11
E3-F10	3	0	472	277	796	10	831	105	54	20	1277	353	0	20	538	460	92	20	0	819	43	10	350	10	1
E3-F7	1	0	87	419	2506	0	221	28	113	30	1379	67	35	30	2112	696	12	30	380	1593	18	10	3071	60	2
E3-F7	2	0	145	275	1615	10	330	67	101	40	1132	121	0	40	542	282	23	50	810	663	21	30	1013	31	40
E3-F7	3	0	455	508	1257	0	795	42	99	20	688	198	12	20	750	320	125	20	370	691	57	10	866	119	2

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009)

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 11. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2008.

Código Clon	Repetición/ Bloque	Enero 2008				Febrero 2008				Marzo 2008				Abril 2008				Mayo 2008				Junio 2008			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	10	7512	1705	113	0	496	1558	787	10	4216	6518	625	0	4850	1598	17	0	14463	8660	1360	0	4520	2420	381
E3-F8	2	30	3010	775	7	30	962	1886	269	10	5670	7025	170	0	12930	1323	0	0	7195	4499	1121	0	8495	6260	280
E3-F8	3	20	1897	450	11	10	1035	722	210	30	18159	1394	90	0	6760	1268	0	0	2222	9197	608	0	7960	3405	280
3B-F1	1	40	18315	895	13	30	1323	3582	66	0	29707	273	0	0	12085	1145	0	0	24139	21319	132	0	5510	4381	62
3B-F1	2	60	5180	459	8	50	1190	2645	232	10	37102	1047	0	10	9700	930	0	0	4156	17918	342	0	12285	2750	103
3B-F1	3	30	8318	265	3	50	4930	492	57	0	33120	418	0	0	8570	1000	65	0	1824	17940	148	0	3120	3925	240
E3-F10	1	10	11555	800	146	10	2043	2620	492	0	16955	5559	45	0	2485	2960	60	0	18835	12254	1885	0	3300	1550	466
E3-F10	2	40	9140	623	23	40	1687	3111	155	0	20328	2773	202	0	2052	818	14	0	11343	12748	525	0	9935	1053	255
E3-F10	3	50	633	0	6	40	760	171	0	0	35646	2201	70	0	7260	1377	7	0	2506	19634	607	0	3205	3460	568
E3-F7	1	20	4042	615	82	30	3385	1032	346	40	7600	4566	176	0	11495	4060	174	10	16912	5274	811	0	1485	5410	473
E3-F7	2	40	2110	855	33	40	1612	392	353	30	19554	3328	230	0	10122	1966	95	0	15266	11805	867	0	2420	5052	422
E3-F7	3	30	1037	538	16	20	1246	300	259	30	18550	2158	90	0	7855	1637	55	10	8726	8825	392	0	2100	3615	412

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 12. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2008 (Cont.).

Código Clon	Repetición/ Bloque	Julio2008				Agosto2008				Septiembre2008				Octubre2008				Noviembre2008				Diciembre2008			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	5885	2365	197	0	8465	2395	18	0	20	8012	1010	0	1430	55	6046	0	1948	0	1249	20	1163	217	10
E3-F8	2	0	4550	6418	440	0	2988	3149	192	0	0	2636	1123	20	1720	0	1745	20	1630	0	132	20	411	87	33
E3-F8	3	0	3515	6233	60	0	1322	3652	111	0	50	936	2254	10	2845	0	593	10	2438	0	94	20	332	144	2
3B-F1	1	0	5483	2902	945	0	1578	4490	136	0	0	4500	441	30	860	0	2648	40	1785	0	264	10	3559	102	4
3B-F1	2	10	10845	5190	465	10	1838	8015	17	10	0	3940	1077	40	298	0	835	50	365	0	132	10	2729	170	0
3B-F1	3	0	1880	1868	613	0	4892	475	58	0	0	3199	204	10	80	0	662	50	370	0	47	40	2313	0	0
E3-F10	1	20	2680	2612	175	20	6430	842	48	20	170	5479	365	20	2740	148	2682	20	4925	0	618	10	1625	72	11
E3-F10	2	0	4950	4100	86	0	6015	3171	148	0	0	4118	1465	20	2685	0	1355	20	4792	0	275	30	456	107	11
E3-F10	3	0	2450	1920	31	0	2770	854	105	10	0	2245	442	20	210	0	534	30	630	0	76	10	350	10	1
E3-F7	1	0	2130	2400	295	0	2657	792	122	0	150	2028	215	0	730	130	1197	10	1855	40	349	10	3071	60	2
E3-F7	2	0	3110	2015	563	0	2175	1041	178	0	0	1815	274	10	1840	0	738	20	2179	0	273	30	1013	31	40
E3-F7	3	0	3002	1970	54	0	2380	395	117	10	0	1941	206	30	70	0	806	20	730	0	172	10	866	119	2

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 13. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2009.

Código Clon	Repetición/ Bloque	Enero 2009				Febrero 2009				Marzo 2009				Abril 2009				Mayo 2009				Junio 2009			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	1515	1143	62	0	4754	396	840	0	412	2421	0	10	1607	4000	299	20	5241	2804	17	0	3675	1207	1982
E3-F8	2	0	857	266	83	10	3635	226	257	10	2890	1500	0	20	1864	1234	234	0	1781	3379	3	0	702	1322	899
E3-F8	3	10	344	425	36	0	1458	50	335	10	521	888	0	10	3997	1087	86	0	2768	16173	2	0	9	1989	1055
3B-F1	1	20	2735	1722	0	20	2539	121	689	20	695	1535	0	50	438	439	17	10	11469	4854	0	0	8435	4782	206
3B-F1	2	10	360	1076	4	20	1706	78	457	20	723	1170	0	30	15188	206	39	0	2942	19840	0	0	741	2161	695
3B-F1	3	40	323	1272	7	20	1985	8	567	10	3365	715	0	10	11931	0	18	10	431	12029	0	0	351	333	448
E3-F10	1	0	2172	862	10	10	3125	547	591	10	1763	1340	0	10	1314	3217	609	0	5170	8261	4	0	1121	3245	2040
E3-F10	2	20	863	303	9	10	1417	273	208	10	2491	695	0	40	2681	1246	327	0	6836	11493	3	0	195	4907	1253
E3-F10	3	10	446	209	34	0	2168	181	116	10	4443	505	0	10	5416	1801	194	0	1382	11331	0	0	215	1119	2701
E3-F7	1	0	1830	1741	12	0	4044	671	788	0	3290	1447	0	30	1915	2938	115	30	11977	1647	1	0	7573	8874	651
E3-F7	2	20	1557	491	7	30	2706	780	391	0	1196	1581	0	30	9511	0	1106	10	1451	12102	0	0	11433	949	162
E3-F7	3	0	802	592	16	0	3555	191	456	10	4184	1107	0	10	5842	437	382	0	2457	10819	4	0	286	2041	757

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 14. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2009 (Cont.).

Código Clon	Repetición/ Bloque	Julio2009				Agosto2009				Setiembre2009				Octubre2009				Noviembre2009				Diciembre2009			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	10	4860	2274	367	10	1463	3882	699	40	0	0	1718	30	0	632	1180	40	3131	2052	87	60	3111	1942	1653
E3-F8	2	0	1893	486	1156	0	115	1479	1252	40	125	0	995	30	46	122	765	70	60	135	0	70	60	135	0
E3-F8	3	0	80	4	2027	0	0	55	2139	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
3B-F1	1	0	1868	3778	2679	0	876	1753	3759	0	0	0	4851	0	0	0	2580	70	0	0	220	70	0	0	220
3B-F1	2	0	594	1128	1087	0	0	489	2428	50	0	0	1158	50	0	0	527	90	0	0	43	100	0	0	0
3B-F1	3	0	2788	596	530	0	0	2427	1512	60	0	0	208	80	0	0	270	90	0	0	58	100	0	0	0
E3-F10	1	0	1022	364	1524	0	25	506	2282	30	0	0	407	30	0	0	271	70	658	96	52	70	0	390	96
E3-F10	2	0	191	135	4470	0	75	124	2082	60	0	0	95	60	0	0	208	100	0	0	0	100	0	0	0
E3-F10	3	0	369	123	647	0	0	247	1095	70	0	0	90	80	0	0	31	100	0	0	0	100	0	0	0
E3-F7	1	0	1722	4271	2843	0	10	1255	1464	30	0	0	884	60	917	0	553	90	0	835	16	90	0	0	678
E3-F7	2	0	7751	6973	752	0	100	5920	585	20	0	0	3578	60	0	0	1278	100	0	0	0	100	0	0	0
E3-F7	3	0	0	215	1195	0	0	0	774	50	0	0	765	60	0	0	81	100	0	0	0	100	0	0	0

Fuente: OLIVA *et al.*, (2009).

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 15. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2010.

Código Clon	Repetición/ Bloque	Enero 2010				Febrero 2010				Marzo 2010				Abril 2010				Mayo 2010				Junio 2010			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	10	7512	1705	113	10	4626	3796	468	10	4216	6518	625	0	14463	8660	1360	0	167	9964	813	0	224	5827	470
E3-F8	2	30	3010	775	7	30	3606	5434	296	10	5670	7025	170	0	7195	4499	1121	0	1185	5045	294	0	1452	2775	399
E3-F8	3	20	1897	450	11	40	888	1098	39	30	18159	1394	90	0	2222	9197	608	0	2675	5370	45	0	1509	2897	785
3B-F1	1	40	18315	895	13	30	111	385	8	0	29707	273	0	0	24139	21319	132	0	386	14134	30	0	1749	7352	1393
3B-F1	2	60	5180	459	8	40	0	1248	5	10	37102	1047	0	0	4156	17918	342	0	3263	10438	10	0	200	4344	4387
3B-F1	3	30	8318	265	3	70	1265	538	5	0	33120	418	0	0	1824	17940	148	0	2365	9658	42	0	239	2429	4143
E3-F10	1	10	11555	800	146	0	1574	5302	141	0	16955	5559	45	0	18835	12254	1885	0	30	13012	517	0	1370	5808	1719
E3-F10	2	40	9140	623	23	50	851	2999	85	0	20328	2773	202	0	11343	12748	525	0	419	10532	254	0	205	5473	1790
E3-F10	3	50	633	0	6	30	2014	2635	270	0	35646	2201	70	0	2506	19634	607	0	492	9062	268	0	0	2538	2906
E3-F7	1	20	4042	615	82	60	2505	3430	255	40	7600	4566	176	10	16912	5274	811	0	1591	10438	210	0	2785	5163	163
E3-F7	2	40	2110	855	33	40	314	4777	122	30	19554	3328	230	0	15266	11805	867	0	1447	11091	74	0	804	5902	469
E3-F7	3	30	1037	538	16	50	62	2753	277	30	18550	2158	90	10	8726	8825	392	0	2904	8024	49	0	2634	5134	182

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Anexo 16. Planilla de evaluación de las variables de rendimiento y desarrollo en el año 2010 (Cont.).

Código Clon	Repetición/ Bloque	Julio 2010				Agosto 2010				Setiembre 2010				Octubre 2010				Noviembre 2010				Diciembre 2010			
		CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC	CV	BF	FT	FC
E3-F8	1	0	2644	1188	1576	0	5358	1189	745	20	1426	2973	112	20	0	2628	879	30	0	424	1794	20	773	0	359
E3-F8	2	0	3685	1447	1650	0	994	2064	1311	30	760	2012	169	30	400	988	1341	50	0	500	750	60	608	15	207
E3-F8	3	0	2531	1414	1223	0	699	1318	937	0	61	1539	252	0	0	520	652	40	0	102	300	100	0	0	0
3B-F1	1	0	5649	1227	3690	0	20	3145	662	0	40	3646	185	40	0	2438	1444	50	0	739	1643	70	0	0	343
3B-F1	2	0	224	2028	1937	0	0	179	1596	10	84	202	152	10	13	114	86	80	0	0	46	100	0	0	0
3B-F1	3	0	1650	1178	1092	0	31	828	1068	30	0	998	167	50	0	456	390	80	0	32	405	100	0	0	0
E3-F10	1	0	376	1803	3244	0	719	423	950	20	70	747	143	10	102	520	358	20	0	171	401	30	288	36	190
E3-F10	2	0	165	1433	2585	0	20	238	634	40	15	358	96	40	78	119	187	50	0	33	63	80	0	10	42
E3-F10	3	0	107	692	1214	0	0	42	590	80	11	122	18	90	0	21	77	90	0	10	68	90	0	0	15
E3-F7	1	0	13027	2349	2247	0	948	7158	1139	0	90	5158	313	0	0	1160	1608	20	0	183	1365	50	692	0	67
E3-F7	2	0	2388	1039	2783	0	3400	1264	746	30	263	2815	182	30	0	991	997	40	0	166	1742	50	0	22	168
E3-F7	3	0	2438	1899	1886	10	1722	1508	1265	10	44	2379	232	30	0	442	976	60	0	109	456	90	30	0	0

CV: % plantas en crecimiento vegetativo

BF: número de botones florales

FT: número de frutos totales

FC: número de frutos comerciales

Cuadro 27. Correlación lineal entre el rendimiento del clon E3-F7 y la precipitación anual.

Año	Rendimiento E3-F7 (kg/parcela)	Precipitación anual
2006	13.50	1 667.83
2007	66.79	1 123.93
2008	41.72	1 641.33
2009	70.96	1 057.69
2010	75.87	968.54
Coefficiente de correlación lineal de Pearson		- 0.933

Fuente: www.tutiempo.com (2010), OLIVA *et al.*, (2009) y propia.



Figura 12. Medición de altura de planta

La Figura 12 muestra la forma en la que se realizaron las mediciones de la altura de planta, la medida abarcó desde la superficie del suelo hasta la punta de la parte más alta de la planta, para esta evaluación se utilizó una wincha de 7 m.



Figura 13. Medición de diámetro basal a 10 cm de la superficie.

La Figura 13 muestra la forma correcta de la medición del diámetro basal del camu camu, en este caso las mediciones se realizaron a 10 cm de la superficie del suelo; además, las mediciones se tomaron en centímetros con la ayuda de un vernier.



Figura 14. Despulpado manual de frutos.

El despulpado se realizó de manera manual y con la ayuda de guantes para proteger las manos del efecto de la pulpa sobre las mismas.



Figura 15. Medición del diámetro de fruto.

Se realizó utilizando el vernier y la medición se tomó de la parte central del fruto de camu camu para cada clon.



Figura 16. Evaluación de número de botones florales.

La evaluación del número de botones florales se realizó por conteo simple con la ayuda de un contómetro manual. El clon de la Figura 16 es uno de los más sobresalientes en cuanto a la emisión de botones florales.



Figura 17. Evaluación del número de frutos pequeños o totales

La evaluación del número de frutos pequeños se realizó mediante conteo simple con la ayuda del contómetro manual tomando cierta distancia para lograr una visión panorámica de la planta y así evitar errores en el conteo.



Figura 18. Evaluación de frutos comerciales o de cosecha.

La evaluación es mediante conteo simple del número de frutos mayores a 1 cm de diámetro y con la ayuda del contómetro manual. La coloración rojiza del fruto también la categorizaba como fruto maduro aunque no cumpla con el tamaño especificado.



Figura 19. Pesado de frutos.

Se pesaron 100 frutos en gramos de cada clon utilizando una balanza analítica marca CAMRY modelo EK3052 peso máximo 5 kg y error 2 g.



Figura 20. Registro de datos según formato de evaluaciones.

El registro de los datos se realiza mediante la anotación de valores en formatos a establecidos con anterioridad de acuerdo a la fecha y a las variables en evaluación.