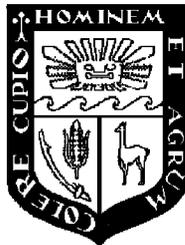


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**”Efecto del fertirriego sobre la
productividad del camu camu
(*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh)
en la Region de Ucayali”**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Carlos Abanto Rodríguez

Lima – Perú
2010

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. CARLOS ABANTO RODRÍGUEZ , intitulado “EFECTO DEL FERTIRRIEGO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CAMU CAMU (*MYRCIARIA DUBIA H.B.K MC VAUGH*) EN LA REGION DE UCAYALI”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 24 de Septiembre de 2010

.....
Ing. Ignacio Lombardi Indacochea
Presidente

.....
Ing. Rosa Maria Hermosa Espezua
Miembro

.....
Dr. Alberto Julca Otiniano
Miembro

.....
Dr. Gilberto Dominguez Torrejon
Patrocinador

.....
Ing. Carlos Oliva Cruz
Co asesor

RESUMEN

El trabajo de tesis se realizó en del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana-IIAP-Ucayali (julio, 2008-enero 2009), ubicado entre las coordenadas a 8° 22' 31'' de latitud sur y 74° 34' 35'' de longitud oeste; con precipitación de 2 500 mm/año, temperatura promedio de 28.1°C y una altitud de 154 m.s.n.m.,. El área experimental presenta un suelo ultisols deficiente en materia orgánica (1.4%), fósforo (0.4ppm) y potasio (25ppm) con un pH = 4.58, alta toxicidad de aluminio (6 meq/100 g.) y CIC = 6.72 meq/100 g de suelo. El objetivo fue determinar la productividad de plantas de camu camu de 7 años de edad, aplicando 5 tratamientos mediante la técnica del Fertirriego utilizando un sistema de riego por goteo, el primero fue el testigo [T0] sin riego y sin fertilización, el segundo fue riego por goteo sin fertilización [T1] y los tres últimos fueron dosis de fertilización N-P-K mas riego: T2 [60-40-80/ N-P-K], T3 [120-80-160/ N-P-K], T4 [240-160-320/ N-P-K]. Se aplicó Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones, 5 tratamientos y 15 unidades experimentales con 15 plantas cada una. Para uniformizar el material se realizó podas de fructificación y defoliación manual. Las variables evaluadas fueron: Fenología reproductiva, número de botones florales, número de frutos pequeños, número de frutos de cosecha, peso promedio por fruto (g), rendimiento de fruto por planta (kg) y TM/ha. Se logró uniformizar las etapas fenológicas desde la emisión de brotes hasta la cosecha concluyendo el ciclo productivo en un tiempo de 205 días, así mismo, los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias estadísticas significativas en las variables estudiadas. Finalmente el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] obtuvo el mayor rendimiento de fruta (4.8 TM/ha) duplicando lo obtenido con el tratamiento testigo [T0] resultando económicamente más favorable frente a los demás tratamientos.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO.	3
2.1.1 <i>Origen y distribución geográfica.</i>	3
2.1.2 <i>clasificación taxonómica.</i>	3
2.1.3 <i>Morfología del camu camu arbustivo.</i>	4
2.1.4 <i>Aspectos fisiológicos del camu camu arbustivo</i>	5
2.1.5 <i>Condiciones edafoclimáticas</i>	6
2.1.6 <i>Fenología reproductiva.</i>	6
2.1.7 <i>Importancia del cultivo.</i>	7
2.1.8 <i>Cualidades nutritivas.</i>	8
2.2 FUNDAMENTOS DE LA NUTRICIÓN MINERAL EN CAMU CAMU	9
2.2.1 <i>Características de los nutrientes primarios</i>	9
2.2.2 <i>Interacción: N-P-K</i>	11
2.2.3 <i>Antecedentes de la fertilización de camu camu.</i>	11
2.2.4 <i>Deficiencia nutricional en el camu camu.</i>	14
2.3 ASPECTOS GENERALES DEL RIEGO POR GOTEO.	15
2.3.1 <i>Características.</i>	15
2.3.2 <i>Ventajas.</i>	16
2.3.3 <i>Desventajas.</i>	17
2.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS.	17
2.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ETO)	18
2.6 EL COEFICIENTE DEL CULTIVO (KC.):	18
2.7 EQUIPOS METEOROLÓGICOS USADOS EN LA PLANIFICACIÓN DEL RIEGO POR GOTEO.	18
2.7.1 <i>Tanque evaporímetro, clase "A".</i>	18
2.7.2 <i>Pluviómetro.</i>	19
2.7.3 <i>Termohigrómetro.</i>	20
2.8 FERTIRRIEGO.	20
2.8.1 <i>ventajas:</i>	20
2.8.2 <i>Desventajas.</i>	21
2.8.3 <i>Características de los fertilizantes para el fertirriego</i>	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.	25
3.2 MATERIAL VEGETAL DE ESTUDIO.	25
3.3 ANTECEDENTES DEL MANEJO.	25
3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS.	25
3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS.	26
3.5.1 <i>Temperatura</i>	26
3.5.2 <i>Humedad relativa</i>	26
3.5.3 <i>Evapotranspiración</i>	26
3.5.4 <i>Precipitación</i>	26
3.5.5 <i>Clasificación ecología</i>	27
3.6 MATERIALES DEL EXPERIMENTO.	27
3.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	28
3.7.1 <i>Reconocimiento del terreno.</i>	28
3.7.2 <i>Trabajos realizados en la parcela y l.</i>	28
3.7.3 <i>Diseño y disposición experimental:</i>	29
3.7.4 <i>Diseño e instalación del sistema de de riego por goteo.</i>	31
3.7.5 <i>definición de las fuentes y tratamientos de fertilización.</i>	34
3.7.6 <i>Desarrollo de la investigación:</i>	35

3.7.7	<i>Toma de datos meteorológicos.</i>	36
3.7.8	<i>Cálculo y aplicación del riego diario.</i>	37
3.8	EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.	42
3.8.1	<i>Evaluación de las variables dependientes.</i>	43
3.9	EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO.	45
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1	FENOLOGÍA DE (<i>MYRCIARIA DUBIA H.B.K</i>) BAJO LA TÉCNICA DEL FERTIRRIEGO.	46
4.1.1	<i>Comportamiento de la fenología reproductiva.</i>	46
4.1.2	<i>Características de la fenología reproductiva de (<i>Myrciaria dubia H.B.K</i>) bajo la técnica de fertirriego.</i>	48
4.2	CONTENIDO DE VITAMINA C.	65
4.3	ANÁLISIS ECONÓMICO.	66
5.	CONCLUSIONES	68
6.	RECOMENDACIONES	69
	CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LOS FERTILIZANTES SOLUBLES MÁS COMUNES EN FERTIRRIEGO	74
	ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARCELA Y1.	75
	CANTIDAD DE FERTILIZANTE EN G/MES QUE SE USO DURANTE EL PERIODO DE INVESTIGACIÓN. (JULIO, DICIEMBRE DEL 2008)	76
	EVAPORÍMETRO Y PLUVIÓMETRO UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	76
	MATRIZ DE CÁLCULO DEL TIEMPO DE RIEGO	77
	TEMPERATURA (T°C) vs. EVAPOTRASNPIRACIÓN (ETP).	78
	MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LA FONOLOGÍA REPRODUCTIVA	79
	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD ANTES DE REALIZAR LA TRANSFORMACIÓN DE DATOS.	80
	MATRIZ DE ANÁLISIS ECONÓMICO	82

Lista de cuadros

Página

Cuadro 1	Diferencias entre <i>Myrciaria dubia</i> y <i>Myrciaria spp.</i>	4
Cuadro 2	Fertilizantes Solubles y su Contenido de Nutrientes (%).....	22
Cuadro 3	Análisis Estadístico:.....	30
Cuadro 4	Tratamientos empleados en la investigación.....	34
Cuadro 5	Volumen de agua en m ³ incorporado al cultivo de camu camu en un siglo productivo (Julio, 2008 –Enero, 2009).....	41
Cuadro 6	Análisis de Varianza para N° de Botones florales de <i>Myrciaria dubia</i>	53
Cuadro 7	Estadística Descriptiva para la variable botón floral total.	53
Cuadro 8	.Análisis de Varianza para fruto pequeño total de <i>Myrciaria dubia</i>	55
Cuadro 9	Estadística Descriptiva para la variable número de fruto pequeño total.	56
Cuadro 10	Análisis de Varianza para la variable frutos de cosecha total de <i>Myrciaria dubia</i>	57
Cuadro 11	.Estadística Descriptiva para la variable fruto de cosecha total.	58
Cuadro 12	Porcentaje de plantas que desarrollaron BF, FP y FC de un total de 30 plantas evaluadas por cada tratamiento.....	59
Cuadro 13	Plantas que no desarrollaron ninguna fase fenológica productiva.....	59
Cuadro 14	Análisis de Varianza para la variable peso de frutos (g) de <i>Myrciaria dubia</i> . 61	
Cuadro 15	Estadística Descriptiva para la variable peso de fruto (g)/tratamiento.....	61
Cuadro 16	Análisis de Varianza para la variable peso promedio en (kg) de frutos de <i>Myrciaria dubia</i>	62
Cuadro 17	Estadística Descriptiva para la variable peso promedio de fruto en Kg por planta.....	63
Cuadro 18	Análisis de Varianza para toneladas de fruto/ha de <i>Myrciaria dubia</i>	64
Cuadro 19	Estadística Descriptiva para la variable toneladas de fruto por hectárea. ...	65
Cuadro 20	Contenido de vitaminaza C/tratamiento.	66
Cuadro 21	Rendimiento en (Kg) y resultados del análisis económico.	67

Lista de figuras

Página

Figura 1	Distribución experimental.....	29
Figura 2	Equipos de riego por goteo utilizados en el experimento.....	33
Figura 3	Diseño e instalación del sistema de riego por goteo.....	33
Figura 4	Curva de aplicación de nutrientes durante el ciclo productivo (Julio – Diciembre, 2008).	35
Figura 5	Evapotranspiración Vs. Precipitación durante el ciclo productivo, Julio-Diciembre, 2008-Enero, 2009	40
Figura 6	Volumen de agua en m ³ /Ha incorporada mediante fertirriego, riego y precipitación al cultivo de camu camu durante los 7 meses de investigación (julio, 2008-Enero, 2009).	42
Figura 7	Comportamiento de la emisión de botones florales.	46
Figura 8	Comportamiento de la emisión de flores.....	47
Figura 9	Comportamiento de la emisión de frutos pequeños	48
Figura 10	Comportamiento de plantas con frutos de cosecha.	48
Figura 11 A	.Ciclo reproductivo del camu camu en condiciones de manejo.....	50
Figura 11 B	.Fenología reproductiva del camu camu bajo un sistema de Fertirriego.	51
Figura 12	Gráfico de medias para N° de botones florales.	52
Figura 13	Gráfico de medias para la variable N° de frutos pequeños.	54
Figura 14	Gráfico de medias para la variable N° de frutos de cosecha.	57
Figura 15	Gráfico de medias para la variable peso de fruto(g)/tratamiento	60
Figura 16	Gráfico de medias para la variable peso de fruto (Kg)/tratamiento.....	62
Figura 17	Gráfico de medias para la variable TM/ha/tratamiento.	64

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1997 el Ministerio de Agricultura, el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), instalaron 5349 ha de camu camu en los departamentos de Loreto, Ucayali y San Martín a nivel de pequeños productores, sin embargo en la actualidad solo sobreviven y están en producción aproximadamente 400 has en Loreto y 350 ha en Ucayali (Pinedo et al, 2009), Por otro lado en el año 2007 motivados por la gran aceptación del producto camu camu en el mercado internacional, instituciones del estado, empresas privadas, O.N.G s y pequeños productores formando asociaciones o individuales toman la iniciativa de ampliar el área cultivada. En la Región de Loreto el mayor porcentaje de fruta de camu camu procede de rodales naturales y parte de plantaciones las mismas que están instaladas en suelos inundables; en la Región de Ucayali el 90% de las áreas son plantaciones instaladas en suelos de restinga (340 ha) y por ende el rendimiento esta aun gobernado por los factores edafoclimáticos (8 TM/Ha en promedio) y solamente el 10% en suelos de altura (10 Ha) con un rendimiento de 2.5 TM/Ha, CEDECAM (2005). Debido a ello existe la necesidad imperante de desarrollar modelos tecnológicos para lograr el manejo eficiente que garantice la sostenibilidad del cultivo. Los primeros modelos tecnológicos desarrollados por las instituciones de investigación, están orientados al cultivo de bajos insumos o de subsidencia la misma que esta enfocado en parcelas pequeñas de productores ubicados en las riveras de los ríos amazónicos. Después de varios años esto fue cambiando debido a la importancia del cultivo y hoy existe la necesidad de promover el cultivo del camu camu bajo el enfoque comercial la cual involucra insertar nuevas tecnologías de manejo tales como : Fertirriego, podas de fructificación, defoliación y manejo postcosecha. Tomando como base lo expuesto, el presente trabajo de investigación se orientó a dar solución a uno de los componentes que involucra el problema en su conjunto y esta se traduce en el manejo del proceso productivo en donde el productor pueda controlar y manejar las variables (fertilización, riego, podas, raleos, control de plagas y enfermedades) y con ello obtener mayores rendimientos y mejor calidad de fruta en menor tiempo.

Se plantea aplicar la técnica del fertirriego para brindar a las plantas las condiciones adecuadas, cumpliendo con los requerimientos de agua y nutrientes, con la finalidad de tener plantas

vigorosas con altos rendimientos de fruta, optimizando costos y haciendo más eficiente el uso de los equipos e insumos. Para esto se plantea los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el efecto de 3 “niveles de fertilización” en la fenología reproductiva del camu camu a través de la técnica del fertirriego mediante un sistema de riego por goteo.
- Determinar el efecto de los tratamientos en los componentes del rendimiento del cultivo de camu camu durante un ciclo productivo (julio-diciembre,2008)
- Determinar el nivel de fertilización mas adecuado para la producción de camu camu.
- Determinar la rentabilidad económica, del fertirriego versus el cultivo tradicional del camu camu.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO.

2.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

El camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en estado natural se localiza en fajas de riveras que pueden ser muy estrechas, como el río Nanay (5 metros), hasta muy amplias (100 m.) en el río Putumayo. Existen poblaciones naturales en Perú, Brasil, Colombia y Venezuela. En el Perú se encuentra en un gran número de aguas negras, de origen amazónico, afluentes de los ríos Nanay, Napo, Ucayali, Marañon, Tigre, Tapiche, Yarapa, Tahuayo, Pintuyacu, Manítí, Oroza, Putumayo, Yavarí, etc. (Pinedo et al, 2001). Se destaca que todas las poblaciones naturales identificadas ocupan una posición baja, similar a la del río en su nivel mínimo de caudal. Esta posición permite una gran interacción con la fauna de la rivera acuática, como los peces paco y gamitada. Los frutos son también consumidos por algunas especies de aves y quelonios, según referencias de los pobladores (Pinedo et al, 2001).

2.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Según Mc. Vaugh (1968), citado por Pérez (1994) el camu camu se clasifica de la siguiente manera:

División: Fanerógama.

Sub. División: Angiospermas.

Clase: Dicotiledoneas.

Orden: Myrtales.

Familia: Myrtaceae.

Genero: Myrciaria.

Especie: Dubia.

Nombre científico: *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh.

Nombres Comunes: Camu camu, como como (Perú); cazari, araza de agua (Brasil); guayabo (Colombia); guayabito (Venezuela); camu plus (USA).

Los antecedentes de la variabilidad genética del camu camu muestran un tipo de *Myrciaria* (posiblemente del tipo arbustivo) en la selva brasileña. El primer reporte sobre variabilidad genética lo menciona (Mc. Vaugh, 1969), al aseverar la existencia de un tipo de camu camu árbol en la cuenca del Orinoco, Venezuela (Cuadro 1). Oshle-Soule-Dijan-Velhiburg (1965), reporta la existencia de un tipo de *Myrciaria* en el Brasil denominado *Myrciaria cauliflora* o comúnmente llamado “Jaboticaba”.

Cuadro 1 Diferencias entre *Myrciaria dubia* y *Myrciaria spp*

Característica	<i>Myrciaria dubia</i>	<i>Myrciaria spp</i>
Porte	Arbusto	Árbol
Diámetro tronco	Hasta 15 cm.	Hasta 50 cm.
Corteza	Rojiza, se desprende en grandes placas	Rojiza, lisa
Ramificación	Copa baja, globosa, densa	Copa muy alta
Fruto	2 - 4 cm. Diámetro	2 cm. Diámetro aprox.
Cont. Ác. Ascórbico	Mayor	Menor
Época de cosecha	Diciembre – marzo	Marzo – mayo
Peso de fruto	10 – 20 g	23 - 40 g
Color de fruto	Rojo intenso a morado	morado a marrón
Cáscara del fruto	Apergaminada	Semi leñosa
Color de semilla	Amarillenta	Rosada
Tamaño de semilla	Generalmente Grande	Pequeña y pilosa
Forma de semilla	Chata, reniforme	Ovalada, dura
Semillas por fruto	1 a 4	1 a 2

FUENTE: Villachica, (1996), citado por C. Luque (2007)

2.1.3 MORFOLOGÍA DEL CAMU CAMU ARBUSTIVO.

Riva (1994) y Villachica (1996), manifiestan que el camu camu arbustivo es una planta que mide hasta 5 metros. Su raíz cónica alcanza 50 cm. de longitud con ramificaciones secundarias y esta adaptada para soportar una excesiva humedad y fijar con eficiencia a la planta especialmente en épocas de creciente. El tallo y las ramas principales son glabros, las hojas son

simples y opuestas, aovadas, elípticas, lanceoladas, de 3 a 6 cm de largo por 1.5 cm de ancho, ápice acuminado, base redondeada, bordes enteros y ligeramente ondulados, nervio central aplanado en el haz y ligeramente prominente en el envés, pecíolo de 3 a 8 mm de longitud y de 1 a 2 mm de diámetro. Las inflorescencias son axilares, con pétalos blancos de 3 a 4 mm de largo, los botones florales nacen en mayor porcentaje en las ramas crecidas en el año, estas flores a los 15 días se abren, se polinizan y dan origen a los frutos; estos frutos a los 5 a 7 días presenta el tamaño de la cabeza de un alfiler, el cual se desarrolla alcanzando un peso de 2 a 20 g convirtiéndose luego en un atractivo fruto globoso, de coloración verde claro al principio, para tornarse en granate intenso. Cada fruto contiene de 1 a 4 semillas reniformes, de 8 a 15 mm de largo por 5.5 a 11 mm de ancho, aplanados y cubiertos por una lámina de fibrillas blancas. De igual forma, Vásquez (2000), señala que la raíz principal presenta muchas raíces secundarias, con un gran número de pelos absorbentes que en su medio natural se observa como una extensa alfombra. El tallo es muy ramificado, con arquitectura diferente, el tronco es delgado presenta corteza lisa y coriácea con laminillas que se desprenden fácilmente Tienen inflorescencia tipo capítulo disperso en toda la planta. Durante la época de floración, cada inflorescencia agrupa 6 a 8 flores sub sésiles; el fruto es una baya con peso y diámetros diferentes, variando de 3 a 10 g, la semilla tiene forma rinoide, también con tamaño y pesos diferentes.

2.1.4 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL CAMU CAMU ARBUSTIVO

A) *EN POBLACIONES NATURALES*

Riva (1994) y Villachica (1996), manifiestan que el camu camu en poblaciones naturales crece en las inmediaciones de los lagos Asúa y Supay; donde la floración se produce cuando los ríos han disminuido su caudal y las plantas han quedado libres de la inundación; primero emiten nuevos brotes y luego los botones florales. En su medio natural es una planta hidrófila, manteniéndose 4 a 6 meses bajo agua en estado de letargo (Vásquez, 2000).

B) *EN PLANTACIONES*

Riva (1994) y Villachica (1996), coinciden en señalar que el camu camu en plantaciones establecidas sobre suelos entisols; la floración se inicia cuando la planta alcanza un diámetro basal mínimo de 1 cm y la fructificación se produce entre los meses enero a marzo, de junio a julio y noviembre a diciembre. Vásquez (2000), por su parte, señala que la floración se inicia

generalmente 30 a 40 días después del estiaje del río en una proporción mínima de plantas a partir del tercer año, normalmente no sincronizada en todos los individuos; sin embargo llega a manifestarse en un 47.8 % del total de la población.

2.1.5 CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS

A) CLIMA

La planta se encuentra en forma natural en zonas con temperaturas medias de 25°C y precipitación pluvial entre 2 500 a 3 000 mm/año, la Evapotrasnpiración potencial esta alrededor de 1 500 mm / año. La humedad del suelo y del ambiente, así como el efecto de la radiación solar son determinantes para el desarrollo del cultivo del camu camu. En poblaciones naturales el excesivo sombreado es perjudicial al producir plantas fototrópicas cuya emisión de brotes no son aptas para la fructificación (Riva, 1994). Pinedo et al 2001 manifiesta que el camu camu es típico de bosques húmedos tropicales con temperatura mínima de 22°C, máxima de 32°C y una media de 26°C; niveles de precipitación relativamente altos de 2 500 a 4 000 mm/año, son satisfactorios para cubrir los requerimientos de agua de la especie.

B) SUELO

El hábitat natural del camu camu son los terrenos inundables, formados por sedimentaciones aluviales; según el sistema Soil taxonomy estos suelos se clasifican como entisols, y se encuentra en las riveras de los ríos amazónicos, conocidos generalmente como “restingas” o varzeas; el camu camu arbustivo es tolerante a las inundaciones prolongadas que se presentan todos los años originadas por las fuertes precipitaciones y creciente de los ríos que inundan su hábitat. Las plantaciones en tierra firme o terrenos de “altura” ofrecen una alternativa para la adaptación de la planta, con producciones limitadas dada la calidad de los suelos Inceptisoles y Ultisoles, que se caracterizan por su excesiva acidez, alta saturación de aluminio y baja fertilidad, Riva et al (1997).

2.1.6 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA.

Las plantas de camu camu arbustivo, inician la floración cuando alcanzan un diámetro basal de 2 cm., que corresponde a los arbustos que tienen entre dos y tres años de edad aproximadamente. La floración de un individuo ocurre en forma continua. Las yemas florales emergen desde las ramas superiores hacia las ramas inferiores. Por lo tanto, un individuo puede

presentar yemas florales, flores y frutos en varios estados de desarrollo al mismo tiempo, Peters y Vásquez (1986). La inflorescencia es axilar, las flores están agrupadas de una a doce, son subsésiles y hermafroditas. El cáliz tiene cuatro lóbulos ovoides y la corola cuatro pétalos blancos; ovario es ínfero, el androceo cuenta con 125 estambres, IIAP (2004). En poblaciones naturales, la floración se realiza entre los meses de septiembre a octubre y la fructificación entre diciembre y febrero, dependiendo de la localidad. En plantaciones en zonas aluviales, con buen drenaje, menos afectada por las inundaciones, la floración presenta picos en el año: el primero entre septiembre y octubre y el segundo entre marzo y abril, dando lugar, de 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, IIAP (2004).

Según Pinedo, (2001) menciona que el desarrollo de la flor demoró en la observación 15 días y del fruto 62 días. Lo que significa que el proceso total toma un tiempo de 77 días. La maduración del fruto, iniciándose en el estado verde y terminando con el estado maduro, demora 26 días, pudiendo realizar la cosecha en los últimos 12 días. Se requiere programar la cosecha adecuadamente, sobre la base de la observación en campo del estado de madurez de los frutos, para lograr mayores beneficios económicos y un aprovechamiento eficiente de la especie, IIAP (2004).

2.1.7 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.

Durante mucho tiempo este frutal pasó desapercibido, hasta que en 1957 el Instituto de Nutrición del Ministerio de Salud del Perú realizó el primer análisis bromatológico de la fruta, arrojando resultados sorprendentes: 2 800 mg de ácido Ascórbico/100 g de pulpa. Su cotización a partir de esa fecha fue en aumento, despertando un gran interés en el mercado mundial.

Pinedo et al, (2001) manifiesta que dentro de la diversidad de frutales nativos existentes en la Amazonía Peruana, el camu camu arbustivo es una planta con tolerancia a las inundaciones y adaptada a suelos ácidos. Resalta por sus notables características, como son: Elevada concentración de ácido ascórbico en el fruto con 2 700 a 3 200 mg AA/100 g de pulpa, IIAP (2001). Además tiene minerales de gran importancia bioquímica como tiamina, riboflavina, niacina y es rico en bioflavonoides (PROMPEX, 1998). Se tiene información de que su corteza

y su tallo consumidos en infusión, son un excelente remedio para la diabetes; así mismo estudios recientes han determinado que la cáscara del fruto maduro tiene una buena concentración del pigmento antocianina ideal para la fabricación de colorantes, IIAP (2001).

IIAP (2001) manifiesta que debido a la elevada concentración de ácido ascórbico, el camu camu es considerado como el frutal nativo de primer orden para la agroindustria. Sin embargo, hay una alta variabilidad genética que origina una heterogénea calidad en cuanto al contenido de ácido ascórbico, cuyos valores se encuentra en un rango de 404.9 a 3 253 mg/100 g de pulpa Oliva y Vargas (2003). Asimismo finalmente se puede considerar al camu camu como la primera especie nativa de importancia económica que se desarrolla en suelos inundables.

2.1.8 CUALIDADES NUTRITIVAS.

Según Moreno, 2000. El principal rasgo que distingue al fruto de camu camu es su alto contenido de vitamina C o ácido ascórbico, con respecto a otras fuentes naturales .La vitamina C es un importante antioxidante, que ayuda en la prevención de cánceres, enfermedades del corazón, estrés y es un energético muy importante, también es fundamental para la producción de esperma y para la elaboración de proteínas involucradas en la formación y salud del cartílago, nudos, piel y el aparato circulatorio. Además la vitamina C contribuye al mantenimiento del sistema inmunológico y facilita la absorción de nutrientes (incluyendo el hierro) en el sistema digestivo.

2.1.9 CARACTERÍSTICAS DE LOS NUTRIENTES PRIMARIOS

A) *NITRÓGENO.*

National Plant Food Institute (1995), manifiesta que existe muchas investigaciones que demuestran que los cultivos requieren de nitrógeno, el cual actúa en la síntesis de la clorofila y tiene un papel importante en el proceso de fotosíntesis, además el nitrógeno es un componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta y aumenta el contenido de proteína de la planta en forma directa, la dosis adecuada de N produce hojas de color verde oscuro que indica alta concentración de clorofila y su deficiencia causa una clorosis (amarillamiento) por disminución de la clorofila, iniciándose en las hojas viejas y terminando en las hojas jóvenes; otras características de deficiencia de N son: desarrollo distintivamente lento y escaso, secado o quemado de las hojas que comienzan en la base de la planta y prosiguiendo hacia arriba. Palacio (1980), manifiesta que en los cítricos, el nitrógeno tiene una alta influencia sobre los siguientes procesos:

- Facilita el crecimiento de las partes aéreas e intensifica su color verde.
- Produce un efecto regulador al regir la asimilación de K y P.
- Tiende a producir succulencia.
- Retarda la maduración de los frutos al prolongar el periodo vegetativo.
- Influye poco sobre el espesor de la corteza y textura de la piel de los frutos.
- Retarda el desarrollo del color, aunque al parecer acentúa su tinte final.
- No afecta la acidez del jugo, pero disminuye el contenido de vitamina "C".

B) *FÓSFORO*

El National Plant Food Institute (1995), señala que el fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y muchos otros procesos de la planta. Promueve la formación temprana y el crecimiento de las

raíces, mejora la calidad de numerosas frutas, verduras y cereales; además el fósforo ayuda a que las plántulas y las raíces se desarrollen más rápidamente, permite a la planta soportar inviernos rigurosos, aumenta la eficiencia de uso de agua, acelera la madurez la cual es importante para la cosecha y para la calidad del cultivo; también contribuye a aumentar la resistencia a las enfermedades en algunas plantas; por otro lado señala que la deficiencia de este elemento se manifiesta con hojas, ramas y tallos purpúreas; madurez y desarrollo lento; pequeños tallos delgados y bajo rendimientos.

C) POTASIO.

El National Plant Food Institute (1995), manifiesta que el potasio es esencial para el crecimiento de las plantas, pero su rol principal aun no es determinado, su principal función parece estar ligado al metabolismo de las plantas; el potasio actúa en la fotosíntesis; cuando hay déficit de potasio la fotosíntesis disminuye a medida que aumenta el potasio la respiración de la planta aumenta, la deficiencia de potasio es causante de una fotosíntesis reducida y aumento de la respiración, reduce los carbohidratos de la planta; además el potasio es esencial en la síntesis de proteína y ayuda a la planta a usar en forma eficiente el agua, produce la turgencia para mantener la presión interna de la planta (rigidez producida por un suministro adecuado de agua en las células de las hojas); además manifiesta también que el potasio es útil para la formación del fruto, en la transformación de los metales pesados tales como el hierro y el balance iónico; además activa las enzimas y controla su velocidad de reacción; por otro lado la aplicación de potasio reduce el vuelco de los cultivos, así como mejora la tolerancia a las heladas y de resistencia en el ataque de enfermedades pudiendo reducir el estrés causado por los nematodos. Afirma también que los síntomas de deficiencia se muestra cuando las hojas se vetean, se manchan, se rayan o se enrollan comenzando por los niveles más bajos; las hojas más bajas se tuestan o se queman de las orillas y de las puntas, estas zonas muertas pueden caerse y dejar bordes rasgados en las hojas, algunas plantas degeneran antes de madurar debido a un desarrollo pobre de las raíces.

2.1.10 INTERACCIÓN: N-P-K

El Potash and Phosphate Institute (1988), manifiesta que el fósforo es vital para las primeras etapas del crecimiento, y el nitrógeno influye en la absorción del fósforo; cuando se aplica con nitrógeno el fósforo se hace mas disponible para la planta que cuando se aplica sin nitrógeno; la influencia del nitrógeno en la absorción de fósforo es bastante clara en las primeras etapas del crecimiento, en algunos casos hasta el 65% de fósforo de la planta proviene de los fertilizantes; el nitrógeno aumenta el contenido de proteína de la planta en forma directa, cantidades adecuadas de potasio y fósforo, especialmente de potasio mejora el uso que las plantas de dosis de nitrógeno para la obtención de proteínas.

2.1.11 ANTECEDENTES DE LA FERTILIZACIÓN DE CAMU CAMU.

Villachica (1996), afirma que no se cuenta con ensayos de abonamiento que permitan obtener conclusiones con respecto a las dosis de fertilización recomendables para el cultivo de camu camu tanto en alturas como en restingas; además señala que existen resultados de análisis foliares en muestras con síntomas de deficiencia nutricional, comparadas con hojas normales sin síntomas, estas muestras fueron tomadas de plantas de altura, las cuales indican una seria restricción en el nivel de fósforo y de potasio y algo menor, en el de nitrógeno, boro, magnesio y zinc. Aun cuando no se han realizado estudios sobre los requerimientos nutricionales del camu camu, el cultivo es mas susceptible a las deficiencias de fósforo y de potasio cuando es cultivado en un suelo ácido con niveles bajos en la cantidad disponible de estos nutrimentos.

Loli y López, (2001), después de revisar los análisis de suelos de cinco años de una parcela de camu camu en la Unidad de Conservación del Anexo Pacacocha de la Estación experimental Agraria- Pucallpa-INIA, recomiendan estudiar el requerimiento nutricional de este cultivo en suelos aluviales, específicamente el efecto de la época y dosificación de la fertilización nitrogenada en la producción del cultivo. Riva y Gonzáles, (1997), manifiesta que por la fertilidad natural que presentan los suelos entisols, la aplicación de abono orgánico a la siembra es opcional, mientras que para el abonamiento con NPK, se puede usar niveles de 80-60-80 totalizando 220 Kg./ha/año, con aplicaciones fraccionadas; el primer fraccionamiento en junio, el segundo en agosto y el tercero en noviembre; en suelos ultisols la aplicación de la

fertilización orgánica se realiza 20 días previo al trasplante de los plantones, lo que permite acelerar el crecimiento durante el primer año; el segundo año se recomienda aplicar N-P-K en niveles de 80-60-80; con fracciones aplicados durante los meses de junio – julio para el primer fraccionamiento a fines de septiembre y el tercero entre los meses de diciembre y enero; basado en un estudio de niveles de fertilización con NPK, realizado por el INIA – Pucallpa, en las plantaciones de la cervecería San Juan SAC. (Carretera Federico Basadre. Km. 13), durante los años 1989 – 1991. En esta oportunidad se trabajó con plantas de cuatro años obteniendo incremento en la producción, también se trabajó con niveles de 160-120-160 kg / ha donde el cultivo no respondió y los costos no justificaron su aplicación. Según Correa citado por López, (2001), manifiesta que para condiciones de suelos inundables no es necesario aplicar fertilización química debido al depósito de sedimentos limosos que deja anualmente la creciente de los ríos; los hoyos para el trasplante deben ser preparados 15 a 30 días antes, colocando 2 Kg. de abono orgánico, o 200 gramos de roca fosfórica. Para el caso de plantaciones en suelos de altura, a partir del quinto año se debe aplicar una fertilización química utilizando la fórmula de 115-80-80 Kg. de NPK/ha-año, fraccionando la aplicación en tres partes cada cuatro meses y teniendo en cuenta las precipitaciones pluviales, según Enciso citado por López (2001), manifiesta que existe respuesta del camu camu al abonamiento en restingas, sin embargo, la siembra en suelos ácidos degradados con buen drenaje debe ir precedida de la aplicación de 300 a 500 g de dolomita y roca fosfatada al fondo del hoyo a plantar. En tanto no se tengan los resultados de los estudios de abonamiento, de manera general, se sugiere que las plantaciones en producción puedan recibir la fórmula 160-60-160 Kg. de N-P-K/ha/año. Villachica (1996), también manifiesta que, el abonamiento debe ser efectuado en base a los resultados del análisis de suelos y tomando en cuenta otras características como son el drenaje, presencia de cobertura vegetal, tipo de abono, edad de la plantación y rendimientos proyectados; el abonamiento de fondo con roca fosfatada y la aplicación de cal debe efectuarse al fondo del hoyo, por lo menos un mes antes del trasplante, los abonos de mantenimiento deben ser localizados en la prolongación de la copa de la planta, realizando un anillado de 50 cm. de diámetro por 5 cm. de profundidad; el abono debe ser cubierto con tierra para evitar la volatilización del nitrógeno o la pérdida por escorrentía; además recomienda fraccionar el abonamiento de nitrógeno, potasio y magnesio por lo menos dos oportunidades, (antes de la floración y al cuajado de los frutos), siendo preferible el fraccionamiento en tres oportunidades, las dos anteriores y la tercera al término de la cosecha

mayor (es decir en septiembre, diciembre y abril); el fraccionamiento disminuirá las pérdidas por lixiviación y aumentará la eficiencia en el uso del abono. El mismo autor indica que las fuentes de abonos son variables dependiendo de la disponibilidad en el suelo; en Pucallpa se está utilizando la urea, roca fosfatada de Bayóvar, el cloruro de potasio y sulfato doble de potasio y magnesio, mientras que como fuente de material calcáreo se viene empleando la dolomita molida; Aún cuando no existen resultados experimentales de respuesta al abonamiento, se puede indicar de manera referencial que la plantación de camu camu en un suelo ácido de pH 4.5 y 50% de saturación con aluminio se realiza con la aplicación de 250 g de dolomita molida y 250 g de roca fosfatada que pasa la malla 200, aplicadas al fondo del hoyo antes de la siembra, aplicaciones realizadas por el mismo autor en una plantación particular. Vázquez, A (2000), afirma que en entisols, el camu camu no presenta mayores inconvenientes, por ser suelos nuevos y muy ricos en limo; sin embargo en ultisols (suelos no inundables), los experimentos con fertilización mineral tampoco tuvieron respuestas significativas, al menos para plantas francas; en el caso del nitrógeno los niveles aplicados fueron 0, 80, 160 y 240 Kg./ha-año, fraccionado en tres partes sin presentar diferencias significativas en la producción donde los niveles alcanzaron 153.34, 153.34, 173.67 y 177.67 Kg./ha. Para la fertilización potásica se aplicaron los mismos niveles de K₂O sin presentar diferencias significativas en la producción de dos cosechas sucesivas. En la primera cosecha el testigo logró una producción de 292.9 Kg. y en la segunda cosecha 445.7 kg, el nivel de 80 alcanzó 311.3 Kg. en la primera cosecha y 267.28 Kg. durante la segunda cosecha, el nivel de 160 logró 315.5 Kg. en la primera cosecha y 175.29 Kg. durante la segunda cosecha y el nivel de 240 totalizó 279.29 Kg. en la primera cosecha y 326.03 Kg. durante la segunda cosecha. Para la fertilización fosforada se utilizaron niveles de 0, 80, 160 y 240 Kg. P₂O₅ /ha-año, donde el camu camu respondió mejor en la primera cosecha con 381 Kg/ha.

Según Chuquiruna citado por López, (2001), en un informe anual que presentó la empresa Agrícola San Juan S.A.C. sobre fertilización con N-P-K en camu camu en suelos de altura; reporta haber encontrado diferencias en la producción debido a la gran variedad existente, sin embargo es perfectamente comprensible por tratarse de las primeras plantas ubicadas en suelos de altura, con el único criterio de contar con materia para seguir propagando mediante el mejoramiento genético, las plantas que trabajaron eran de 7 años y los niveles de fertilización que se usaron fueron: 0-0-0, 80-60-80 y 160-120-160 de NPK respectivamente. Como fuente se

emplearon los siguientes fertilizantes: Urea, Superfosfato triple de Calcio, Cloruro de Potasio y Sulfato doble de Potasio y Magnesio. Según Rengifo citado por Romero W. (2003) en un ensayo realizado en un ultisols de Pucallpa, con Ph 4.7 y tenores bajos de fósforo (5.4 ppm); potasio (0.09 meq/100gr suelo) y de materia orgánica (1.25 %), encontró que no hubo diferencias en el rendimiento de frutos de camu camu, entre 18 combinaciones de N-P-K, debido a la baja calidad del suelo y a la alta variabilidad genética de plantas injertadas de tres años de edad.

2.1.12 DEFICIENCIA NUTRICIONAL EN EL CAMU CAMU.

Vázquez (2000), afirma que el camu camu responde a la fertilización fosforada, esto nos indica que en cierta medida el elemento fósforo influye en su fisiología; como consecuencia lógica es común observar en las hojas de camu camu, en aquellas plantas que no son tratados con abonos fosforados síntomas visibles de deficiencia de este elemento. Según Cañado et al. Citado por Romero P. W, (2003) manifiesta que, la deficiencia de nitrógeno puede observarse en todo tipo de suelos, pero se presentan principalmente en suelos sueltos y arenosos, pobres en materia orgánica y generalmente ácidos; observándose en las plantas: hojas delgadas de color pálido o verde amarillentos, sobre todo en los primeros estados de la carencia de este elemento; mas tarde pueden aparecer tintes rojizos o anaranjados, especialmente en las hojas y pecíolos mas viejos, la defoliación se adelanta en el transcurso de la temporada de tal forma que las yemas laterales no brotan; como consecuencia de esta disminución de vitalidad, la floración y fructificación resultan igualmente restringidas (López,2005). Según Palacio (2003). Manifiesta que, la carencia de nitrógeno es muy frecuente en todas las zonas cítricas y los efectos que produce sobre el desarrollo vegetativo y producción son bastante conocidas; los árboles mal nutridos tienen un porte achaparrado, con presencia de madera muerta y escaso follaje, las hojas se tornan amarillentas; este fenómeno se acentúa en las ramas fructíferas, ocasionalmente hay decoloración completa de las nervaduras, el limbo además de amarillar pierde su brillo característico y se reduce su tamaño, disminuye notablemente la brotación, floración y fructificación; los frutos son de piel suave, con alto porcentaje de jugo y con tendencia a colorear prematuramente; la nutrición nitrogenada de los cítricos depende fundamentalmente de la mineralización de la materia orgánica; de allí que, aun cuando la deficiencia es bastante general se acentúa en suelos minerales, de bajo tenor de materia orgánica, arenosos, fríos

inundados o de pH. bastante ácidos; la nitrificación se reduce en las condiciones donde no hay absorción significativa del elemento.

2.2 ASPECTOS GENERALES DEL RIEGO POR GOTEO.

Sistema que se utiliza para mantener el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables para la planta, aplica el agua gota a gota, de esta forma el agua es conducida por medio de conductos cerrados desde el punto de toma hasta la misma planta, a la que se le aplica por medio de dispositivos que se conocen como goteadores, goteros o emisores (Medina, 2000).

2.2.1 CARACTERÍSTICAS.

El riego por goteo supone una mejora tecnológica importante que contribuirá por tanto a una mejor productividad. Comporta un cambio profundo dentro de los sistemas de aplicación de agua al suelo que incidirá también en las prácticas culturales a realizar, hasta el punto que puede considerarse como una nueva técnica de producción agrícola, Medina (2000).

Características principales:

- El agua se aplica al suelo desde una fuente que puede considerarse puntual, se infiltra en el terreno y se mueve en dirección horizontal y vertical. En esto difiere sustancialmente del riego tradicional, en el que predominan las fuerzas de gravedad y, por tanto, el movimiento es vertical. También difiere el movimiento de las sales.
- No se moja todo el suelo, sino solo parte del mismo, que varia con las características del suelo, el caudal del gotero y el tiempo de aplicación. En esta parte húmeda es en que la planta concentrará sus raíces y de la que se alimentará.
- Al existir Zonas secas no exploradas por las raíces y zonas húmedas, puede considerarse en cierto modo un cultivo en fajas o surcos, pero con un sistema radical inferior al normal. Esto significa que sobre una faja de goteo habrá mas plantas que en una de riego

tradicional, por lo que se trata en definitiva de un cultivo intensivo, que requerirá, por tanto, un abonado adecuado para responder a las extracciones de las cosechas.

- El mantenimiento de un nivel óptimo de humedad en el suelo implica una baja tensión de agua en el mismo. El nivel de humedad que se mantiene en el suelo es inferior a la capacidad de campo lo cual es muy difícil conseguir con otros sistemas de riego, pues habría que regar diariamente y se producirían encharcamientos y asfixia radicular.
- Requiere un abonado frecuente, pues como consecuencia del movimiento permanente del agua en el bulbo puede producirse un lavado excesivo de nutrientes.

2.2.2 VENTAJAS.

- Ahorro importante de agua, mano de obra, abonos y productos fitosanitarios. Son normales ahorros de agua del 50% respecto a los sistemas convencionales y, en ocasiones, cifras superiores a estas.
- Posibilidad de regar cualquier tipo de terrenos, por accidentados o pobres que sean. La pendiente del terreno no es un obstáculo a este tipo de riego, por la regulación de caudales que puede conseguirse. Así mismo, los suelos pobres o de poco espesor tampoco presentan inconveniente, pues en cierto modo el goteo es una forma de hidroponía en que el terreno actúa de sostén.
- Aumento de producción, adelantamiento de las cosechas y mejor calidad de los frutos como consecuencia de tener las plantas satisfechas sus necesidades en agua y nutrientes en cada instante.
- Permite realizar, simultáneamente al riego, otras labores culturales, pues al haber zonas secas, no presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno.
- No altera la estructura del terreno.

2.2.3 DESVENTAJAS.

- Es un sistema que requiere de inversión inicial existe una limitación de tipo económico en su aplicación a los cultivos. No todos los cultivos son tan rentables como para justificar las fuertes inversiones que el goteo supone.
- En zonas frías y con cultivos sensibles a las heladas, el riego por goteo no protege contra las mismas, por lo que su uso debe descartarse.
- Si se proyecta o se instala mal puede ocasionar la pérdida de la cosecha por falta de agua y nutrientes.
- Obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua y que, en ocasiones puede acarrear daños a la instalación y al cultivo.

2.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS.

La Evapotranspiración o uso consumativo, representa la suma de la transpiración y de la evaporación. Por el proceso de la transpiración, el agua absorbida por las raíces de las plantas es emitida por las hojas en forma de vapor de agua y reintegrada a la atmósfera. La evaporación representa el agua evaporada de la superficie del suelo y del follaje (las gotas de rocío y las que la lluvia deposita sobre las hojas de las plantas). El uso consumativo del cultivo se expresa mediante la tasa de evapotranspiración, ETP (mm/día), la cual depende, además de los factores del clima que afectan a la evaporación (la temperatura, la humedad del aire, el régimen de viento y la intensidad de la radiación solar), y las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la cosecha (K_c) y de la disponibilidad de agua en el suelo, para satisfacer la demanda hídrica de la planta.

2.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ETO)

Según la FAO, citado por Oliva (2007), "Es el nivel de la Evapotraspiración de una superficie considerable de césped de una altura uniforme (entre 8 y 15 cm) en crecimiento activo que recubra completamente el suelo y bien abastecida de agua". Para ello pueden emplearse diversos métodos, que requieren la medición de distintos datos climatológicos: Penman, Blaney-Criddle, medición de la radiación solar, medición de la evaporación de un tanque evaporímetro, etc. Entre éstos, el más sencillo y de uso más extendido es el basado en la medición de la evaporación en un tanque evaporímetro y concretamente de "Clase A".

2.5 EL COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc):

El coeficiente del cultivo, Kc es la fracción (en porcentaje) de agua a que esta expuesto el cultivo durante sus distintos estadios de desarrollo (Sánchez, 2006). El Kc esta influenciado directamente con el área foliar (capacidad de Evapotrasnpiración), el Kc es también definido como la relación entre el área real que ocupa la planta con respecto a su área de influencia, a la misma vez el Kc describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta cosecha.

2.6 EQUIPOS METEOROLÓGICOS USADOS EN LA PLANIFICACIÓN DEL RIEGO POR GOTEO.

2.6.1 TANQUE EVAPORÍMETRO, CLASE "A".

El tanque evaporímetro Clase "A" permite estimar los efectos integrados del clima (la radiación, la temperatura, el viento y la humedad relativa del aire), en función de la evaporación de una superficie de agua libre de dimensiones estándar. Existe una íntima relación entre los procesos de Evapo-transpiración del cultivo y la evaporación del tanque clase "A".

El tanque evaporímetro Clase “A” es circular, con un diámetro de 121 cm. (47.5”) y 25.4 cm. (10”) de profundidad, con un área de 1.41 metros cuadrados, es de hierro galvanizado y pintado con una capa de pintura de aluminio va montado sobre una plataforma de madera, que consiste de tablas con intersticios para su ventilación. La base del tanque debe estar a 5cm. Sobre el nivel del suelo. El tanque debe estar rodeado de pasto corto (frecuentemente segado) en radio de 50 m. Se llena el tanque con agua hasta 5 cm. por debajo de su borde, y se ha de evitar que el nivel del agua baje mas allá de 7.5 cm. por debajo del mismo. Dentro del tanque se encuentra un micrómetro el cual permite leer el nivel del agua. Dicha lectura se realiza diariamente y a hora fija, Albert Avidan (1994).

(http://www.meteochile.cl/instrumentos/inst_convencional.html)

2.6.2 PLUVIÓMETRO.

El pluviómetro es un aparato destinado a medir la cantidad de agua caída en una precipitación, ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo. La precipitación está referida, como en el caso del evaporímetro, a la cantidad de litros o milímetros caídos por metro cuadrado, ya que una altura de 1 mm en una superficie de 1 m² supone exactamente 1 litro o 1000 cc. Para efectuar las medidas, se utilizará una probeta graduada que dará los cc de precipitación caídos en el pluviómetro. Para conocer los mm de lluvia reales, bastará multiplicar la constante del pluviómetro por los centímetros recogidos en la probeta. La constante se determina dividiendo los 10000 cm² que corresponden a un metro cuadrado por la superficie útil de la boca del pluviómetro. Este resultado volverá a dividirse por 1000 (Equipos meteorológicos: Evaporímetro clase “A”, *s.f*).

Ejm.

1mm de precipitación equivale a: 1m²

2.6.3 TERMOHIGRÓMETRO.

Es un instrumento electrónico que se utilizó para registrar datos de temperatura (°C) y humedad relativa (HR%).

X 0.001m= 0.001m³=1 litro de agua.

2.7 FERTIRRIEGO.

Es la aplicación de fertilizantes sólidos o líquidos por los sistemas de riego presurizados, creando un agua enriquecida con nutrientes (Sánchez J, 2006). Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, la técnica del fertirriego es considerada el método de aplicación de nutrientes más respetuoso con el medio ambiente, para ello se hace uso del agua de riego con objeto de hacer llegar los nutrientes, pudiendo ser aplicados en el momento en que los cultivos los necesitan.

2.7.1 VENTAJAS:

Con el fertirriego, los nutrientes son aplicados en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. El control preciso de la tasa de aplicación de los nutrientes optimiza la fertilización, reduciendo el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes, Sánchez (2006).

Incrementa rendimientos y mejora la calidad de los productos:

- Las cantidades y concentración de nutrientes pueden dosificarse de acuerdo con los requerimientos del cultivo y sus etapas de desarrollo.
- Aplicación de fertilizantes solubles que se asimilan más rápidamente, ya que se distribuyen en la zona de las raíces.
- Algunos fertilizantes se asimilan directamente y otros requieren una transformación química.

- Las raíces del cultivo no se dañan en el fertirriego y el suelo no se compacta.

Ahorro en los costos de la fertilización:

- Alta eficiencia y uniformidad del agua hace que usemos menos fertilizantes.
- Se usa menos equipo y menos energía para aplicar los fertilizantes.
- Requiere de menos personal para supervisar.

Facilita las labores agrícolas:

- Se puede fertilizar cuando el suelo o el cultivo impiden la entrada de maquinaria.

Reduce la contaminación:

- Si el agua se aplica uniformemente y con alta eficiencia, los excedentes de riego son mínimos (percolación).

2.7.2 DESVENTAJAS.

Se requiere de inversión inicial:

- Requiere de equipos de fertirriego.
- Los fertilizantes solubles son más caros.
- Peligro al usar mezclas de fertilizantes.
- Precipitan los fertilizantes no compatibles con otros o con el agua de riego.
- Pueden haber reacciones violentas

Se requiere de personal calificado:

- Seleccionar, manejar y dosificar fertilizantes, así como operar el sistema de riego.

2.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES PARA EL FERTIRRIEGO

A) CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL FERTILIZANTE.

Los fertilizantes contienen uno o más nutrientes según su formulación; la combinación con otros fertilizantes complementarios se hace para lograr las cantidades totales de nutrientes que se desee aplicar. Un fertilizante es un compuesto químico y como tal es una sal inerte, sin carga; y que al entrar en contacto con el agua del suelo o de la solución se disocia dejando los nutrientes en forma iónica.

Ejemplo:

SALES INERTES	IONES CARGADOS	
- Nitrato de Potasio KNO_3 -	K^+	NO_3^-
- Fosfato Monoamónico $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ -	NH_4^+	H_2PO_4^-
- Nitrato de Amonio NH_4NO_3 -	NH_4^+	NO_3^-
- Nitrato de Calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -	Ca^{++}	NO_3^-
- Sulfato de Magnesio $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -	Mg^{++}	$\text{SO}_4^{=}$

En cuadro 2 se observa diferentes fertilizantes y su contenido de nutrientes

Cuadro 2 Fertilizantes Solubles y su Contenido de Nutrientes (%)

PRODUCTO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mg O	CaO	OTROS
Nitratos de Amonio	33.5						
Sulfato de Amonio	21			24			
Nitrato de Calcio	15					26	
Urea	45						
Fosfatos Monopotásico		52	34				
Fosfato Monoamónico	12	61					
Acido Fosfórico		61					
Nitrato de Potasio	13.5		45				
Cloruro de Potasio			60				7 de Cl
Sulfato de Potasio			50	18			
Nitrato de Magnesio	11				9.6		
Sulfato de Magnesio				13	9.8		

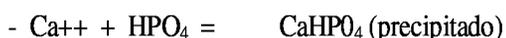
Fuente: Sánchez (2006).

B) GRADO DE SOLUBILIDAD DEL FERTILIZANTE.

La solubilidad de un fertilizante es una de las características principales a tener en cuenta en el fertirriego. Los fertilizantes deben ser muy solubles y selectos en cuanto a su composición respecto a los nutrientes que aportan, para aprovecharla al máximo sin sobrepasar la concentración que puede tolerar el volumen del agua a regar. La solubilidad de un producto está influenciada por tres factores: temperatura, presión y pH. La temperatura del agua, entonces juega un papel directo e importante en la solubilidad de un fertilizante (a mayor temperatura mayor solubilidad). Algunos fertilizantes al ser aplicados en el agua bajan la temperatura de esta; si se quiere agregar otro fertilizante, la solubilidad de este último se verá afectada; siendo conveniente esperar establecer la temperatura inicial.

C) COMPATIBILIDAD DE LOS FERTILIZANTES.

Los fertilizantes son sales que en contacto con el agua se disocian formando iones (aniones y cationes); diferentes iones pueden interactuar en la solución y precipitar (formando compuestos insolubles), con el consiguiente riesgo de no estar disponibles para las raíces o con alto riesgo de taponar emisores, disminuyendo consecuentemente la eficiencia de aplicación de los fertilizantes y nutrientes. Las interacciones más comunes son:



Los micro nutrientes por otro lado, pueden reaccionar con las sales del agua de riego formando precipitados, por lo tanto, es recomendable aplicarlos en forma quelatada.

D) ÍNDICE DE SALINIDAD DEL FERTILIZANTE.

El índice de salinidad de un fertilizante es la relación del aumento de la presión osmótica de la solución suelo, producida por un fertilizante y la presión osmótica producida por la misma

cantidad de nitrato de sodio (basado en 100). Este índice sirve para establecer una clasificación de los abonos, con miras a evitar accidentes después de su utilización tales como: localización exagerada, exceso, etc. y con ello, contribuir a la mejor solución y uso del fertilizante.

E) ÍNDICE DE ACIDEZ DEL FERTILIZANTE.

El índice de acidez, es el número de partes en peso de calcáreo (CaCO_3) necesario para neutralizar la acidez originada por el uso de 100 unidades de material fertilizante. Es muy importante el conocimiento de estos índices porque las sales (fertilizantes) ejercen gran influencia sobre el pH o reacción del suelo y por ende, la disponibilidad y absorción de nutrientes que afectan el desarrollo de la planta. (Agencia Proyecto INTA, s.f) en el (**Ver Anexo 1**) se muestra las diferentes características de los fertilizantes solubles más usados en fertirriego.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (EE-IIAP – Ucayali); jurisdicción del distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, ubicado en el Km. 12.4 de la Carretera Federico Basadre en la ciudad de Pucallpa. Geográficamente se encuentra ubicado a 8° 22' 31'' de latitud sur y 74° 34' 35'' de longitud oeste; a una altitud de 154 m.s.n.m.

3.2 MATERIAL VEGETAL DE ESTUDIO.

Corresponde a plantas francas de *Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vauch procedentes de una mezcla de semillas del fundo Santa Rita-Pucallpa, instaladas a la edad de un año, con una altura promedio de 80 cm. La parcela tiene un área de 5 166 m² con un total de 484 plantas, sembradas a un distanciamiento de 4 x 3 metros de una edad de 7 años y con una altura promedio de 2 metros. Al inicio del experimento el estado fenológico respondía a plantas en estado de reposo (hojas amarillas presentando los últimos frutos de cosecha).

3.3 ANTECEDENTES DEL MANEJO.

El cultivo fue instalado en el año 2001 y desde allí viene siendo manejado con limpiezas temporales con la ayuda de una máquina cultivadora (shindaiwa), en un principio se hizo trabajos de poda de formación pero no de fructificación no se aplicó fertilización, y tampoco se aplicó insecticidas, La producción de fruta en los meses de abril- mayo anterior al inicio del experimento fue de 1043.28kg/ha, lo que nos indica un bajo nivel de la producción, en comparación con otras parcelas que tienen un rendimiento de fruta de 2.5 TM/ha en el quinto año, CEDECAM (2005).

3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS.

Para saber la calidad de suelo del área en estudio se realizó el muestreo de suelo a 35 cm de profundidad siguiendo el método en aspa, posteriormente se mandó la muestra al laboratorio

de suelos de la UNALM, para su respectivo análisis de caracterización , con el cual se determinó que Las plantas están establecidas en un suelo ultisols de textura franca, con pH = 4.58; es deficiente materia orgánica (1.4%), fósforo (0.4ppm), potasio (25ppm) y presenta alta toxicidad de aluminio (6 meq/100 g.) y así mismo un CIC = 6.72 meq/100 g de suelo, (Ver Anexo 2).

3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS.

3.5.1 TEMPERATURA

La temperatura promedio durante el periodo de investigación julio, diciembre 2008-enero 2009 fue de 28.1 °C con una máxima de 32,7 en el mes de julio y una mínima de 17,4 °C en el mes de septiembre del 2008, los datos se registraron a las 6:00 am, 1:00 pm y 6:00 pm.

3.5.2 HUMEDAD RELATIVA

Las oscilaciones mensuales llegaron a una máxima de 94% y una mínima de 46,3%, registrando una humedad relativa promedio de 68,3 %, los datos se registraron a las 6:00 am, 1:00 pm y 6:00 pm.

3.5.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN

La Evapotraspiración máxima mensual fue de 130 mm en el mes de Julio y la mínima mensual fue de 97.1 mm, en el mes de septiembre con un promedio de 108,64 mm durante el periodo: julio-diciembre, 2008 y enero, 2009. Los datos se registraron a las 6:00 am, 1:00 pm y 6:00 pm.

3.5.4 PRECIPITACIÓN

La precipitación máxima mensual fue de 312 mm/m² en el mes de enero del año 2009 y la mínima fue de 16,8 mm/m² en mes de Agosto del año 2008, con un total de 1 007 mm/m². Los datos se registraron cada vez que hubo precipitación.

3.5.5 CLASIFICACIÓN ECOLOGÍA

Según la clasificación ecológica propuesta por HOLDRIDGE (1986), citado por Puente (2008), la Región Ucayali pertenece a un Bosque Húmedo Tropical con cuatro ciclos estacionales: Primer ciclo lluvioso (comprende los meses de febrero a mayo), ciclo seco (junio a agosto), segundo ciclo lluvioso (septiembre a noviembre) y ciclo semi seco (diciembre a enero).

3.6 MATERIALES DEL EXPERIMENTO.

Además del material vegetal descrito en el ítem 3.2 se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Equipo de riego por goteo y accesorios:

Fertilizantes.

Se contó con tres fuentes principales de fertilizantes: Urea (46 % de N), ácido fosfórico (61 % de P) y cloruro de potasio blanco (60 % de K).

Equipos de medición metereológica:

Entre los equipos metereológicos utilizados tenemos al Tanque Evaporímetro clase "A", el pluviómetro y el termohigrómetro.

Materiales complementarios.

- Croquis de ubicación de plantas.
- Formato de codificación y evaluación de plantas.
- Libreta de evaluaciones.
- Placas de codificación de las plantas.
- Tijera de podar Marca: BAHCO.

- Balanza de precisión.
- Maquina cultivadora marca sthil.
- Cámara digital.

3.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.7.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.

El proyecto se llevó a cabo en la EE-IIAP, Ucayali, en un suelo ultisol de restinga alta. El terreno destinado para la investigación es la parcela Y1 de camu camu con una edad de 7 años sembradas a un distanciamiento de 4x3 m. Presenta un relieve plano con cierta inclinación. El agua, es abastecida mediante un pozo y es distribuida por cañerías con alta presión.

3.7.2 TRABAJOS REALIZADOS EN LA PARCELA Y1.

Limpieza y acondicionamiento de las plantas:

- Eliminación de la maleza crecida en la parcela Y1 (gramalote, pasto elefante, kudzu, etc.) mediante el cultivo, con una shindaiwa (desgrosadora)
- Plateo de todas las plantas con la ayuda de un machete y una lampa plana.
- Recalce de 11 plantas faltantes en las filas/columnas que están dentro del experimento con el fin de no tener datos erróneos a la hora de la evaluación de las variables.
- Poda de limpieza y sanitaria, para eliminar ramas secas, ramas enfermas, y ramas no frutíferas
- Poda de fructificación a nivel terciario, para obtener nuevos brotes y con ella mas ramas fruteras.
- Defoliación de las 484 plantas, para acelerar y uniformizar la brotación, floración y fructificación.
- Desparasitación de plantas hospederas en este caso de suelda con suelda.

3.7.3 DISEÑO Y DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL:

A) DISEÑO EXPERIMENTAL.

En el presente trabajo de investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 bloques.

B) DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL.

- El experimento cuenta con 5 tratamientos. (**T0, T1, T2, T3, T4**)
- El experimento tiene 15 unidades experimentales (**1.....15**)
- El experimento está formado por 3 bloques. (**B1, B2, B3**)
- Cada unidad experimental está formado por 15 plantas (**15P**)

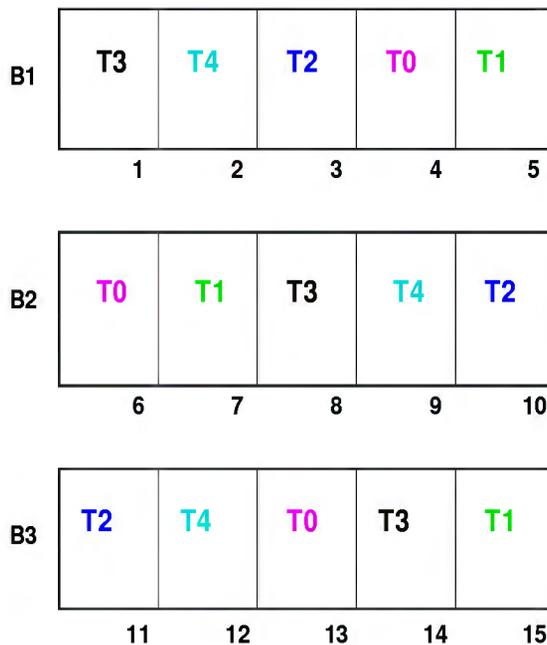
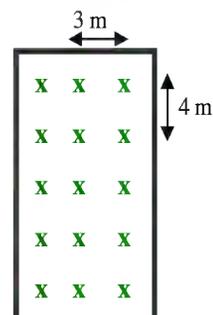


Figura 1 Distribución experimental.

- Unidad experimental, compuesta por 15 plantas



Cuadro 3 Análisis Estadístico:

Análisis de Variancia (ANVA)

F. DE VARIAC.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
BLOQUE	$r - 1$	$\sum y_{2.j/k} - y_{2..}/rk$	S.C./G.L	C.M. Bloq/C.M.error
TRATAMIENTO	$k - 1$	$\sum y_{2i./r} - y_{2..}/rk$	S.C./G.L	C.M.trat/C.M.error
ERROR EXP.	$(r-1)(k-1)$	DIFERENCIA	S.C./G.L	
TOTAL	$rk - 1$	$\sum \sum Y_{2IJ} - Y_{2}/RK$		

Fuente: Herman Collazos, 2001

Para el experimento tenemos:

F. DE VARIAC.	G.L.
BLOQUE	2
TRATAMIENTO	4
ERROR EXP.	8
TOTAL	14

Modelo Estadístico.

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

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera, del i- esimo tratamiento en estudio

μ = Media General.

τ_i = Esimo tratamiento en estudio.

ε_{ij} = Desvío al azar del i-mo tratamiento y j-ma unidad experimental

(error experimental),

β_j = Efecto del j- mo bloque.

Para:

$i = 1, 2, 3, 4, 5$: Tratamientos, $j = 1, 2, 3$: Repeticiones.

3.7.4 DISEÑO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DE RIEGO POR GOTEO.

La instalación de un sistema de riego por goteo consta en esencia de los siguientes elementos: Sistema de filtrado, Equipo de fertilización, válvulas medidoras, unidad de control, reguladores de presión y sus indicadores, tuberías flexibles de plástico para ramales secundarios laterales y los “goteadores” (Figuras 2 y 3). La información detallada del sistema aplicado fue proporcionada por Olaya, (2008)

El cabezal de riego. Es el conjunto que forman el sistema de filtrado y el de fertilización con sus correspondientes válvulas y accesorios. Junto con las tuberías y los goteros forman los elementos fundamentales del sistema.

Los equipos de filtración. Son imprescindibles para filtrar las aguas que provengan de estanques al aire libre, pozos subterráneos, ríos, etc. Que nunca garantizan su limpieza. Los sistemas de filtrado son de muchos tipos y todos tratan de conseguir que el agua este libre de partículas extrañas. Entre Los equipos mas usados tenemos a los Filtros de arena y gravas, Filtros de mallas, Filtros de algas; son sistemas fundados en la decantación, filtro de cilindros, filtro de anillos. El que se utilizó en el experimento fue el filtro de anillos capaz de filtrar hasta 130 micras.

Tanques de fertilización. Son depósitos de plástico y/o metálicos que sirven para diluir el fertilizante con agua es una de las grandes ventajas del riego por goteo, radica en la posibilidad de incorporar al riego, el abono necesario para el buen cultivo de las plantas. Esta modalidad de abonamiento garantizará el reparto proporcionado del complemento nutritivo, así como la puntualidad del momento adecuado para efectuarlo.

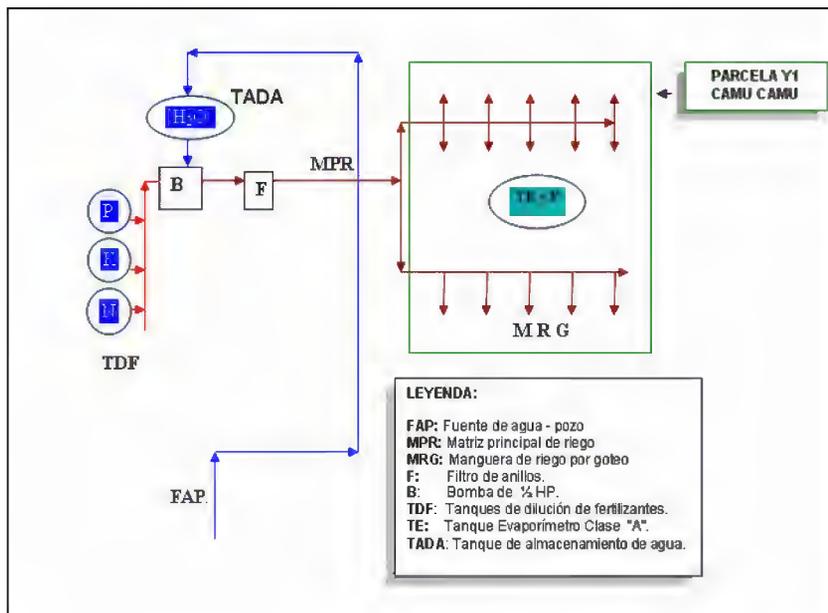
El control del riego. Es fundamental para que la instalación tenga un buen sistema que garantice la presión, el caudal, el tiempo, etc. Todo ello lo realizan las válvulas, y reguladores de caudal que son lo que contribuyen con su eficacia al mejor aprovechamiento de la instalación.

Los goteros. Son los elementos que sirven para aplicar el agua a las plantas. Son de diversas clases y modalidades, pero todos tienen como finalidad de regular el caudal y tener el orificio del tamaño adecuado para que se eviten las obstrucciones que constituyen el principal problema de esta modalidad de riego.

Las tuberías porta “goteros” puede adoptar diferentes disposiciones, podemos citar a las siguientes: i) En línea-adequado para suelos pesados y a menores distanciamientos, ii) En línea con extensores laterales se puede llevar el agua a todos los alrededores de la planta. Evidentemente la red de tuberías con sus distintos diámetros, reductores y accesorios son, digamos, como la estructura del riego por goteo. El hecho de que hoy exista el PVC, y otros derivados del petróleo, han facilitado y ayudado a la difusión de este sistema por sus ventajas de transporte, su facilidad en el corte y en el pegado y al mismo tiempo la dureza y resistencia ante los cambios de temperatura han hecho que el fibrocemento se deje sólo para las redes principales de grandes cultivos.



Figura 2 Equipos de riego por goteo utilizados en el experimento



Fuente: Olaya (2008).

Figura 3 Diseño e instalación del sistema de riego por goteo.

3.7.5 DEFINICIÓN DE LAS FUENTES Y TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN.

Una vez obtenidos los resultados del análisis de suelo de la parcela Y1, y previa revisión de literatura (requerimientos nutricionales del camu camu) el equipo de trabajo (tesista y asesores) se reunió el 4 de julio en la EE-IIAP Uc., para discutir y elegir las fuentes y los tres tratamientos correspondientes a la fertilización, a continuación presentamos las fuentes y los niveles de fertilización elegidos y los demás tratamientos.

Las fuentes que se utilizaron para la fertilización fueron:

Para **Nitrógeno** se usó: Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)

Para **Fósforo** se usó: Ácido fosfórico (H_3PO_4) y

Para **Potasio** se usó: Cloruro de Potasio (ClK).

Para calcular la cantidad en (Kg) de fertilizantes que se empleó en la investigación se utilizó los siguientes parámetros: Niveles de fertilización, Cantidad de nutriente en la fuente (%), y el área real de experimentación.

Tratamientos usados en la Investigación.

Los tratamientos son 5 (Cuadro 4), el primero consiste en el tratamiento testigo el siguiente es solamente riego por goteo sin fertilización y los tres últimos consisten en niveles de fertilización N-P-K mas riego.

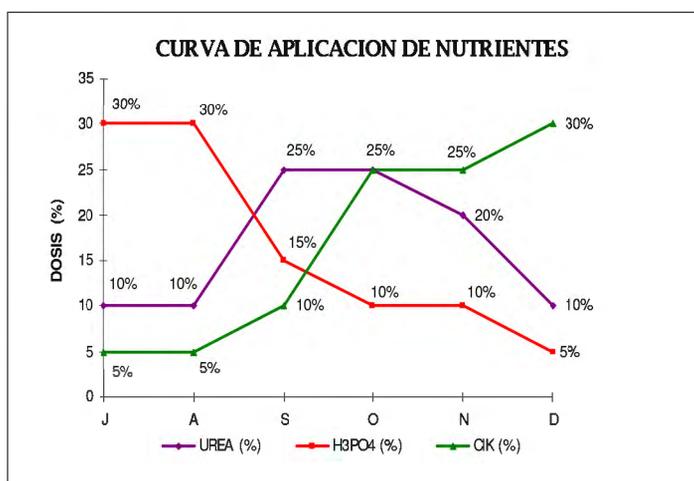
Cuadro 4 Tratamientos empleados en la investigación.

TRATAMIENTOS	FERTILIZANTES (Kg/Ha)			RIEGO POR GOTEO (RG)
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	H_3PO_4	ClK	
T0 (testigo)	0	0	0	SIN RG Y SIN FERTILIZANTE
T1	0	0	0	CON RG Y SIN FERTILIZANTE
T2	60	40	80	RG + FERTILIZANTE
T3	120	80	160	RG + FERTILIZANTE
T4	240	160	320	RG + FERTILIZANTE

3.7.6 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN:

A) APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES DURANTE LOS 6 MESES DE INVESTIGACIÓN.

Las plantas a lo largo de su ciclo productivo tienen diferentes requerimientos de nutrientes, presentándose periodos críticos de mayor necesidad, es entonces indispensable una disposición adecuada de los fertilizantes para garantizar que sean mejor aprovechados. Para ello se vio conveniente aplicar los fertilizantes en forma fraccionada mediante dosis de fertilización en porcentaje durante los 6 meses de investigación y también teniendo en cuenta el desarrollo fenológico productivo de las plantas (Figuras 4 y 12)



Fuente: Olaya (2008).

Figura 4 Curva de aplicación de nutrientes durante el ciclo productivo (Julio – Diciembre, 2008).

Estrategia de Aplicación.

Se inició con la aplicación de un 10% de Urea (julio y agosto) porque las plantas estuvieron en la etapa de generación y crecimiento de brotes después de la poda y defoliación manual. A la misma vez se observó escasa masa foliar entonces la inyección de N ayudó en la generación de mayor cantidad de brotes, y por lo tanto un mayor número de ramas y hojas de color verde

intenso libre de enfermedades con lo cual aseguramos una mayor fructificación. Las dosis fueron aumentando hasta Octubre luego se disminuyeron hasta terminar el experimento esto es con el objetivo de darle a la planta espacio o capacidad para que pueda desarrollar sus fases de floración y fructificación con normalidad de lo contrario la planta seguiría generando masa foliar, etapa que ya no es tan significativa para nuestros objetivos.

En cuanto al **ácido fosfórico** se aplicó un 30 % (julio y agosto) esto es porque la planta al generar nuevos brotes necesita alimentarse mas, para continuar generando mayor área foliar pero, para ello es necesario inyectar mayor cantidad de P para el desarrollo y crecimiento de raíces activas y con ello puedan absorber la mayor cantidad nutrientes. La dosis de P se disminuyó gradualmente debido a que la planta en los 3 primeros meses necesita nuevas raíces, estas con el pasar de los meses ya no cumplen la función de absorción si no más bien estas envejecen sirviendo en su mayoría solo de anclaje.

En cuanto al cloruro de potasio se le aplicó un 5 % (julio y agosto) desde luego es una cantidad bastante pequeña, esto es porque aun las plantas están en sus etapas fenológicas (formación de área foliar y sistema radicular), la dosis se fue aumentando siendo mayor en las etapas de floración y fructificación, esto es con la finalidad de evitar la caída de flores, agrietamiento y cuarteamiento del fruto.

Con las dosis de fertilización Establecidas se procedió a calcular la cantidad de fertilizante en (g/mes) a emplearse durante el ciclo productivo (Julio - Diciembre, del 2008), así mismo cabe resaltar que los fertilizantes se aplicaron 2 veces por semana, es decir 8 veces al mes, (**Ver Anexo 3**).

3.7.7 TOMA DE DATOS METEOROLÓGICOS.

El tanque evaporímetro clase "A" (ET₀).

Se ubicó en el centro de la parcela Y1 a 80 cm sobre el suelo en una parrilla bien nivelada, las mediciones se realizaron todos los días a las 7 a.m., 1 p.m. y 6 p.m.

Pluviómetro (PP).

Este equipo también se instaló sobre una parrilla y los datos se registraron cada vez que se presentó la precipitación. Para el trabajo de investigación se utilizó un pluviómetro con una superficie útil de 226,98 cm² y con un coeficiente de precipitación de 0,044, (**Ver Anexo 4**)

Termohigrómetro (T°).

Este equipo se instaló bajo techo con el sensor expuesto al medio ambiente, los datos se registraron a las 7 a.m., 1 p.m. y 6 p.m.

3.7.8 CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL RIEGO DIARIO.

El agua de riego se calculó en base a:

La Evapotraspiración (ETP) se obtiene a partir de la multiplicación del valor de la Evapotraspiración de referencia (ET₀) y el coeficiente del cultivo (**Kc**).

$$ETP = ET_0 \times Kc.$$

Kc.: Este coeficiente se tomó como referencia de otros cultivos perennes Para la presente investigación se empezará con un valor de Kc. = 0.7 (planta ya formada de 7 años de edad), y además porque en estos momentos las plantas están totalmente defoliadas, el coeficiente se ira incrementando según vaya aumentando su masa foliar.

Cálculo de la capacidad de riego (CR).

Es la cantidad promedio de agua que botan los goteros en un tiempo determinado.

$$CR = N^{\circ} \text{ de emisores} \times \text{caudal} = \text{volumen de agua promedio.}$$

Ej.

Se tiene 480 goteros

Y cada gotero bota 1.2 l/hora

$$\text{Entonces la } CR = 480 \times 1.2 \text{ l/hora} = 576 \text{ l/h} = 0.576 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

Entonces :

$$\text{La ETP} = \text{ET}_0 \times \text{Kc.}$$

$$\text{ETP} = 20\text{m}^3/\text{Ha} \times 0.7 = 14 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Cálculo del tiempo de riego (TR):

El tiempo de riego esta dado por:

$$\text{TR} = \text{CR}/\text{ETP} \text{ esto será:}$$

$$\text{TR} = 0.576\text{m}^3/\text{h} / 21\text{m}^3/\text{ha.} = 36.45 \text{ horas/ha.}$$

Este volumen de agua y el tiempo de riego corresponden a una ha. Pero para nuestra área de experimentación 540 m² solo le corresponde 1.134 m³ de agua en un tiempo de 1 hora con 58 minutos, (Ver anexo 5)

Metodología para regar todos los días.

- a) Calcular el tiempo de riego en base a la ETP y Kc.
- b) Verificar mi equipo de riego que este en buenas condiciones (bomba, filtro, llaves, mangueras y goteros).
- c) Iniciar el riego.

Metodología para fertirrigar 2 veces por semana.

- a) Calcular el tiempo de riego en base a la ETP y Kc.
- b) Verificar mi equipo de riego que este en buenas condiciones (bomba, tanques de dilución, filtro, llaves, mangueras, goteros, etc.).
- c) Enrasar los tanques de dilución de fertilizantes con 60 litros de agua.
- d) Incorporar y diluir la dosis de fertilizante en cada tanque de dilución.
- e) Iniciar el fertirriego.

Pasos para fertirrigar durante 1 hora el tratamiento T2

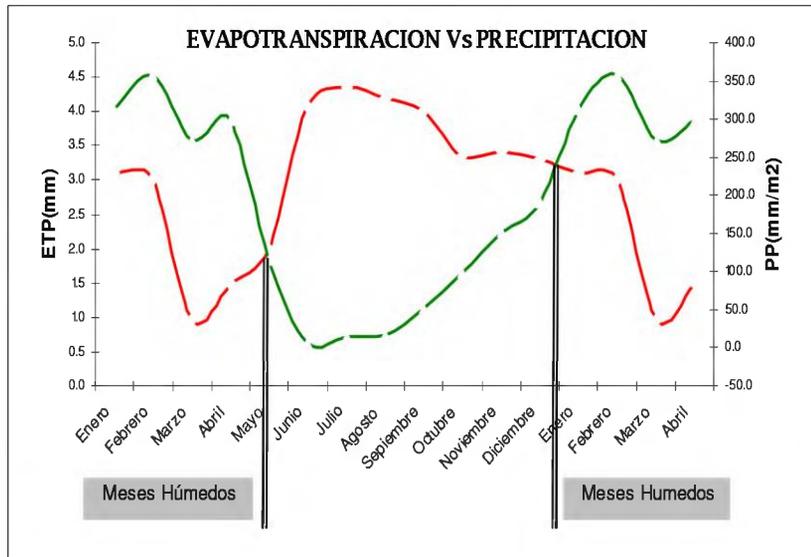
- 1) Inyectar agua por el mecanismo de riego hasta que el Manómetro marque una presión de 1.2 Atm. Este valor asegurará que en las 3 repeticiones el riego sea uniforme.
- 2) Empezar a inyectar agua por un tiempo de 5 minutos esto es con el objetivo de humedecer la zona radicular de la planta.
- 3) Fertirrigar durante 15 minutos con Acido fosfórico, 15 minutos con cloruro de potasio y 15 minutos con urea.
- 4) Una vez que han pasado los 3 fertilizantes se manda agua por 10 minutos, esto es con la finalidad de lavar el filtro, las tuberías principales y las mangueras de riego.

Este mismo procedimiento se repite para el T2 y T3

Con el tratamiento T1 [riego por goteo] no hay mayores complicaciones porque simplemente se le inyecta agua de acuerdo a su tiempo de riego.

La temperatura (T°) y evapotranspiración (ETP) son directamente proporcionales es decir a mayor T° mayor ETP y viceversa, lo más resaltante en esta figura (**Anexo 6**) es que a partir de los 65 días correspondiente al mes septiembre del 2008, la temperatura promedio empieza a descender hasta por debajo de los 20 $^{\circ}\text{C}$ como consecuencia del fenómeno del friaje, en respuesta a este descenso de temperatura ocasiona que la ETP disminuya hasta valores iguales a cero, influyendo directamente en el tiempo de riego. Como consecuencia de la interacción de estos fenómenos se puede afirmar que el tiempo de riego es también directamente proporcional a la T° y la ETP, es decir que a mayor T° y mayor ETP el tiempo de riego será mayor y viceversa.

En la figura 5 se puede observar el comportamiento de la Evapotranspiración Vs. La precipitación durante los meses del año 2008 (julio-diciembre) y 2009 (enero-junio), se observa claramente que hay dos periodos bien definidos los meses secos (junio-diciembre) y los meses húmedos (enero-mayo), así mismo se observa que los meses más críticos en sequía son los meses junio, julio y agosto con lo cual se demuestra que el riego es necesario en este periodo, en los siguientes meses las precipitaciones aumentan convirtiéndose así el riego en un complemento indispensable.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5 Evapotraspiración Vs. Precipitación durante el ciclo productivo, Julio-Diciembre, 2008-Enero, 2009

A) VOLUMEN DE AGUA EN M³/HA INCORPORADA AL CULTIVO DE CAMU CAMU EN UN CICLO PRODUCTIVO.

La cantidad de agua incorporada al cultivo de camu camu estuvo dado por las horas de fertirriego, riego y precipitación atmosférica, a continuación se presenta el cuadro 6, donde se ve las cantidades de agua en m³ incorporadas durante los 7 meses de investigación correspondiente a una campaña.

En el cuadro 5 se observa que la cantidad de agua total incorporada durante los 7 meses de investigación asciende a un total de 12 960 m³/ha, esto corrobora lo dicho por Vázquez (1986) citado por Guerrero (1998), que los frutales de hoja caduca necesitan alrededor de 11 000 a 14 000 m³/ha/campaña agrícola.

Cuadro 5 . Volumen de agua en m³ incorporado al cultivo de camu camu en un siglo productivo (Julio, 2008 –Enero, 2009)

Meses	F+R (m ³ /Ha)	PP (m ³ /Ha)
J	610,4	168,0
A	591,5	195,4
S	428,5	1396,1
O	264,4	1717,8
N	575,4	1506,6
D	488,9	1897,3
E	0	3 120
Total	12 960,2 m ³ /ha	

En la figura 6, se aprecia la cantidad de agua en m³/ha incorporada al cultivo de camu camu mediante fertirriego (riego por goteo+ precipitación) durante el periodo de investigación, la incorporación de agua bajo la primera modalidad estuvo en función a la ETP, capacidad de riego del equipo y al valor del Kc.

Al mismo tiempo se observa que en los dos primeros meses de investigación el volumen de agua en m³/ha, incorporado mediante fertirriego al cultivo de camu camu fue mayor que la precipitación, con esto efectivamente se comprueba que en los dos primeros meses se tuvo época seca, a partir del mes de septiembre la precipitación aumentó, disminuyendo la incorporación de agua mediante el riego por goteo, es decir que cuando llovía el riego se suspendía alrededor de dos a tres días dependiendo del volumen de agua precipitada, una vez que el suelo volvía a estar en capacidad de campo se empezaba con el riego diario, en este sentido la zona radicular de las plantas siempre permanecieron con humedad, asegurando el buen desarrollo productivo de las mismas.

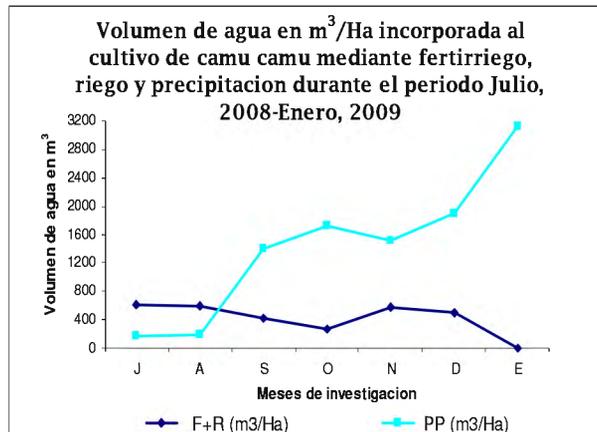


Figura 6 Volumen de agua en m³/Ha incorporada mediante fertirriego, riego y precipitación al cultivo de camu camu durante los 7 meses de investigación (julio, 2008-Enero, 2009).

3.8 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.

1) Variable independiente:

- a) Niveles de fertilización mediante la técnica del fertirriego.

2) Variable dependientes:

- b) Fenología reproductiva.
 - Tiempo a la floración
 - Tiempo a la fructificación
 - Tiempo a la cosecha.

- c) Número de botones florales/ tratamiento.
- d) Número de frutos pequeños/tratamiento.
- e) Número de frutos de cosecha/tratamiento.
- f) Peso de fruto en (g) y (kg)/tratamiento.
- g) Rendimiento de fruto en Tm/ ha/tratamiento
- h) Contenido de vitamina C en mg/100 g de pulpa / tratamiento.

3.8.1 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES.

Cabe señalar que durante la investigación se evaluó 10 plantas/cada unidad experimental, es decir se tendrá 50 plantas por cada bloque y 30 plantas por cada tratamiento, haciendo un total de 150 plantas, las variables a evaluar son:

A) *FENOLOGÍA REPRODUCTIVA*

En esta variable se evaluó el tiempo (en días) que demora cada una de las etapas fenológicas reproductivas desde la emisión de botones florales hasta la cosecha, para ello se tuvo en cuenta a todas las 45 plantas de cada tratamiento,

- Tiempo a la floración.
- Tiempo a la fructificación.
- Tiempo a la cosecha.

B) *NÚMERO DE BOTONES FLORALES/PLANTA.*

Botones florales son aquellos que se han formado a partir de la aparición de la yema, pasando por etapas de crecimiento parecidos a la cabeza de alfiler, luego parecidos a un globo y hasta que finalmente se abre emergiendo el estilo y los estambres pasando a ser una flor la cual será polinizada para dar comienzo a la fructificación. Estos datos fueron muy importantes porque nos permitieron conocer la capacidad productiva de las plantas en función a cada uno de los tratamientos

C) NÚMERO DE FRUTOS PEQUEÑOS.

Una vez que la flor fue fecundada los estambres y los sépalos se desprenden adoptando la forma de cabeza de alfiler de color verde claro, al fruto se considerara pequeño cuando este tenga un tamaño de 0.61 y 1. cm de diámetro manteniendo su color verde, a partir de aquí los frutos ya son considerados como frutos fisiológicamente desarrollados.

D) NÚMERO DE FRUTOS DE COSECHA.

Se considera como fruto de cosecha a partir del inicio de la coloración (frutos fisiológicamente maduros) tiene que presentar al menos manchas rojizas (fruto pinton, 25 % de coloración) esto puede variar de acuerdo al objetivo que se tenga del producto final, pudiendo cosecharse en estado maduro 75% de coloración y sobremaduro 100% de coloración rojiza tipo vino.

Cabe señalar que el conteo se hizo a la totalidad de la planta con la ayuda de un contómetro manual.

E) PESO DE FRUTO (G)/TRATAMIENTO.

Para evaluar esta variable se cosechó 20 frutos al azar, estos fueron pesados con la finalidad de obtener un peso promedio de frutos de cosecha por planta y por tratamiento, a partir de estos valores se pudo obtener datos de: peso en g y en Kg.

F) RENDIMIENTO DE FRUTO EN TM/HA/TRATAMIENTO.

Para evaluar el rendimiento se uso los datos de la variable e, posteriormente se llevó a Ha con una densidad de 4 m x 3 m.

G) CONTENIDO DE VITAMINA C EN MG/100 G DE PULPA /TRATAMIENTO.

Se realizó el análisis de ácido ascórbico por tratamientos, con la finalidad de evaluar el efecto que causan en el contenido de vitamina C. para el análisis se considero frutos en estado (pinton, maduro). Posteriormente se realizó la selección, lavado, desinfección, pulpeado, pesado (100gr.de pulpa/muestra), sellado, codificación de muestras, congelado a -20 °C y finalmente enviado a un laboratorio para su respectivo análisis por el método de TITRIMETRIC METHOD ABBE (Lab. NATURA-Pucallpa).

3.9 EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO.

En este acápite se evaluó la rentabilidad económica entre un sistema tradicional Vs. Un sistema tecnificado en el aprovechamiento del cultivo del camu camu.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FENOLOGÍA DE (*MYRCIARIA DUBIA H.B.K*) BAJO LA TÉCNICA DEL FERTIRRIEGO.

4.1.1 COMPORTAMIENTO DE LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA.

A) TIEMPO A LA FLORACIÓN.

En esta etapa se evaluó el comportamiento de la emisión de botones florales y flores de las 45 plantas de camu camu de cada tratamiento con la finalidad de observar si existe uniformidad en su desarrollo y en que momento se produce con más intensidad, (**Ver anexo 6**). En la figura 7, se puede observar el comportamiento de las plantas, con presencia de botones florales, durante un periodo de evaluación de 36 días. En los 12 primeros días los tratamientos T0 [testigo] y T3 [120-80-160/N-P-K] y T4[240-160-320/N-P-K] tuvieron un 15 % en promedio de plantas con botones florales, disminuyendo hasta 5% los 24 días, llegando a 0 plantas con botones florales a los 36 días. Por el contrario el tratamiento T1 [riego por goteo] tuvo un 35% de plantas con botones florales en los 12 primeros días, llegando a 7% a los 24 días y 0 plantas con botones florales a los 36 días de evaluación, por otra parte las plantas pertenecientes al tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] tuvieron comportamiento ascendente a los 12, 24 y 36 días de evaluación, por lo tanto podemos asegurar que las plantas de camu camu bajo las condiciones de manejo de: Fertilización, podas de fructificación y defoliación, responden de manera uniforme.

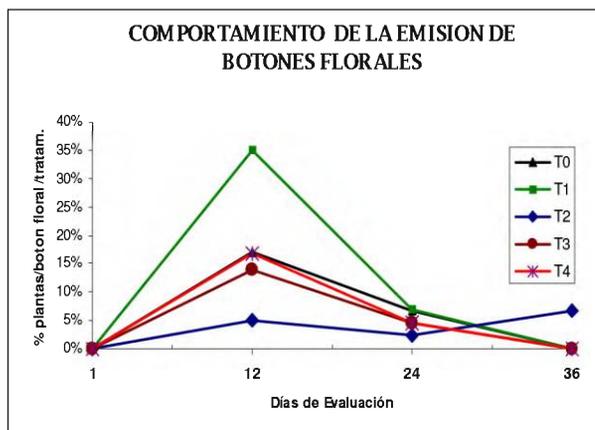


Figura 7 Comportamiento de la emisión de botones florales.

En la figura 8 se puede observar el comportamiento de la emisión de flores de las 45 plantas, a los 10 días de evaluación los tratamientos T1 [riego/goteo] y T2 [60-40-80/N-P-K], alcanzaron hasta un 90 % de floración, el 10% de plantas se retrasaron terminado de florear al cabo de 30 días, así mismo la floración en los demás tratamientos se concentró en los 10 primeros días de evaluación pero en menor porcentaje (72%), el 28% de plantas se retrasaron terminando a los 30 días de evaluación. Estos resultados nos pueden ayudar a manejar agentes de polinización mediante el uso de vectores polinizantes para asegurar la fertilización de todas las flores.

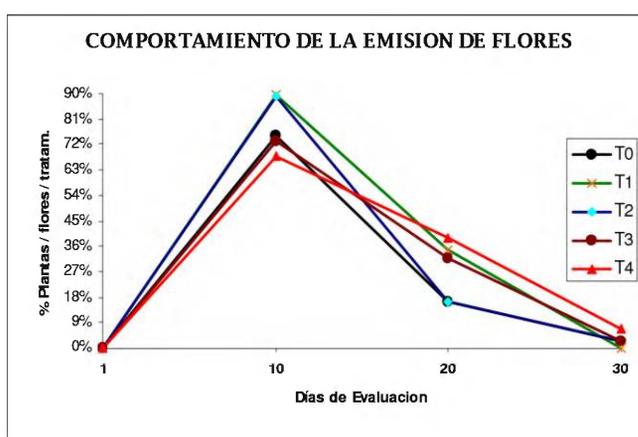


Figura 8 Comportamiento de la emisión de flores.

B) TIEMPO A LA FRUCTIFICACIÓN.

En la figura 9 se puede observar el comportamiento de las plantas con frutos pequeños durante los 30 días de evaluación, los tratamientos T1 [riego/goteo] y T2 [60-40-80/N-P-K], siguen el mismo comportamiento que la emisión de flores llegando hasta un 90% probablemente a que fueron las mismas plantas, así mismo se puede ver que el mayor porcentaje se dió en los primeros 10 días de evaluación, disminuyendo hasta un promedio de 36 % a los 20 días de evaluación, así mismo en la figura 10 se puede observar el comportamiento de plantas con frutos de cosecha, el mayor porcentaje de plantas con frutos de cosecha se logró a los 20 días, esto significa que al veinteavo día tendremos la cosecha máxima de fruta, con menor porcentaje al inicio y al final.

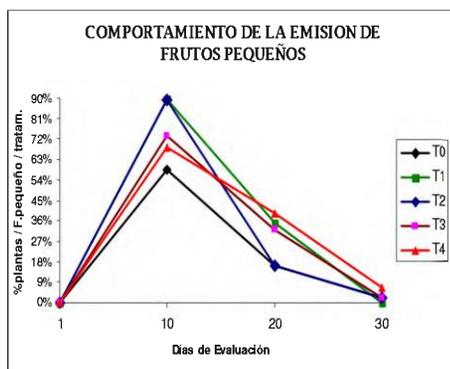


Figura 9 Comportamiento de la emisión de frutos pequeños

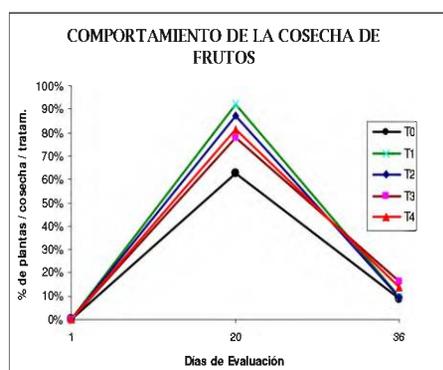


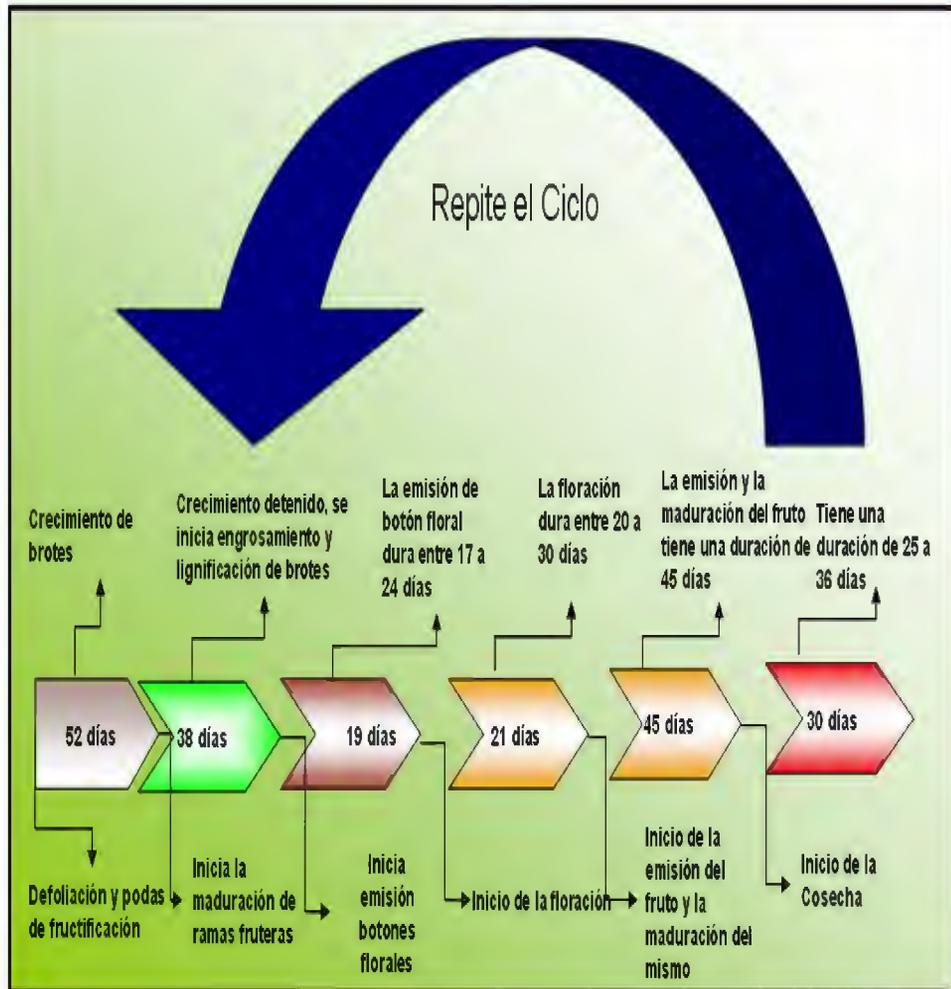
Figura 10 Comportamiento de plantas con frutos de cosecha.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE (*MYRCIARIA DUBIA H.B.K*) BAJO LA TÉCNICA DE FERTIRRIEGO.

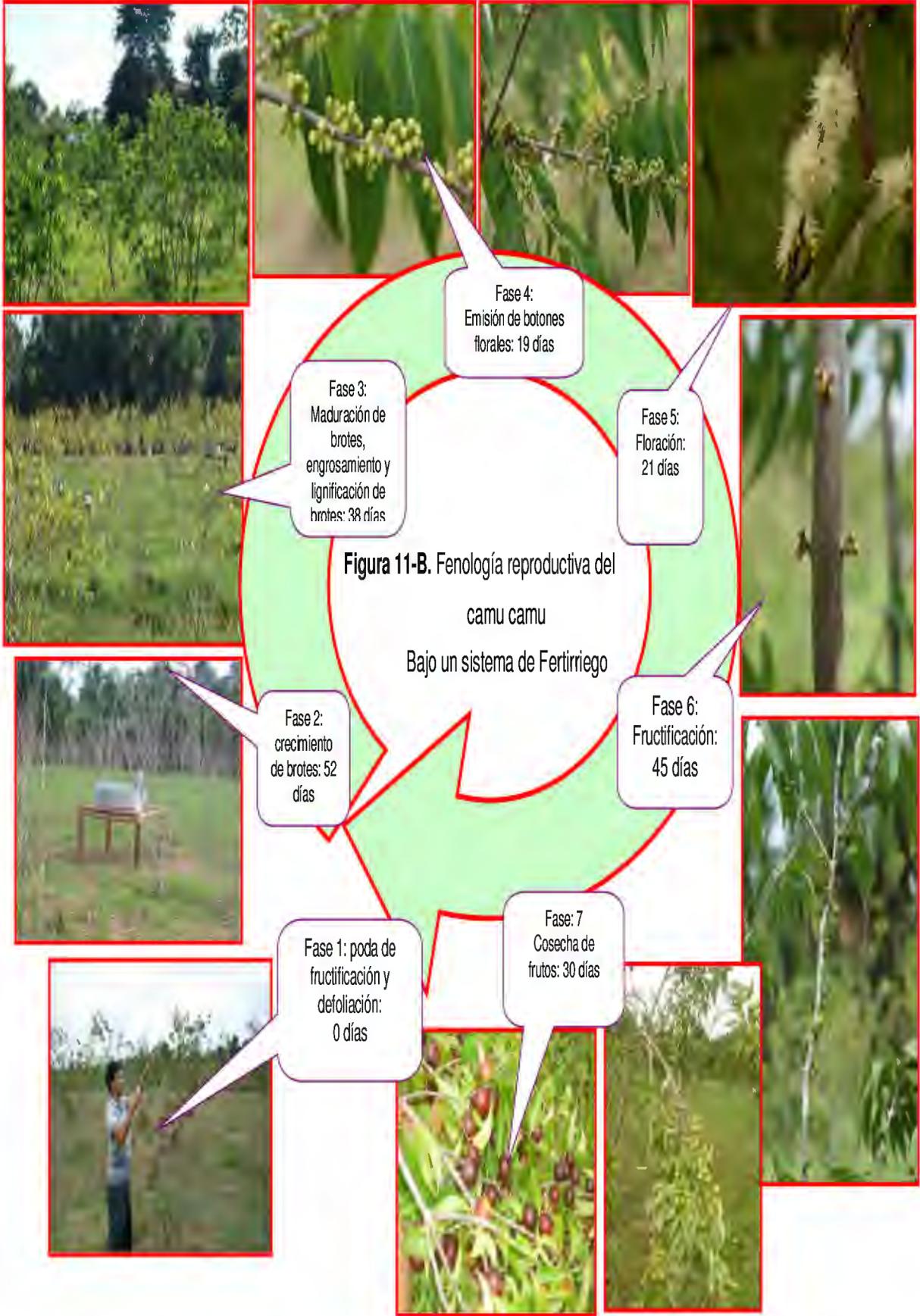
En la figura 11 (A, B) se presenta una secuencia de detalles e imágenes de los procesos fenológicos vegetativos y productivos iniciándose con el crecimiento de brotes y concluyendo con la maduración del fruto, proceso que esta dividido en tres fases: desarrollo de ramas fruteras, desarrollo de la flor y desarrollo del fruto. El desarrollo de las ramas fruteras se inicia después de la podas de fructificación y defoliación, en esta fase esta involucrado el crecimiento

de brotes que duró un tiempo de 52 días, engrosamiento y lignificación de brotes (maduración de las ramas fruteras) la cual tomó un tiempo de 38 días, de este modo la primera fase tuvo una duración de 90 días. La segunda fase consistió en el desarrollo de la flor iniciándose con la emisión de botones florales que demoró un tiempo total de 25 días seguido de la emisión de la flor que tomó un tiempo de 21 días, y por último tenemos al desarrollo del fruto el cual involucra a la emisión y maduración del fruto, tomando un tiempo de 45 días, en otras palabras la campaña duró 205 días desde la poda de fructificación hasta la cosecha de los frutos, el cual es equivalente a 6 meses y 20 días. Con este tipo de manejo se puede tener mayor uniformidad en todas las etapas fonológicas productivas la cual va a permitir obtener dos cosechas bien definidas al año, lo que no sucede con el manejo convencional en la cual la floración de un individuo ocurre en forma continua, es decir que las plantas puede presentar yemas florales, flores y frutos al mismo tiempo, Peters y Vásquez (1986).

Figura 11 A .Ciclo reproductivo del camu camu en condiciones de manejo.



Desde la defoliación hasta obtener fruto de cosecha se necesita 205 días. Distribuido en 90 días en preparación de ramas, 85 días en floración y crecimiento fisiológico de los frutos y 30 días de cosecha.



A) NÚMERO DE BOTONES FLORALES.

En la figura 12 se observa que el tratamiento T4 [240-160-320/N-P-K] obtuvo mayor número de botones florales igual a 1 324,72 seguido del tratamiento T3 [120-80-160/N-P-K] con 1 092,90. Así mismo el tratamiento T0 [testigo] fue el que produjo menos que los demás tratamientos con un valor igual a 751,14; de forma general observamos que a medida que se incrementa las condiciones de riego y dosis de fertilización la capacidad productiva aumenta. Estos resultados demuestran que la aplicación de agua y nutrientes en una plantación de camu camu de 7 años de edad influenciaron positivamente en la capacidad productiva de botones florales.

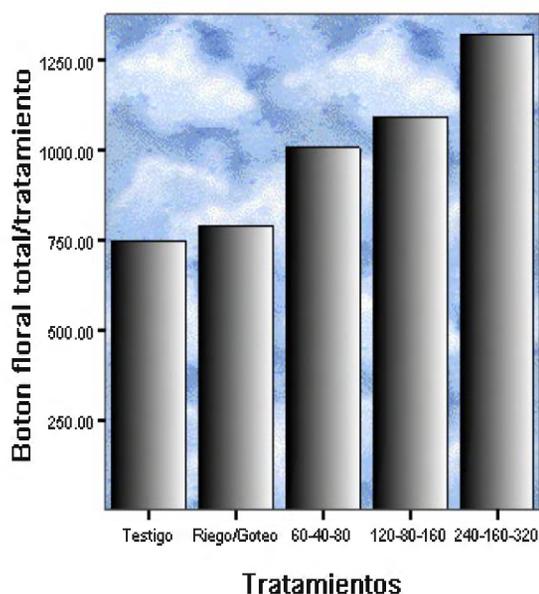


Figura 12 Gráfico de medias para N° de botones florales.

En el análisis de varianza (Cuadro 6), para la variable Botón floral total, se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza menores al 0.05%. Esto pone en evidencia que todos los tratamientos, estadísticamente se han comportado igual, haciendo suponer que ninguno es mejor que otro.

Cuadro 6 Análisis de Varianza para N° de Botones florales de *Myrciaria dubia*.

Variable dependiente: Boton floral total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
BLOQUE	1144575.43	2	572287.713	.643	.527
TRAT	6186497.08	4	1546624.27	1.737	.145
Error	123744979	139	890251.651		
Total corregida	131245727	145			

En el cuadro 7 se observa que para los tratamientos T0 [estigo], T1 [riego/goteo], T2[60-40-80/N-P-K], T3[120-80-160/N-P-K] y T4[240-160-320/N-P-K], la producción de botones florales fue con el 97% de plantas, es decir que de las 30 plantas evaluadas solo 29 emitieron botones florales, por otro lado se observa que, en el tratamiento T3[120-80-160/N-P-K] la producción de botones florales fue con el 100% de plantas evaluadas. Así mismo se observa que la desviación estándar del tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K], es mayor que la media, esto se debe precisamente a la alta variabilidad que presentaron las plantas en la producción de botones florales, para evitar que el coeficiente de variabilidad (CV) presente valores muy altos se realizó la transformación de datos utilizando el método de la raíz cuadrada más uno, con lo cual se redujo la variabilidad en todos los tratamientos (**Anexo 8**), la misma que no fue controlada en el experimento.

Cuadro 7 Estadística Descriptiva para la variable botón floral total.

Tratamientos	Porcentaje de plantas en producción	Media	Desviación típica	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testigo (T0)	97	751,1	453,4	30.6	171	1708
Riego/Goteo (T1)	97	792,7	662	40.4	98	2689
60-40-80 (T2)	97	1007,2	1034,1	54.1	17	4138
120-80-160 (T3)	100	1092,9	1058	47.5	11	4716
240-160-320 (T4)	97	1324,7	1260	54.7	18	4073

B) NÚMERO DE FRUTOS PEQUEÑOS.

Con respecto a la producción de frutos pequeños (Figura 13) Se observa que en los tratamientos de fertilización, no sigue la misma tendencia que la producción de botones florales, se comporta en forma ascendente hasta el tratamiento T2[60-40-80/N-P-K], con los tratamientos y T3[120-80-160/N-P-K] y T4[[240-160-320/N-P-K] no pasa lo mismo, el tratamiento T2[60-40-80/N-P-K], disminuye notablemente hasta una media igual a 621,28 muy cercana al tratamiento testigo T0. Así mismo se observa que el T4 [240-160-320/N-P-K] obtuvo el mejor resultado con 892, 24 frutos pequeños. Estos resultados corroboran lo mencionado por Oliva (2007) que la pérdida de frutos pequeños, son debido a diversos factores siendo el principal la no fertilización de flores o la falta de flujo de polen por ausencia de polinizadores específicos.

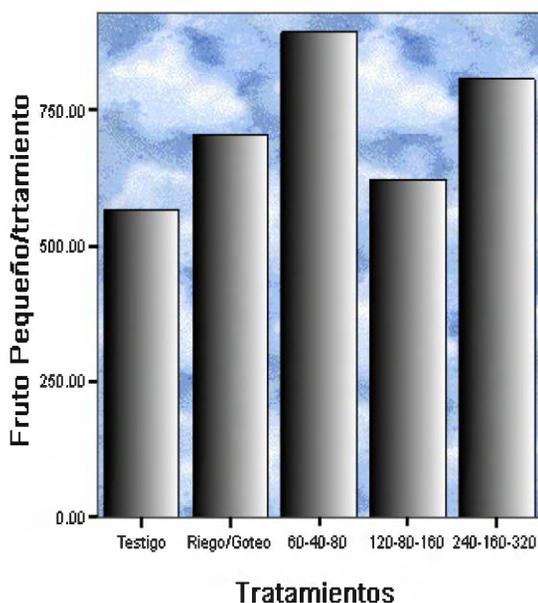


Figura 13 Gráfico de medias para la variable N° de frutos pequeños.

En el análisis de varianza (Cuadro 8), para la variable fruto pequeño total, se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza menores al 0.05%. Esto pone en evidencia que todos los tratamientos, estadísticamente se han comportado igual, haciendo suponer que ninguno es mejor que otro.

Cuadro 8 .Análisis de Varianza para fruto pequeño total de *Myrciaria dubia*.

Variable dependiente: Fruto Pequeño Total					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
BLOQUE	1757898.92	2	878949.460	1.698	.187
TRAT	2094424.97	4	523606.242	1.011	.404
Error	71966832.9	139	517746.999		
Total corregida	75934398.4	145			

En el cuadro 9 se observa que todos los tratamientos: Testigo T0 [testigo], T1 [riego por goteo], T2 [60-40-80/N-P-K], T3 [120-80-160/N-P-K] y T4 [240-160-320/N-P-K] la producción de frutos pequeños fue con el 97% de plantas, es decir que de las 30 plantas evaluadas, 29 emitieron botones florales. Así mismo se observa que la desviación estándar en los tratamientos T1 [riego por goteo] y T4 [240-160-320/N-P-K] es mayor que su promedio, esto se debe a la alta variabilidad genética que posee el camu camu ya que encontramos plantas con 3 y 9 frutos pequeños hasta valores de 3 380 y 2 050 respectivamente, haciendo que el CV sea alto con valores por encima de 60%, para reducir la variabilidad existente también se realizó transformación de datos utilizando el método de raíz cuadrada más uno con lo cual se pudo reducir en un 50%, (**Anexo 8**) demostrando también que no se ha tenido control sobre la variabilidad genética del material.

Cuadro 9 Estadística Descriptiva para la variable número de fruto pequeño total.

Tratamientos	porcentaje de plantas en producción	Media	Desviación típica	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testigo (T0)	97	563,9	358,2	32.3	83	1368
Riego/Goteo (T1)	97	703,6	619,2	43.9	25	2388
60-40-80 (T2)	97	892,2	1001,4	59.2	10	3800
120-80-160 (T3)	97	621,3	493	40.4	9	2050
240-160-320 (T4)	97	806,2	928,5	64.4	3	3380

C) NÚMERO DE FRUTOS DE COSECHA.

Con respecto a la variable frutos de cosecha (Figura 14) se observa que el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] obtuvo mayor número de frutos de cosecha con un promedio igual a 686,0 seguido del tratamiento T3 [120-80-160/N-P-K] con 545,3. Así mismo se observa que el tratamiento T0 [testigo] fue el que produjo menos que los demás tratamientos con un promedio igual a 407,6.

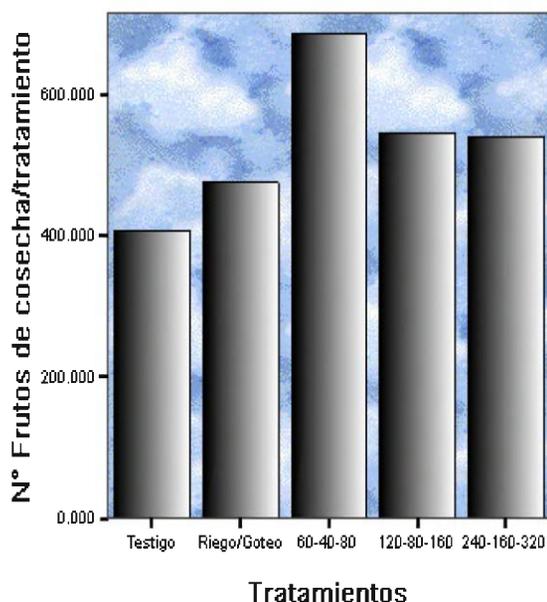


Figura 14 Gráfico de medias para la variable N° de frutos de cosecha.

En el análisis de varianza (**Cuadro 10**), para la variable N° de frutos de cosecha, se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos, a un nivel de confianza menor al 0.05%. Esto pone en evidencia que todos los tratamientos, estadísticamente se han comportado igual, haciendo suponer que ninguno es mejor que otro, corroborando lo dicho por Rengifo citado por Romero W. (2003) que en un ensayo realizado en un ultisols de Pucallpa, con Ph 4.7 y tenores bajos de fósforo (5.4 ppm); potasio (0.09 meq/100gr suelo) y de materia orgánica (1.25 %), encontró que no hubo diferencias en el rendimiento de frutos de camu camu, entre 18 combinaciones de N-P-K, debido a la baja calidad del suelo y a la alta variabilidad genética de plantas injertadas de tres años de edad.

Cuadro 10 Análisis de Varianza para la variable frutos de cosecha total de *Myrciaria dubia*.

Variable dependiente: Frutos de Cosecha Total					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
BLOQUE	3478919.77	2	1739459.89	5.457	.005
TRAT	1118079.83	4	279519.957	.877	.480
Error	43669005.5	137	318751.865		
Total corregida	48386987.8	143			

En el cuadro 11 se observa que para los tratamientos T0[testigo], T1[riego/goteo], T2[120-80-160/N-P-K], y T4[240-160-320/N-P-K], la producción de frutos de cosecha fue con el 97% de plantas, es decir que de las 30 plantas evaluadas 29 presentaron frutos de cosecha, por otro lado se observa que, en el tratamiento T3, la producción de frutos de cosecha fue con el 93% de plantas evaluadas, es decir que de las 30 plantas evaluadas solo produjeron 28. La Desviación Estándar para los tratamientos T1[riego/goteo], T2[120-80-160/N-P-K] y T4[240-160-320/N-P-K] es mayor que su promedio, esto es un indicador del alto grado de dispersión en las respuestas encontrándose desde un mínimo de 03 hasta un máximo de 3 053 de frutos de cosecha, por consiguiente para disminuir el coeficiente de variabilidad se realizó la transformación de datos utilizando el método de la raíz cuadrada más (**Anexo 8**).

Cuadro 11. Estadística Descriptiva para la variable fruto de cosecha total.

Tratamientos	porcentaje de plantas en producción	Media	Desviación típica	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testigo (T0)	97	407,6	271,3	34.8	31	1174
Riego/Goteo (T1)	97	474,6	507,2	48.1	13	2348
60-40-80 (T2)	97	686	789,6	60.5	7	2721
120-80-160 (T3)	93	545,3	412,1	38.9	38	1791
240-160-320 (T4)	97	539,7	752,1	74.8	3	3053

En el cuadro 12 se puede observar un resumen del % de plantas que desarrollaron BF (botón floral), FP (fruto pequeño) y FC (fruto de cosecha), de un total de 30 plantas evaluadas, se puede apreciar que tanto en BF, FP y FC solo 29 plantas emitieron cada una de las

características en los tratamientos T0[testigo], T1[riego/goteo], T2[60-40-80/N-P-K] y T4[240-160-320/N-P-K], esto se debe a que 1 planta en cada tratamiento no entro a producir, esto hace suponer que fueron plantas que tuvieron un retraso en su desarrollo productivo. Por el contrario en el T3 las 30 plantas emitieron botones florales, pero solo 29 llegaron a tener fruto pequeño y de estas solo 28 produjeron frutos de cosecha, esto es probablemente a la no polinización en el primer caso y el segundo al aborto de todos los frutos pequeños. A todas estas plantas se les hará un seguimiento en las demás campañas y si no responden serán reemplazadas.

Cuadro 12 Porcentaje de plantas que desarrollaron BF, FP y FC de un total de 30 plantas evaluadas por cada tratamiento.

V / % / T	T0 (testigo)	T1(riego/goteo)	T2(60-40-80)	T3(120-80-160)	T4(240-160-320)
BF	97	97	97	100	97
FP	97	97	97	97	97
FC	97	97	97	93	97

V= variable

BF = Botón floral.

%= Porcentaje de plantas

FP = Fruto pequeño.

T=tratamiento.

FC= Fruto de cosecha.

A continuación se presenta el Cuadro 13 con las plantas que no desarrollaron ninguna fase fenológica reproductiva, ellas están identificadas y marcadas para ver su comportamiento en la segunda campaña.

Cuadro 13 Plantas que no desarrollaron ninguna fase fenológica productiva

Obs.	Tratamiento	Bloque	Nº Planta
1	T0 [testigo]	II	23
2	T1 [riego por goteo]	II	22
3	T2 [60-40-80/N-P-K]	III	38
4	T3 [120-80-160/N-P-K]	III	45
5	T4 [240-160-320/N-P-K]	III	45

D) PESO PROMEDIO DE FRUTO (G)/TRATAMIENTO.

En la Figura 15, Se observa que los tratamientos que alcanzaron el mayor peso promedio de fruto fueron el T1 [riego por goteo] y T2 [60-40 -80/N-P-K] con valores iguales a 8,3 y 8,2 gramos. Los tratamientos T0 [testigo], T3 [120-80-160/N-P-K] y T4 [240- 160-320/N-P-K] alcanzaron pesos similares a 7.9, 7.7 y 7.5 gramos. Estos resultados muestran que la masa individual de la fruta se reduce con el incremento de la dosis de N, esto se asemeja a los estudios realizados por Mattos et al (2005), en un estudio de cítricos en Brasil, donde menciona que a mayores dosis de N se incrementaron el número de frutos por árbol, pero estos frutos fueron de menor tamaño por unidad de volumen, así mismo si se observa en la figura 14 el mayor número de frutos de cosecha lo tiene el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K], esto confrontado con el peso promedio de fruto puede indicarnos una mejor performance, frente a la cantidad y calidad de frutos cosechados con los otros tratamientos.

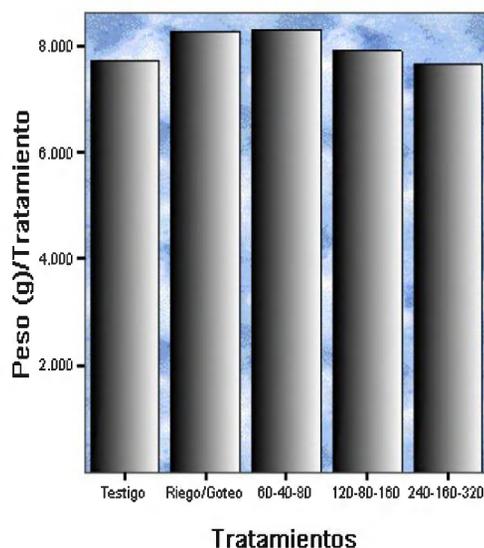


Figura 15 Gráfico de medias para la variable peso de fruto(g)/tratamiento

En el análisis de varianza (Cuadro 14), para la variable peso de frutos en gramos, se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza menor al

0.05%. Esto pone en evidencia que todos los tratamientos, estadísticamente se han comportado igual, haciendo suponer que ninguno es mejor que otro.

Variable dependiente: Peso promedio (g) de fruto

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
BLOQUE	18.466	2	9.233	5.761	.004
TRAT	10.064	4	2.516	1.570	.186
Error	219.553	137	1.603		
Total corregida	248.140	143			

Cuadro 14 Análisis de Varianza para la variable peso de frutos (g) de *Myrciaria dubia*.

En el cuadro 15. Se observa que el comportamiento de los datos es más uniforme que en los demás casos ya que la desviación estándar es mucho menor que la media, por ende tiene una variabilidad moderada, con valores que van desde 5 hasta 11,6 gramos.

Cuadro 15 Estadística Descriptiva para la variable peso de fruto (g)/tratamiento.

Tratamientos	% de plantas en producción	Media	Desviación típica	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testigo	97	7,7	1,0	12,3	5,9	9,5
Riego/Goteo	97	8,3	1,5	18,5	5,7	11,6
60-40-80	97	8,3	1,4	17,5	6,2	11,6
120-80-160	93	7,9	1,4	17,9	5,3	10,8
240-160-320	97	7,7	1,1	14,4	6,3	10,6

E) PESO DE FRUTOS (KG)/PLANTA/TRATAMIENTO.

Con respecto al peso promedio de fruto en (Kg) por planta (Fig. N° 16) se observa que el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] obtuvo mayor peso de fruto en (Kg) por planta igual a 5.7 Kg, seguido del tratamiento T3 [120-80-160/N-P-K] con 4.8 Kg. Así mismo se observa que el tratamiento T0 [testigo] fue el que obtuvo el mínimo valor igual a 3.2 Kg/planta.

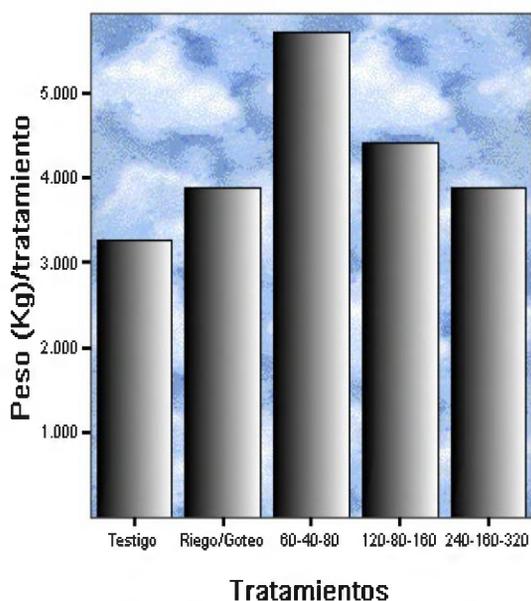


Figura 16 Gráfico de medias para la variable peso de fruto (Kg)/tratamiento

En el análisis de varianza (Cuadro 16), para la variable peso de frutos en kg por planta, se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza menor al 0.05%. Esto pone en evidencia que todos los tratamientos, estadísticamente se han comportado igual, haciendo suponer que ninguno es mejor que otro.

Cuadro 16 Análisis de Varianza para la variable peso promedio en (kg) de frutos de *Myrciaria dubia*.

Variable dependiente: Peso en (Kg)/planta					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
BLOQUE	228.977	2	114.489	5.605	.005
TRAT	90.635	4	22.659	1.109	.355
Error	2798.454	137	20.427		
Total corregida	3124.029	143			

En el cuadro 17, se observa que la desviación estándar en los tratamientos T1 [riego por goteo], T2 [60-40-80/N-P-K] y T4 [240-160-320/N-P-K] es mayor que su promedio, producto de la alta variabilidad de los datos registrados que van desde 0,1 hasta 22,6 kg respectivamente, para reducir el coeficiente de variabilidad se realizó transformación de datos utilizando el método de raíz cuadrada más uno con lo cual se redujo hasta un 70 % (**Anexo 8**).

Cuadro 17 Estadística Descriptiva para la variable peso promedio de fruto en Kg por planta.

Tratamientos	porcentaje de plantas en producción	Media	Desviación típica	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testigo (T0)	97	3,3	2,4	24.9	0,2	11,1
Riego/Goteo (T1)	97	4	4,3	34.0	0,1	17,3
60-40-80 (T2)	97	5,7	6,4	42.7	0,1	20,5
120-80-160 (T3)	93	4,4	3,7	28.6	0,3	16,8
240-160-320 (T4)	97	3,9	5,4	47.1	0,1	22,6

F) TONELADAS DE FRUTO/HECTÁREA.

La comparación de medias mediante la prueba estadística de tukey (Figura 17) muestra que los tratamientos con aplicación de riego y fertilizantes superan al tratamiento T0 [testigo]. Así mismo se observa que el mayor rendimiento de frutos/ha se obtuvo con el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] arrojando un total de 4. 8 TM/ha superando al T0 en más de 2. 0 TM de frutos/ha

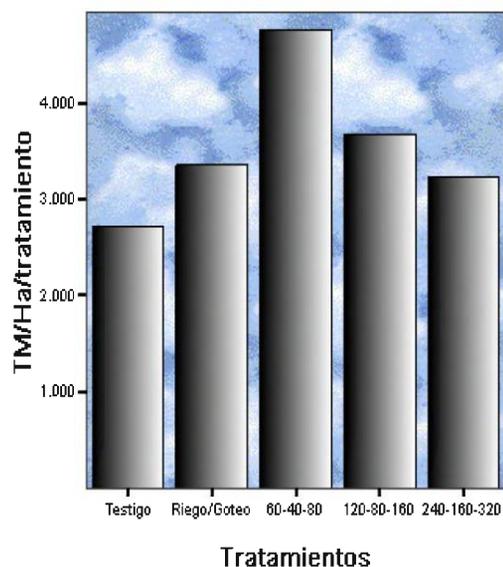


Figura 17 Gráfico de medias para la variable TM/ha/tratamiento.

En el análisis de varianza (Cuadro 18), para la variable TM de fruto/ha, se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza menor al 0.05%. Esto pone en evidencia que todos los tratamientos, estadísticamente se han comportado igual, haciendo suponer que ninguno es mejor que otro.

Cuadro 18 Análisis de Varianza para toneladas de fruto/ha de *Myrciaria dubia*.

Variable dependiente: Toneladas/hectarea					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
BLOQUE	158.953	2	79.476	5.609	.005
TRAT	62.874	4	15.718	1.109	.355
Error	1941.223	137	14.170		
Total corregida	2167.184	143			

En el cuadro 19, se observa que en todos los tratamientos existieron plantas con valores muy extremos desde 0,1 hasta 18,8 TM/Ha, provocando que la desviación estándar en los tratamientos T1 [riego por goteo], T2 [60-40-80/N-P-K] y T4 [240-160-320/N-P-K] superen al promedio, al igual que en los casos anteriores también se realizó transformación de datos

utilizando el método de raíz cuadrada más uno con lo cual se pudo obtener un coeficiente de variabilidad más aceptable para frutales perennes (**Anexo 8**).

Cuadro 19 Estadística Descriptiva para la variable toneladas de fruto por hectárea.

Tratamientos	porcentaje de plantas en producción	Media	Desviación típica	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testigo (T0)	97	2,7	2	24.0	0,2	9,3
Riego/Goteo (T1)	97	3,4	3,6	32.8	0,1	14,4
60-40-80 (T2)	97	4,8	5,4	41.3	0,1	17,1
120-80-160 (T3)	93	3,7	3,1	27.8	0,2	14
240-160-320 (T4)	97	3,2	4,5	45.4	0,1	18,8

4.2 CONTENIDO DE VITAMINA C.

En el cuadro 20 se puede observar el contenido de Acido Ascórbico de los tratamientos, además se observa que el tratamiento con mayor AA (mg/100g) es el T2 (60-40-80/N-P-K) con un valor de 1 842 (mg/100g de pulpa), por el contrario el tratamiento que tiene el mínimo valor es el tratamiento T4 (240-160-320/N-P-K) con un valor de 1618 mg/100g de pulpa), esto es sin duda discutible porque los tratamientos de fertilización con mayores dosis presentan menor valor de Vitamina C, esto corrobora lo mencionado por el National Plant Food Institute citado por López, A (2002), el cual indica que las altas concentraciones de nitrógeno no afecta la acidez del jugo pero disminuye el contenido de vitamina C. Según Ross M Welch (2009) en un artículo publicado sobre calidad nutricional de los alimentos y la productividad de sistemas agrícolas sostiene que la concentración de la vitamina C en frutas también es afectada por los macronutrientes, el exceso de fertilización con N reduce la concentración de vitamina C en

frutas de varias especies incluyendo cítricos, melones y manzanas. Con estos resultados también se puede afirmar que el exceso de N También Afecta negativamente la concentración de la vitamina C del Camu camu.

Cuadro 20 Contenido de vitamina C/tratamiento.

TRATAMIENTOS	FERTILIZANTES (Kg/Ha)			RIEGO POR GOTEO (RG)	AA(mg/100g)
	CO(NH ₂) ₂	H ₃ PO ₄	CIK		
T0	0	0	0	SIN RG Y SIN FERTILIZANTE	1767
T1	0	0	0	CON RG Y SIN FERTILIZANTE	1739
T2	60	40	80	RG + FERTILIZANTE	1842
T3	120	80	160	RG + FERTILIZANTE	1711
T4	240	160	320	RG + FERTILIZANTE	1618

Resultados realizados en Natura Laboratorios Pucallpa, Diciembre 2008

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico se realizó en base a dos campañas (2008 y 2009), para ello se utilizó el método del presupuesto parcial el cual permite comparar entre actividades alternativas basadas en sus beneficios y costos de tal manera que se seleccionan actividades que aumentan al máximo el ingreso neto, French J (1989). Así mismo se da cuando el agricultor decide realizar un cambio en su sistema de producción por ejemplo comprar semilla mejorada, cultivar una nueva variedad, usar cantidades mayores o menores de fertilizante, Horton D. (1982), el análisis de presupuesto parcial puede ser empleado para comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la finca, también es muy útil en cada fase de investigación, extensión, adopción, en primer caso puede ayudarle al investigador a concentrar su atención en aspectos problemáticos de las tecnologías que este desarrollando, en las cuales es necesario reducir costos y aumentar retornos. En el segundo puede ayudarle al extensionista a desarrollar recomendaciones acertadas con un alto potencial de adopción. Finalmente puede ayudarle al agricultor a mejorar su proceso de toma de decisiones, Horton D. (1982).

En el cuadro 21, se muestra el rendimiento en (kg) y los ingresos netos en (s/.) producto del análisis económico realizados a todos los tratamientos mediante el método de presupuestos parciales tanto para la primera y segunda campaña (2008, 2009). Así mismo en la primera campaña se observa al tratamiento testigo [T0] que es el único que tiene ingresos netos con un valor igual s/.4 770.80 nuevos soles debido a que solo se hizo actividades básicas de manejo y solo se adquirieron equipos necesarios para la cosecha y de control de enfermedades, siendo los costos menores que los demás tratamientos por el contrario los demás tratamientos tienen un déficit de dinero por haber introducido insumos y equipos de mediana tecnología (Ver anexo 7). En la segunda campaña 2009 se observa que el rendimiento (Kg) de los tratamientos: Testigo [T0], T1 [Riego por goteo], T3 [120-80-160/N-P-K] y T4 [240-160-320/N-P-K] ha disminuido a más de la mitad y por ende aun no hay ingresos netos ya que recién se esta recuperando la inversión a pesar de estar en la segunda campaña, sin embargo el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] aumento en un 3% con lo cual el ingreso neto es positivo con un valor igual a s/.8 470.66 nuevos soles, demostrando que es alto en comparación con los demás tratamientos, considerándose económicamente más ventajoso (Ver anexo 7).

Cuadro 21 Rendimiento en (Kg) y resultados del análisis económico.

ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS PARCIALES DE LA PRIMERA Y SEGUNDA CAMPAÑA								
Tratamientos	Primera campaña				segunda campaña			
	Rendimiento(kg)	CT	IT	IN	Rendimiento(kg)	IT	CT	IN
Testigo T[0]	2 710	2004.2	6654.2	4650.0	800.0	2000.0	1394.2	-605.8
T1 [Riego por goteo]	3 356	11856.3	8390.0	-3466.3	1 600	4000.0	4421.8	-421.8
T2 [60-40-80/N-P-K]	4 753	13163.8	11882.5	-1281.3	4 900	12250.0	3779.3	8470.7
T3 [120-80-160/N-P-K]	3 672	14068.0	9180.0	-4888.0	1 500	3740.0	6552.5	-2812.5
T4 [240-160-320/N-P-K]	3 226	16586.4	8065.0	-8521.4	1 900	4750.0	7831.9	-3081.9

CT= Costo total (s/.), IT=Ingreso Total (s/.), IN=Ingreso Neto(s/.)

5. CONCLUSIONES

- La emisión de botones florales/planta se uniformizó a los 36 días, así mismo el desarrollo de frutos pequeños/planta se uniformizó a los 30 días y la cosecha tuvo un periodo de 36 días siendo el mayor porcentaje (90% de plantas) a los 20 días.
- Una campaña agrícola de camu camu en condiciones de manejo de fertilización demora desde la defoliación hasta obtener frutos de cosecha 205 días lo cual permite disminuir el ciclo productivo
- A medida que se incrementa las condiciones de riego y dosis de fertilización la capacidad productiva de botones florales se incrementa, aunque no hay diferencias significativas entre tratamientos.
- No existen diferencias significativas entre tratamientos, en el peso promedio de fruto, sin embargo los tratamiento con mayor peso promedio de fruto en gramos fueron T2 (60-40-80/N-P-K) y T1 (riego por goteo) con un valor de 8,2 gramos.
- No existen diferencias significativas entre tratamientos, respecto a la variable kg por planta. El tratamiento que obtuvo mayor peso fue T2 con un valor promedio de 5.7 kg; mientras que con el testigo T0 se obtuvo un valor de 3.2 kg.
- No existió diferencias significativas entre tratamientos, respecto a la variable Tm/ha. El tratamiento T2 es el que obtuvo el mayor rendimiento de fruta promedio de 4.8 Tm/ha, mientras que el tratamiento T0 obtuvo un valor promedio de 2.7 Tm/ha.
- El tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] fue el que el obtuvo el mayor concentración de Ácido Ascórbico con un valor de 1 842 mg/100g, obteniendo la mínima concentración el tratamiento T4 (240-160-320/N-P-K) con un valor de 1 618 mm/100g de pulpa.
- En el análisis económico se concluye que el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] se presenta más ventajoso frente a los demás tratamientos, ya que en la segunda campaña se recupera la inversión y además ya se obtienen ingresos netos.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con el estudio por tres campañas más para corroborar los resultados obtenidos en el primer ciclo productivo.
- Aplicar la técnica del fertirriego con nutrientes de fuentes orgánicas teniendo como base la dosis más favorable.
- Replicar la presente investigación utilizando material genético mas homogéneo (progenies o clones selectos) para descartar el efecto genético en la variabilidad de los rendimientos
- Se recomienda realizar estudios de investigación en agentes de polinización.

BIBLIOGRAFÍA

ARROYO, J. 2000. Diseños de experimentos más comunes en la estación experimental y campos de productores. 51p.

AGENCIA DE PROYECTO INTA CAMBIO RURAL DE CHIVILCOY.(s.f) Fertilización de Maíz - Experiencia en Chivilcoy (en línea) Consultado el 16 febrero del 2010. Disponible en:

<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20en%20Maiz%20%20Experiencia%20en%20Chivilcoy.asp>

ARCINIEGA. GABRIEL N.2003. Automatización en Cultivos Intensivos. Mantenimiento de equipos de riego por goteo. (en línea) Consultado el 16 febrero del 2010. Disponible en:

<http://www.fertilizando.com/articulos/CursoFertirrigacion2003/CursoFertirrigacion2003.asp>

EQUIPOS METEOROLÓGICOS: EVAPORÍMETRO CLASE “A”, PLUVIÓMETRO. *s.f* (en línea). Consultado 10 enero del 2010. Disponible en http://www.meteochile.cl/instrumentos/inst_convencional.html

EQUIPOS METEOROLÓGICOS: EVAPORÍMETRO CLASE “A”, PLUVIÓMETRO.*s.f* (en línea). Consultado 10 enero del 2010. Disponible en <http://members.fortunecity.es/sirio2/pluviometro.html>

- GOMERO, O. 2000. Manejo ecológico de suelos, experiencia y prácticas para una agricultura sustentable. RAAA, Lima, Perú.
- GUERRERO, J. 1998. Interpretación de análisis de suelo y recomendaciones. 22p.
- IIAP. 2001. Sistema de Producción de Camu camu en Restinga. Programa de Ecosistemas terrestres. Proyecto Bioexport. Camu camu.60p.
- LOPEZ, A; [et al]. 2005 Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento de *Myrciaria Dubia* Hbk Mc Vaugh, Camu Camu arbustivo, en un entisol de Pucallpa (en línea). Consultado 10 enero del 2010. Disponible en:
http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/Folia14_2_articulo4.pdf
- LÓPEZ, A. 2001. Informe 2001 “Sistema de producción sostenible de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) en Ucayali. 49p.
- MEDINA, J. 1997. Riego por goteo, teoría y práctica. 302p.
- MORENO, A. 2000. AP PROAPA, GTZ Estudio de mercado para *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh.61p.
- MATTOS, D. 2005. Efecto de la fertilización con nitrógeno y potasio en el rendimiento de los cítricos. 17-19p
- NATHIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. 1995. “Manual de fertilizantes” México, Edt. Limusa.285p.

- OLIVA, C. Y VARGAS, V. 2003. Manual de selección de plantas madres promisorias de camu camu arbustivo en Ucayali. 12p.
- OLAYA, E. 2008. Asesoramiento técnico especializado en fertirriego durante un periodo de dos meses.
- PINEDO, M. 2001. Sistemas de Producción de Camu en Restinga. 14p.
- PINEDO, [et al.] 2004. Plan de mejoramiento genético de camu camu. 52p.
- POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE. 1998 “Manual de fertilidad de los suelos”
- PALACIO, J. 1980. Citricultura moderna, Buenos Aires, 168p.
- PROMPEX. 1998. El cultivo del camu camu en la Amazonía peruana. Promoción de Exportaciones de Productos Agrícolas de la Selva.
- RIVA, R. Y GONZALES, I. 1999. Tecnología Del Cultivo de Camu Camu en la Amazonia Peruana. Primera Edición. Perú. 70p.
- RODRÍGUEZ, F. 1996. Fertilizantes. Nutrición vegetal. Editor S.A. España 134p.

ROSS M WELCH USDAUS PLANT, SOIL AND NUTRITION
LABORATORY,CORMELL UNIVERSITY, ITHACA, NY USA, (2010) .
Mejorando la calidad nutricional de los alimentos y la productividad de los sistemas
agrícolas, Tomado de calidad/nutricional de alimentos.

ROMERO, P. 2003. Aplicación de niveles de nitrógeno en el rendimiento del camu camu
(*Myrciaria dubia* H.B.K) en un entisols de Pucallpa. Tesis (Ing. Agrónomo).Pucallpa,
PE: Universidad Nacional de Ucayali.

SANCHEZ, J. 2006. Fertirrigación en el cultivo del espárrago en el Perú. 22p.

VIDAN, A. 1994.Determinación Del Régimen Hídrico de los Cultivos” Primera
Edición.420p.

VILLACHICA.1996. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonía FAO, Tratado de
cooperación Amazónica, Lima Perú p. 77-84.

VAZQUEZ, A. 2000. El camu camu: Cultivo manejo e investigaciones.218p.

ANEXO 1

CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LOS FERTILIZANTES SOLUBLES MÁS COMUNES EN FERTIRRIEGO.

FERTILIZANTE	Solubilidad(g/litro)*	Índice de salinidad	Índice de acidez	Índice de basicidad
Nitrato de sodio		100		29
Nitrato de amonio	1830	105	60	
Sulfato de amonio	706	69	110	
Urea	1000	75	80	
Nitrato de calcio	1212	53		21
Fosfato monopotásico	230	8		
Fosfato monoamónico	630	30	55	
Nitrato de potasio	320	74		
Cloruro de potasio	347	114	116	23
Sulfato de potasio	120	46		
Nitrato de magnesio	280			
Sulfato de magnesio	710	44		
Amonia anhidra	380	47	148	
Acido fosfórico	475			
Acido sulfúrico				

*Medida a 20°C.

ANEXO 2

ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARCELA Y1.

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA

Departamento : UCAYALI

Provincia :

Distrito :

Predio :

Referencia : H.R. 18183-026C-08

Fact.: Pendiente

Fecha : 23-04-08

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K Ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC me/100g	Cambiabiles					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Campo							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
2961		4.58	0.13	0.00	1.4	0.4	25	46	42	12	Fr.	6.72	1.55	0.58	0.38	0.22	1.60	4.33	2.73	63

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco Limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = fran
Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar.

Ing. Braulio La Torre Martínez

Jefe del Laboratorio

ANEXO 3

CANTIDAD DE FERTILIZANTE EN G/MES QUE SE USO DURANTE EL PERIODO DE INVESTIGACIÓN. (JULIO, DICIEMBRE DEL 2008)

TRATMOTOS	FUENTES/MES /peso(g)	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T2	CO (NH ₂) ₂	88,0	88,0	220,1	220,1	176,1	88,0
	H3PO4	132,8	132,8	66,4	44,3	44,3	22,1
	CIK	45,0	45,0	90,0	225,0	225,0	270,0
T3	CO (NH ₂) ₂	176,1	176,1	440,2	440,2	352,2	176,1
	H3PO4	265,6	265,6	132,8	88,5	88,5	44,3
	CIK	90,0	90,0	180,0	450,0	450,0	540,0
T4	CO (NH ₂) ₂	352,2	352,2	880,4	880,4	704,3	352,2
	H3PO4	531,1	531,1	265,6	177,0	177,0	88,5
	CIK	180,0	180,0	360,0	900,0	900,0	1080,0

ANEXO 4

EVAPORÍMETRO Y PLUVIÓMETRO UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.



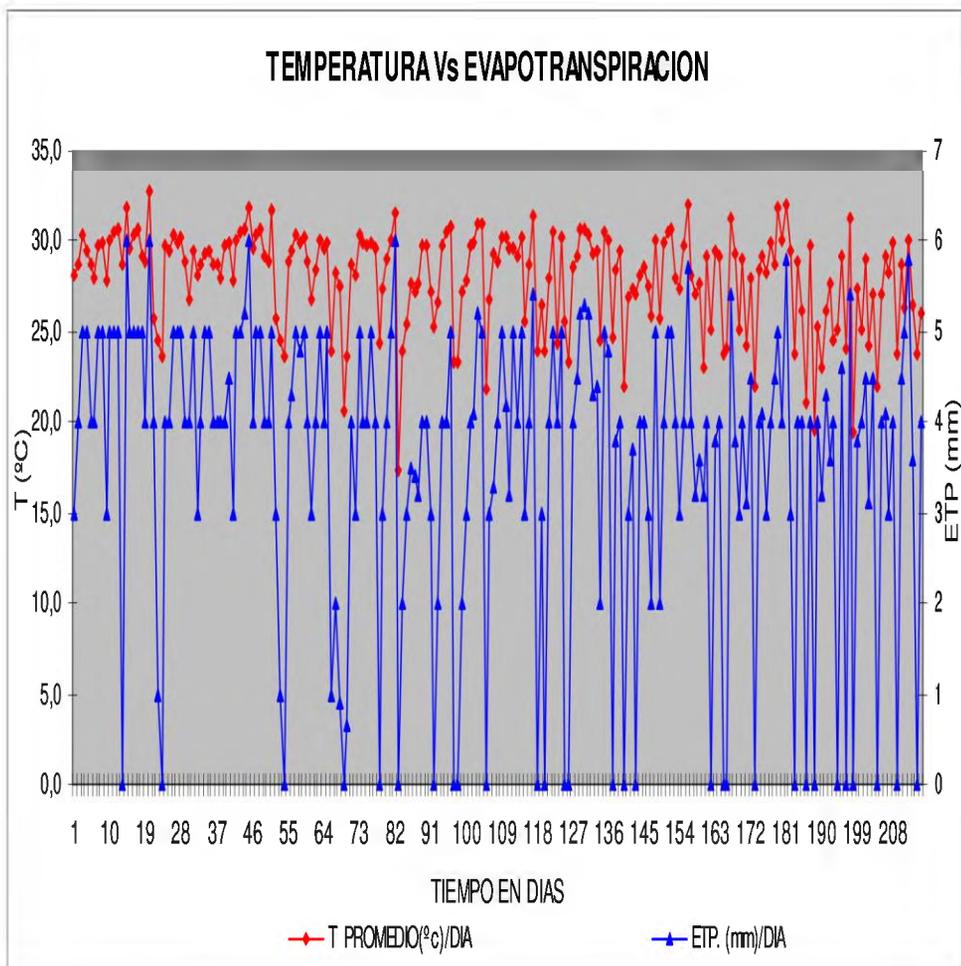
ANEXO 5

MATRIZ DE CÁLCULO DEL TIEMPO DE RIEGO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3	CALCULO DEL TIEMPO DE RIEGO EN BASE A LA EVAPOTRANSPIRACION DEL TANQUE EVAPORIMETRO CLASE A															
4																
5	FECHA	Eval.de EVAT.del tanque E. Clase "A"			EVAT.	Factor de conversión	Q de agua evaporada	Coficiente del Cultivo	Q de agua real evap.en m3	Calculos en base a 1ha	Area Experi/trat.	Q de agua de riego/tratam.(m	Capacidad de riego (m3)/h.	CFRIGO"	Tiempo de riego en minutos	Tiempo de riego en horas
6	FECHA	6-7AM	01:00 p.m.	06:00 p.m.	(Diaria)(mm)	a (m3)	en m3	Kc	real evap.en m3	a 1ha	(m2)	riego/tratam.(m	(m3)/h.	CFRIGO"	en minutos	en horas
7	01/08/2008	221	219	218	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
8	02/08/2008	216	214	212	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
9	03/08/2008	215	214	210	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
10	04/08/2008	215	214	210	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
11	05/08/2008	210	209	206	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
12	06/08/2008	215	214	212	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
13	07/08/2008	227	225	224	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
14	08/08/2008	223	221	219	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
15	09/08/2008	220	218	216	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
16	10/08/2008	213	211	210	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
17	11/08/2008	210	208	205	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
18	12/08/2008	205	202	200	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
19	13/08/2008	205	202	200	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
20	14/08/2008	200	199	194	6	10	60	0.7	42	10000	540	2.268	0.578	60	236.25	3.94
21	15/08/2008	205	204	201	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
22	16/08/2008	200	199	195	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
23	17/08/2008	216	215	211	5	10	50	0.7	35	10000	540	1.59	0.578	60	196.975	3.28
24	18/08/2008	211	210	208	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
25	19/08/2008	206	205	203	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
26	20/08/2008	198	198	196	2	10	20	0.7	14	10000	540	0.756	0.578	60	78.75	1.31
27	21/08/2008	200	199	197	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
28	22/08/2008	200	200	199	1	10	10	0.7	7	10000	540	0.378	0.578	60	39.375	0.66
29	23/08/2008	205	205	205	0	10	0	0.7	0	10000	540	0	0.578	60	0	0.00
30	24/08/2008	205	204	202	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
31	25/08/2008	206	205	203	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
32	26/08/2008	200	199	196	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
33	27/08/2008	195	193	192	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
34	28/08/2008	200	199	197	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
35	29/08/2008	196	195	193	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
36	30/08/2008	195	195	193	2	10	20	0.7	14	10000	540	0.756	0.578	60	78.75	1.31
37	31/08/2008	195	194	192	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
38	01/09/2008	201	200	197	4	10	40	0.7	28	10000	540	1.512	0.578	60	157.5	2.63
39	02/09/2008	196	195	193	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97
40	03/09/2008	192	191	189	3	10	30	0.7	21	10000	540	1.54	0.578	60	118.125	1.97

ANEXO 6

TEMPERATURA (T°C) VS. EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP).



ANEXO 8

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD ANTES DE REALIZAR LA TRANSFORMACIÓN DE DATOS.

Estadística Descriptiva para la variable botón floral total.

<i>Tratamientos</i>	<i>Porcentaje de plantas en producción</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Testigo	97	751,1	453,4	60,4	171	1708
Riego/Gateo	97	792,7	662,0	83,5	98	2689
60-40-80	97	1007,2	1034,1	102,7	17	4138
120-80-160	100	1092,9	1058,0	96,8	11	4716
240-160-320	97	1324,7	1260,0	95,1	18	4073

Estadística Descriptiva para la variable fruto de cosecha.

<i>Tratamientos</i>	<i>% de plantas en producción</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Testigo (T0)	97	407,6	271,3	66,6	31	1174
Riego/Gateo (T1)	97	474,6	507,2	106,9	13	2348
60-40-80 (T2)	97	686,0	789,6	115,1	7	2721
120-80-160 (T3)	93	545,3	412,1	75,6	38	1791
240-160-320 (T4)	97	539,7	752,1	139,4	3	3053

Estadística Descriptiva para la variable numero de fruto pequeño total.

<i>Tratamientos</i>	<i>% de plantas en producción</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Testigo</i>	97	563,9	358,2	63,5	83	1368
<i>Riego/Goteo</i>	97	703,6	619,2	88,0	25	2388
<i>60-40-80</i>	97	892,2	1001,4	112,2	10	3800
<i>120-80-160</i>	97	621,3	493,0	79,4	9	2050
<i>240160-320</i>	97	806,2	928,5	115,2	3	3380

Estadística descriptiva para la variable peso en kg/planta

<i>Tratamientos</i>	<i>% de plantas en producción</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Testigo	97	3,3	2,4	74,7	0,2	11,1
Riego/Goteo	97	4,0	4,3	107,0	0,1	17,3
60-40-80	97	5,7	6,4	112,9	0,1	20,5
120-80-160	93	4,4	3,7	84,7	0,3	16,8
240-160-320	97	3,9	5,4	138,3	0,1	22,6

Estadística descriptiva para la variable TM/Ha/tratamiento.

<i>Tratamientos</i>	<i>% de plantas en producción</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Testigo	97	2,7	2,0	74,7	0,2	9,3
Riego/Goteo	97	3,4	3,6	106,9	0,1	14,4
60-40-80	97	4,8	5,4	112,9	0,1	17,1
120-80-160	93	3,7	3,1	84,7	0,2	14,0
240-160-320	97	3,2	4,5	138,3	0,0	18,8

ANEXO 9

MATRIZ DE ANÁLISIS ECONÓMICO

Para tratamiento testigo correspondiente a la primera campaña.

DESCRIPCIÓN	Unid Med	Precio Unid.	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		TOTAL COSTOS \$I.
			Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		
			Cant.	Valor													
Costos Directos			1,287.20				131.00				131.00				455.00		2,004.20
Mano de Obra			597.20				131.00				131.00				455.00		1,314.20
Poda de fructificación	Jor.	18.0	4.2	75.6													75.60
movimiento de la parcela	Jor.	50.0	1.0	50.0			50.0				50.00				50.00		200.00
Defoliación	Jor.	18.0	21.0	378.0													378.00
Planteo	Jor.	18.0	4.2	75.6			63.0				63.00				63.00		264.60
Cosecha	Jor.	18												18	324.00		324.00
monitoreo y control de plagas	Jor.	18.0	1	18.0			1	18.0			1.0	18.00		1.0	18.00		72.00
Insumos, Herramientas y equipos			690.00														690.00
Balanza de precisión	unid	100.0	1	100.0													100.00
Jabas	unid	17.0	30.0	510.0													510.00
kit de insumos para control de plagas	Unid	80.0	1.0	80.0													80.00
Costo Total			1,287.20				131.00				131.00				455.00		2,004.20
Ingresos Totales	KG	2.5												2710	6775		6,775.00
Resultados de Explotación			-1,287.20				-131.00				-131.00				6,320.00		4,770.80

Para tratamiento testigo correspondiente a la segunda campaña

ANÁLISIS ECONÓMICO DE FERTIRRIEGO PARA EL TRATAMIENTO T0 [TESTIGO, SIN RIEGO Y SIN FERTILIZACIÓN] CORRESPONDIENTE LA SEGUNDA CAMPAÑA DEL AÑO 2009																	
DESCRIPCIÓN	Unid Med	Precio Unid.	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		TOTAL COSTOS \$
			Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		
			Cent.	Valor													
Costos Directos			677.20				131.00				131.00				455.00		1,304.20
Mano de Obra			597.20				131.00				131.00				455.00		1,314.20
Poda de fructificación	Jor.	18.0	4.2	75.6													75.60
Control de Maleza	Jor.	50.0	1.0	50.0			50.0				50.0				50.0		200.00
Defoliación	Jor.	18.0	21.0	378.0													378.00
Plateo	Jor.	18.0	4.2	75.6			63.0				63.0				63.0		264.60
Cosecha	Jor.	18.0												18.00	324.00		324.00
monitoreo de plantas hospederas y control de plagas	Jor.	18	1	18			1	18			1	18			1	18	72
Costos Materiales y Equivos			80.00														80.00
Análisis de Suelo inicial y final	muestra																
Balanza de nutrientes	unid																
Jabas	unid																
Costo de riego para controlar plagas	Unid	80	1.0	80.0													80.00
Costo Total			677.20				131.00				131.00				455.00		1,304.20
Ingresos Totales	KG	2.5												800	2000		2,000.00
Resultados de Explotación	SI.		-677.20				-131.00				-131.00				1,545.00		605.80

Para tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] correspondiente a la primera campaña 2008

ANÁLISIS ECONOMICO DE FERTIRRIEGO PARA EL TRTAMIENTO T2 [60-40-80/N-P-K] CORRESPONDIENTE A LA PRIMERA CAMPAÑA DEL AÑO 2008																	
1RA CAMPAÑA																	
DESCRIPCIÓN	Unid Med	Precio Unil.	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		TOTAL COSTOS \$i.
			Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		
			Cart.	Valor	Cart.	Valor	Cart.	Valor	Cart.	Valor	Cart.	Valor	Cart.	Valor	Cart.	Valor	
Costos Directos			8,848.63		584.00		571.00		407.60		607.40		478.20		747.00		13,163.83
Mano de Obra			1,756.80		584.00		571.00		407.60		607.40		478.20		747.00		5,071.20
Poda de fructificación	Jor.	18.0	4.2	75.6													75.60
Control de Maleza	Jor.	50.0	1.0	50.0			50.0				50.00					50.00	200.00
Defoliación	Jor.	18.0	21.0	378.0													378.00
Ploteo	Jor.	18.0	4.2	63.0			63.0				63.00					63.00	252.00
transporte de fertilizantes	Jor.	50.0	1	50.0													50.00
Construcción de modulo para los equipos de fertirriego	Jor.	200.0	1	200.0													200.00
Cosecha	Jor.	18													32	576.0	576.00
Instalación del sistema de riego	Jor.	400.0	1	400.0													400.00
Asesoramiento calificado	Jor.	300.0	1.0	300.0	1.0	300.0	1.00	300.00	1.0	300.0	1.00	300.00	1.00	300.00			1,800.00
Operador del sistema de riego	Jor.	18	9	162	6	144	5	90	3.2	57.6	7.3	131.4	7.4	133.2	0		718.2
Energia electrica	Jor.	60.0	1.0	60.0		60.0		50.0		50.0		45.00		45.00		40.00	350.00
monitoreo de plantas hospederas y control de plagas	Jor.	18	1	18			1	18			1	18			1	18	72
Ingresos/Financiamiento y auxilios			4,882.83														4,882.83
Urea	saco 50kg	122.00	2.6	319.8													319.83
Acido fosforico	saco 50kg	300.00	1.3	393.4													393.44
Cloruro de potasio blanco	saco 50kg	121.00	2.7	324.3													324.27
Análisis de Suelo inicial y final	m	60.0	2	120.0													120.00
análisis de AA	m	20.0	2	40.0													40.00
Pluviómetro	unid	90.0	1	90.0													90.00
Tanque evaporímetro clase "A"	Unid	120.0	1	120.0													120.00
Termo-higrómetro	unid	100.0	1	100.0													100.00
Balanza de precisión	unid	100.0	1	100.0													100.00
Regla milimetrada	unid	30.0	1	30.0													30.00
equipo de riego por goteo	Unid	5664.5	1	5664.5													
kit de materiales para construcción de modulo de fertirriego	unid	200.0	1	200.0													200.00
Jabas	mid	17.0	30.0	510.0													510.00
kit de insumos para controlar plagas	Unid	80.0	1.0	80.0													80.00
Costo Total			8,848.63		584.00		571.00		407.60		607.40		478.20		747.00		13,163.83
Ingresos Totales	\$i.	2.5													4753	111882.5	11,882.50
Resultados de Explotación	\$i.		-9,848.63		-584.00		-571.00		-407.60		-607.40		-478.20		11,135.50		-1,281.33

Para tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] correspondiente a la segunda campaña 2009

ANÁLISIS ECONÓMICO DE FERTIRRIEGO PARA EL TRATAMIENTO T2 [60-40-80/N-P-K] CORRESPONDIENTE A LA SEGUNDA CAMPAÑA DEL AÑO 2009																	
DESCRIPCIÓN	Unid	Precio	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		TOTAL COSTOS \$U
			Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		Camu camu		
			Cant.	Valor													
Costos Directos			1,954.14		264.00		271.80		187.60		387.40		178.20		747.00		3,775.34
Mantenimiento			109.44		109.44		111.80		163.60		187.76		178.20		119.00		1,229.24
Poda de fructificación	Jor.	18.0	4.2	75.6													75.00
Control de Maleza	Jor.	50.0	1.0	50.0			50.0				50.0				50.0		200.00
Defoliación	Jor.	18.0	21.0	378.0													378.00
Planteo	Jor.	18.0	4.2	63.0			63.0				63.0				63.0		252.00
transporte de fertilizantes	Jor.																
Construcción de modulo para los equipos de fertiriego	Jor.																
Cosecha	Jor.														32.00	576.00	608.00
Instalación del sistema de riego	Jor.																
Asesoramiento calificado	Jor.																
Operador del sistema de riego	Jor.	18.0	9.0	162.0	8.0	144.0	5.0	90.0	3.2	57.6	7.3	131.4	7.4	133.2	0		710.20
Energía electrica		60.0	1.0	60.0		60.0		50.0		50.0		45.00		45.00		40.00	350.00
monitoreo de plantas hospederas y control de plagas	Jor.	18.0	1.0	18.0			1.0	18.0			1.0	18.0			1.0	18.0	72.00
Insumos, inmovilización y equipos			1,167.54														1,167.54
Urea	saco 50kg	122.60	2.6	319.8													319.80
Acido fosforico	saco 50kg	300.00	1.3	393.4													393.44
Cloruro de potasio blanco	saco 50kg	121.60	2.7	328.3													328.27
Análisis de Suelo inicial y final	m		2														
análisis de AA	m	20.0	2	40.0													40.00
Pluviómetro	unid																
Tanque evaporímetro clase "A"	Unid																
Termohigrómetro	unid																
Balanza de precisión	unid																
Regla milimetrada	unid																
Kit de riego por goteo	Unid																
kit de materiales para construcción de modulo de fertiriego																	
Jabas																	
kit de insumos para controlar plaga	Unid	60	1.0	60.0													60.00
Costo Total			1,954.14		264.00		271.80		187.60		387.40		178.20		747.00		3,775.34
Ingresos Totales	\$U	2.5															12,250.00
Resultados de Explotación	=		-1,932.14		-304.00		-271.00		-107.60		-307.40		-178.20		11,503.00		8,470.66