



## Fertirriego en la producción del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en la estación experimental del IIAP, Ucayali, Perú

## Fertigation in the production of camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) at the experimental station of the IIAP, Ucayali, Peru

Carlos Abanto<sup>1,\*</sup>, Carlos Oliva<sup>1</sup>, Gilberto Domínguez<sup>2</sup>, Abel Meza<sup>3</sup>, Edvan Alves Chagas<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP;

<sup>2</sup> Universidad Nacional Agraria la Molina-UNALM.

<sup>3</sup> Centro Mundial para la Agroforestería-ICRAF

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisas Amazônicas-EMBRAPA, Roraima.

Recibido 13 agosto 2011; aceptado 31 septiembre 2011

### Resumen

El trabajo se desarrolló en la parcela Y1 del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP Ucayali; ubicado entre las coordenadas 8° 22' 31" de latitud Sur y 74° 34' 35" de longitud Oeste a una altitud de 154 m.s.n.m. Posee un suelo ultisols con fertilidad baja (Materia orgánica 1.4%, fósforo 0.4ppm, potasio 25ppm, pH de 4.58, alto contenido de aluminio 6 meq/100 g y CIC de 6.72 meq/100 g de suelo). El objetivo fue determinar el comportamiento fenológico y rendimiento de fruto de las plantas francas de camu camu de 7 años de edad procedentes de una mezcla de semillas, aplicando 5 tratamientos mediante la técnica del fertirriego mediante un sistema de riego por goteo (RG). Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones, 5 tratamientos y 15 unidades experimentales con 15 plantas cada una; los tratamientos fueron T0 [Sin riego y sin fertilización], T1 [Riego por goteo sin fertilización], T2 [60-40-80/N-P-K mas RG], T3 [120-80-160/N-P-K mas RG], T4 [240-160-320/N-P-K mas RG]. Para uniformizar el material se realizó podas de fructificación y defoliación manual. Se evaluó la fenología reproductiva, N° de botones florales, N° de frutos pequeños, N° de frutos de cosecha, peso de fruto en g y rendimiento en t.ha<sup>-1</sup>. Se logró uniformizar las etapas fenológicas desde la emisión de brotes hasta la cosecha concluyendo el ciclo productivo en 205 días. Los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias estadísticas significativas. Finalmente se determinó que el T2 obtuvo 4.8 t.ha<sup>-1</sup> duplicando al T0 con lo cual resultó más rentable que los demás tratamientos.

**Palabras clave:** Fertirriego, rendimiento, defoliación, *Myrciaria dubia*.

### Abstract

The work was developed in the plot Y1 of Institute of Amazonian Research Peruana-IIAP Ucayali, located between latitudes 8° 22' 31" south latitude and 74° 34' 35" west longitude and altitude of 154 m. It has a soil with low fertility Ultisols (organic matter 1.4%, phosphorus 0.4ppm, potassium 25ppm, pH 4.58, high aluminum content of 6 meq/100 g and CIC of 6.72 meq/100 g of soil). The objective was to determine the phenology and fruit yield candid plant of camu camu of 7 years of age from a mixture of seeds, using 5 treatments by the technique of fertigation through a drip irrigation system (RG). We used a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications of 5 treatments and 15 experimental units with 15 floors each, the treatments were T0 [Without irrigation and fertilization], T1 [Drip irrigation without fertilization], T2 [60-40-80/NPK more RG], T3 [120-80-160/NPK more RG], T4 [240-160-320/NPK more RG]. To standardize the material is made of fructification pruning and defoliation manual. We evaluated the reproductive phenology, flower buds No. of No. of small fruits, fruit No. of harvest, fruit weight in g and t.ha<sup>-1</sup> performance. It was possible to standardize the phenological stages of outbreaks of issuance until the harvest ending the production cycle in 205 days. The results show no statistically significant differences, it was finally determined that the T2 was 4.8 t.ha<sup>-1</sup> doubling the T0 which makes it more cost effective than other treatments.

**Keywords:** Fertigation, yield, defoliation, *Myrciaria dubia*.

\* Autor para correspondencia

Email: carforestal24@gmail.com (C. Abanto)

## 1. Introducción

El camu camu es considerado como la primera especie nativa de importancia económica que se desarrolla en suelos inundables, también es calificado como el cultivo bandera de la Amazonía Peruana por su alta concentración de Ácido Ascórbico: 2700 a 3200 mg AA/100 g de pulpa (IIAP, 2001); contiene vitamina A, B, fósforo, Beta-caroteno, Calcio, Hierro, Niacina, Fósforo, Proteínas, Riblofavina, Tiamina, Niacina y es rico en bioflavonoides; componentes que convierten al camu camu en un poderoso antioxidante natural que estimula e incrementa la capacidad de defensa del organismo (PROMPEX, 1998).

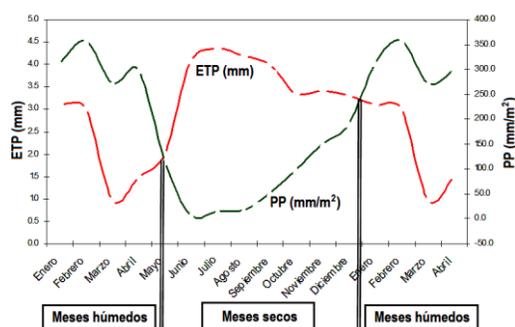
Por otro lado, Pinedo *et al.* (2004) mencionan que en el año 1997 el Ministerio de Agricultura, el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) instalaron 5349 has de camu camu en los departamentos de Loreto, Ucayali y San Martín; motivados por la gran aceptación del fruto en el mercado nacional e internacional, en el año 2007, instituciones del estado, empresas privadas, ONGs y pequeños productores 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 éstas poblaciones están instaladas en suelos inundables; en la Región de Ucayali el 97% de las áreas son de plantaciones instaladas en suelos de restinga (340 ha) y el rendimiento está gobernado por los factores edafoclimáticos (7 t/ha en promedio) y solamente el 10% en suelos de altura (10 ha) con un rendimiento de 2.5 t/ha por año (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, estuvieron orientados al cultivo de bajos insumos o de

subsistencia la misma que está enfocado en parcelas pequeñas de productores ubicados en las riveras de los ríos amazónicos. Debido a la importancia del cultivo, hoy existe la necesidad de promover el cultivo del camu camu bajo el enfoque comercial la cual involucra insertar nuevas tecnologías de manejo.

López *et al.* (2005) afirma que Los requerimientos nutricionales del camu camu continúan en estudio, sin embargo muchos trabajos han tratado de aproximarlos mediante la evaluación de la respuesta de este frutal a diferentes dosis de macro y micro nutrientes, así como al abonamiento orgánico. Sin embargo, aun no se cuenta con resultados consistentes que nos permitan afirmar y proyectar el efecto que tendrá estas labores en la producción del camu camu y mucho menos en su contenido de ácido ascórbico. Sánchez (2006) define la fertirrigación como la acción de aplicar fertilizantes sólidos o líquidos mediante sistemas de riego presurizados, creando un líquido enriquecido con nutrientes, así mismo esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, esta técnica se conoce como el método de aplicación de nutrientes más respetuoso con el medio ambiente, porque hace uso eficiente del agua.

Selles *et al.* (2003) señalan que originalmente el sistema de riego por goteo se utilizó como una forma de desarrollar la agricultura en áreas de recursos hídricos escasos; sin embargo hoy se utiliza en una amplia área geográfica, independiente de la escasez o no del recurso hídrico, dadas las ventajas adicionales que presenta como su alta uniformidad, la posibilidad de aplicar fertilizantes disueltos en el agua de riego y los menores requerimientos de mano de obra. En la Figura 1 se observa el comportamiento de la evapotranspiración (mm) y precipitación (mm/m<sup>2</sup>) durante los

meses húmedos y secos en la región de Ucayali, en ese sentido se creyó conveniente realizar el estudio a partir de julio 2008 hasta enero del 2009.



**Figura 1.** Comportamiento de la Evapotranspiración Vs. Precipitación en la región de Ucayali (Abanto, 2011).

La Fertirrigación también presenta diversos inconvenientes, la mayoría de los cuales se deben a su incorrecto manejo pero también al limitado conocimiento existente sobre los aspectos de la nutrición de las plantas (Pizarro, 1996). En concreto, un mal manejo de esta técnica puede provocar daños en el terreno tales como la acidificación (Nielsen *et al.*, 1993; Chung *et al.*, 1994; Peryea *et al.*, 1999, citado por Troncoso *et al.*, 2004).

Holzappel *et al.* (1995) realizaron un estudio con el objetivo de determinar el efecto de las aplicaciones de diferentes niveles de agua y fertirrigación asociados a través del riego por goteo, sobre parámetros biofísicos, productivos y de calidad de naranjos de 16 años (*Citrus sinensis* L.) concluyendo que los niveles de agua y fertirrigación aplicados de forma asociada tienen un marcado efecto en el rendimiento de fruta; parámetros de la calidad como peso promedio, diámetro y volumen de jugo que muestran un incremento en la medida que la reposición de agua y fertirrigación aumenta. Basso *et al.* (2008), en un estudio de diferentes niveles de nitrógeno mediante fertirriego y frecuencias de riego en papayo, en suelos de pH

6.2 con sistema de riego por goteo, determinaron una alta uniformidad en los resultados; concluyeron que la fertilización nitrogenada no favoreció el rendimiento de frutos pero permitió el adelanto de la cosecha en los tratamientos con mayor dosis de fertilización. Agrícola San Juan, basado en un estudio de niveles de fertilización con N-P-K realizado por el INIA – Pucallpa en las plantaciones de camu camu de la cervecería San Juan SAC (Carretera Federico Basadre, km 13) durante los años 1989 – 1991, trabajó con plantas de cuatro años obteniendo incremento en la producción; además se probó el nivel N-P-K de 160-120-160 kg/ha donde el cultivo no respondió y los costos no justificaron su aplicación (López *et al.*, 2005). El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el comportamiento fenológico y rendimiento de fruto de las plantas francas de camu camu de 7 años de edad como respuesta al manejo agronómico y aplicación de macro-nutrientes mediante la técnica del fertirriego con un sistema de riego por goteo.

## 2. Materiales y métodos

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en la parcela Y1 de la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana 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 (8° 22' 31" de latitud sur y 74° 34' 35" de longitud oeste), a una altitud de 154 m.s.n.m.

La parcela Y1 (camu camu), tiene 7 años de edad y un área de 5166 m<sup>2</sup> con un total de 484 plantas, sembradas a un distanciamiento de 4 x 3 metros con una altura promedio de 2 metros. Posee un suelo ultisols de textura franca con fertilidad baja (Materia orgánica 1.4%, fósforo 0.4 ppm, potasio 25 ppm, pH de 4.58, alto contenido de aluminio 6 meq/100 g y CIC de 6.72 meq/100 g de

suelo, según análisis realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina-UNALM).

La temperatura y humedad relativa promedio durante el periodo de investigación (Julio 2008 - Enero 2009) fue de 28.1 °C y 68.3 % en promedio. La precipitación máxima mensual fue de 312 mm/m<sup>2</sup> en el mes de enero del año 2009 y la mínima fue de 16,8 mm/m<sup>2</sup> en mes de Agosto del año 2008. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) (Arroyo, 2000) con 3 repeticiones, 5 tratamientos y 15 unidades experimentales con 15 plantas cada una; los tratamientos fueron T0 [Sin riego y sin fertilización], T1 [Riego por goteo sin fertilización], T2 [60-40-80/N-P-K mas RG], T3 [120-80-160/N-P-K mas RG], T4 [240-160-320/N-P-K mas RG]. Las fuentes de fertilización que se utilizaron fueron Úrea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) (para Nitrógeno), ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) (para fósforo) y cloruro de potasio (ClK) (para potasio) (Tabla 1). Los resultados del ANVA y la prueba estadística de Tukey ( $\alpha = 0.05\%$ ) fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS (Versión 17).

**Tabla 1**

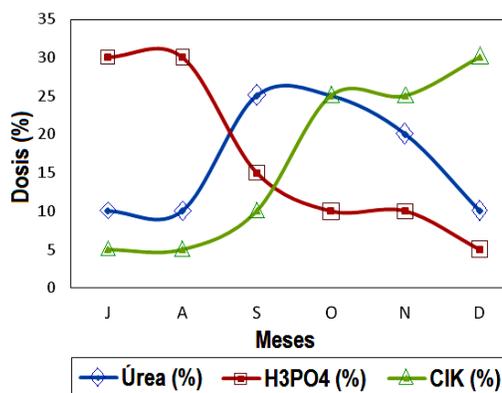
Tratamientos empleados en la investigación.

Tratamientos	Fertilizantes (kg/ha)			Riego por goteo (RG)
	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ClK	
T0 (Testigo)	0	0	0	Sin RG y sin Fertilizante
T1	0	0	0	Con RG y sin fertilizante
T2	60	40	80	Fertilizante más RG
T3	120	80	160	Fertilizante más RG
T4	240	160	320	Fertilizante más RG

### Estrategia de aplicación

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

(Sánchez, 2006). 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 (Figura 2).



**Figura 2.** Curva de aplicación de nutrientes mediante dosis de fertilización.

Se inició con la aplicación de un 10% de Urea (julio y agosto) puesto que las plantas estuvieron en la etapa de generación y crecimiento de brotes después de la poda y defoliación manual. La dosis fue aumentando hasta el mes de octubre, luego se disminuyó hasta terminar el experimento, esto con el objetivo de darle a la planta espacio o capacidad para que pueda desarrollar sus fases de floración y fructificación con normalidad. En cuanto al ácido fosfórico se aplicó un 30 % (julio y agosto) con la finalidad de ayudar al desarrollo y crecimiento de raíces activas que serán las encargadas de la absorción de los nutrientes para que la planta genere nuevos brotes y con ello mayor área foliar. En cuanto al cloruro de potasio se aplicó 5 % (julio y agosto), que es una cantidad bastante pequeña, porque aun las plantas estuvieron en sus etapas fenológicas de formación de área foliar y sistema radicular, la dosis se fue aumentando siendo mayor en las etapas de floración y fructificación. Con las dosis de fertilización establecidas se procedió a calcular la cantidad de

fertilizante en (g/mes) a emplearse durante el siglo productivo (julio-diciembre, 2008), así mismo cabe resaltar que los fertilizantes se aplicaron 2 veces por semana, es decir 8 veces al mes; los datos meteorológicos se registraron con la utilización de un tanque evaporímetro clase “A”, pluviómetro y un termohigrómetro (DMCH, 2010).

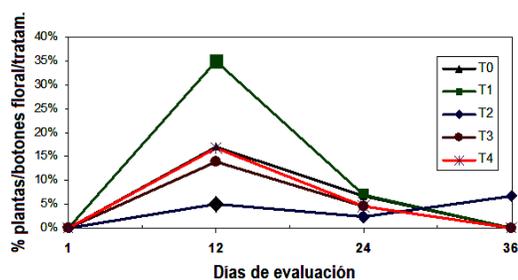
Las necesidades de agua del cultivo se calculó mediante la evapotranspiración (ETP) que se obtuvo a partir de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) multiplicado por el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) el cual fue tomado como referencia de otros cultivos de la región (Olaya, 2008); en los primeros 30 días se utilizó un valor de  $K_c = 0.7$ , se aumentó el valor en forma progresiva a 0.8, 0.9 y 1.0. Para la distribución del volumen de agua se utilizó la capacidad de riego del equipo (CR) que consistió en multiplicar el N° de emisores de la manguera por el caudal promedio dividida entre la ETP (Medina, 1997). Las variables en estudio fueron: Tiempo a la floración, tiempo a la fructificación, tiempo a la cosecha, número de botones florales, número de frutos pequeños, número de frutos de cosecha, Peso de fruto (g), rendimiento de fruto en t/ha y se determinó el contenido de vitamina C por tratamiento mediante el método TITRIMETRIC METHOD.ABBE en los laboratorios de Natura Pucallpa.

### 3. Resultados y discusión

#### Tiempo a la floración

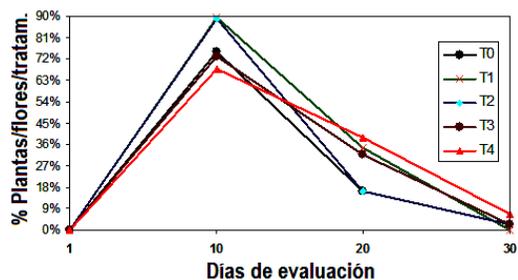
En la Figura 3 se observa el comportamiento de las plantas con presencia de botones florales, durante un periodo de evaluación de 36 días. En los primeros 12 días los tratamientos T0 [Sin riego y sin fertilización], T3 [120-80-160/N-P-K + RG] y T4 [240-160-320/N-P-K + RG] presentaron un 15 % de plantas con botones florales, disminuyendo hasta 5% a los 24 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, por otra parte las plantas pertenecientes al tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K + RG] tuvieron comportamiento ascendente a los 12, 24 y terminando a los 36 días, 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 3:** Comportamiento de la emisión de botones florales de *Myrciaria dubia*.

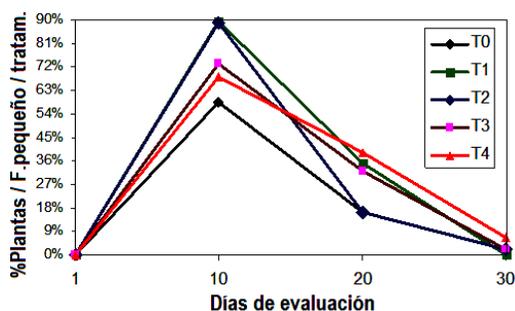
En la Figura 4 se observa que las plantas del T1 [Riego por goteo] y T2 [60-40-80/N-P-K RG] a los 10 días alcanzaron hasta un 90 % de floración, asimismo en los demás tratamientos se concentró en los 10 primeros días de evaluación pero en menor porcentaje (72%), el 28% de plantas se retrasaron terminando a los 30 días. Estos resultados nos pueden ayudar a manejar agentes de polinización mediante el uso de vectores polinizantes para asegurar la fertilización de todas las flores.



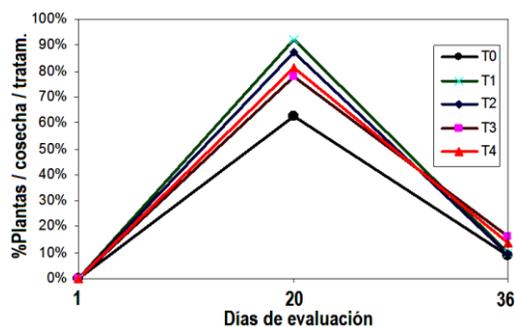
**Figura 4.** Comportamiento de la emisión de flores de *Myrciaria dubia*.

### Tiempo a la fructificación

Los tratamientos T1 [Riego por goteo] y T2 [60-40-80/N-P-K + riego], siguen el mismo comportamiento que la emisión de flores llegando hasta un 90% de plantas con frutos pequeños (Figura 5), en los primeros 10 días de evaluación, así mismo el mayor porcentaje de plantas con frutos de cosecha en todos los tratamientos se logró a los 20 días (Figura 6), esto permitirá programar la cosecha y la venta del producto en el mercado local e internacional.



**Figura 5:** Comportamiento de la emisión de frutos pequeños de *Myrciaria dubia*.



**Figura 6:** Comportamiento de la emisión de frutos de cosecha de *Myrciaria dubia*.

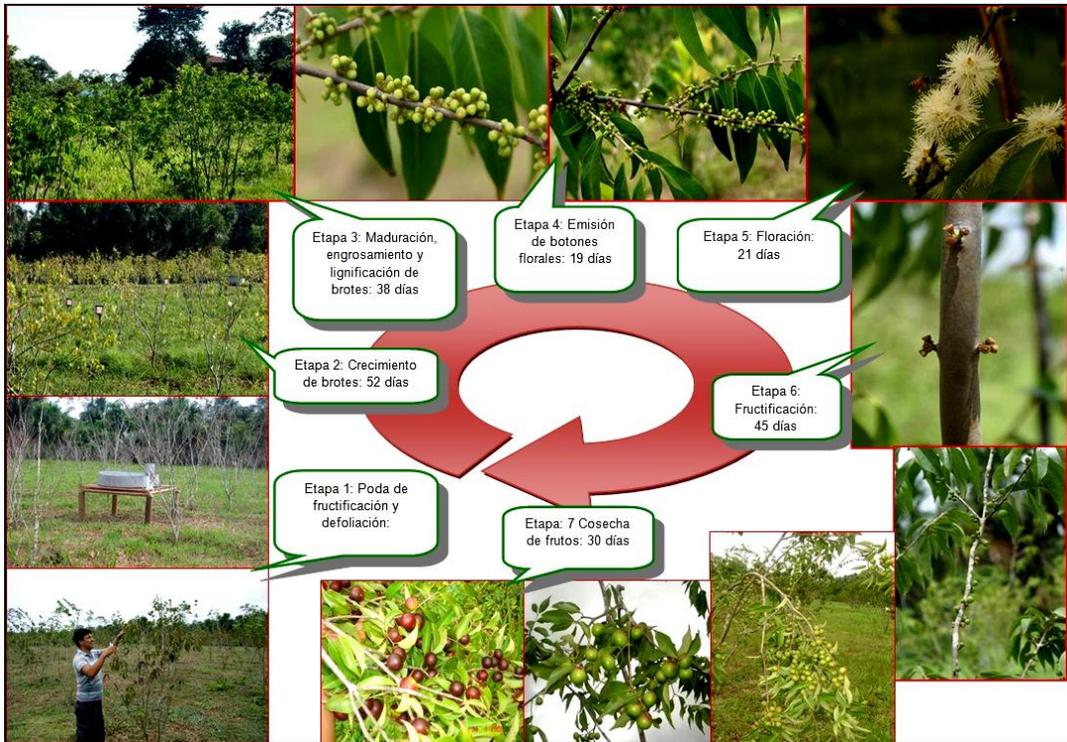
### Características de la fenología reproductiva de camu camu (*Myrciaria Dubia* H.B.K Mc Vaugh) bajo la técnica de fertirriego

En la Figura 7 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 está dividido en tres fases: Desarrollo de ramas fruteras, desarrollo de la flor y desarrollo del fruto. El desarrollo de las ramas fruteras se inicia después de la poda de fructificación y defoliación. En esta fase está involucrado el crecimiento de brotes que dura un tiempo de 52 días; el periodo de engrosamiento y lignificación de brotes (maduración de las ramas fruteras) tomó un tiempo de 38 días. De este modo la primera fase tuvo una duración de 90 días.

La segunda fase consistió en el desarrollo de la flor, iniciándose con la emisión de botones florales, que demoró un tiempo total de 19 días, seguido de la emisión de la flor que tomó un tiempo de 21 días. Por último tenemos al desarrollo del fruto, que involucra la emisión y maduración del fruto, tomando un tiempo de 75 días, resultados muy similares a lo reportado por IIAP (2001) en donde menciona que la maduración del fruto desde la floración toma un tiempo de 77 días.

En resumen, la campaña duró 205 días desde la poda de fructificación hasta la cosecha de los frutos, el cual es equivalente a 6 meses y 25 días. Estos resultados concuerdan con Imán (2004); donde reporta que una plantación de camu camu sometida a defoliación con cianamida hidrogenada (Dormex) al 3% tarda desde el inicio hasta la cosecha de frutos 210 días permitiendo uniformizar las etapas fenológicas productivas y acortando el periodo de cosecha de 2.5 meses a 1 mes. Con este tipo de manejo se puede tener mayor uniformidad en todas las etapas fenológicas 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, las plantas pueden presentar yemas florales, flores y frutos al mismo tiempo (Peters y Vásquez, 1986).



**Figura 7.** Ciclo reproductivo del camu camu en condiciones de fertiliriego y manejo agronómico.

### Número de botones florales

Según el análisis de variancia y prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) no se encontró diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de confianza superior al 95% (Tabla 2), sin embargo el T4 [240-160-320/N-P-K] obtuvo mayor número de botones florales igual a 1325 seguido del tratamiento T3 [120-80-160/N-P-K] con 1093.

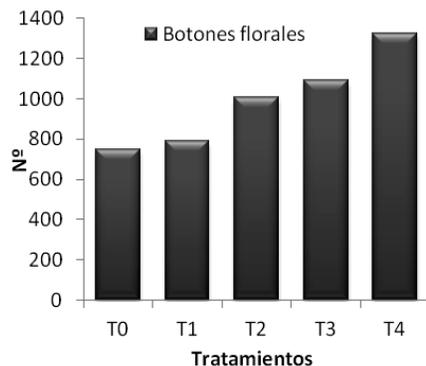
**Tabla 2**

Análisis de variancia para N° de botones florales de *Myrciaria dubia*.

Fuente	GL	F	Sign.
Bloque	2	0.643	0.527
Trat.	4	1.737	0.145
Error	139		
Total	145		

Así mismo el tratamiento T0 [Testigo] fue el que produjo menos, con un valor igual a 751 (Figura 8); por ello podemos indicar que, a medida que se incrementa las condiciones de riego y dosis de fertilización la capacidad productiva aumenta lo cual demuestra que la

aplicación de agua y nutrientes influenciaron positivamente en la capacidad productiva de botones florales.



**Figura 8.** Gráfico de medias para número de botones florales de *Myrciaria dubia*.

### Número de frutos pequeños

Según el análisis de variancia y prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) no se encontró diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de confianza superior al 95% (Tabla 3) sin embargo los tratamientos de fertilización siguen un comportamiento ascendente hasta el tratamiento T1 [Riego por goteo],

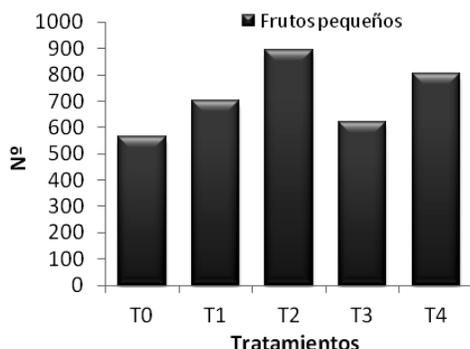
por otro lado los tratamientos T2 [60-40-80/N-P-K] y T3[120-80-160/N-P-K] disminuyen notablemente hasta una media igual a 621 muy cercana al tratamiento testigo T0 [Testigo].

**Tabla 3**

Análisis de varianza para fruto pequeño de *Myrciaria dubia*.

Fuente	GL	F	Sign.
Bloque	2	1.698	0.187
Trat.	4	1.011	0.404
Error	139		
Total	145		

Así mismo el T4 [240-160-320/N-P-K] obtuvo el mejor resultado con 892 frutos pequeños (Figura 9). Estos resultados corroboran lo mencionado por Oliva (2007) que la pérdida de frutos pequeños, es debido a diversos factores siendo el principal la no fertilización de flores o la falta de flujo de polen por ausencia de polinizadores específicos así mismo Infojardin (*sf*) menciona que el exceso de nitrógeno provoca la caída de flores y frutos.



**Figura 9.** Gráfico de medias para número de frutos pequeños de *Myrciaria dubia*.

### Número de Frutos de cosecha

Según el análisis de variancia y prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) no se encontró diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de confianza superior al 95% (Tabla 4) sin embargo el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] obtuvo mayor número de frutos de cosecha con un promedio de 686 unidades;

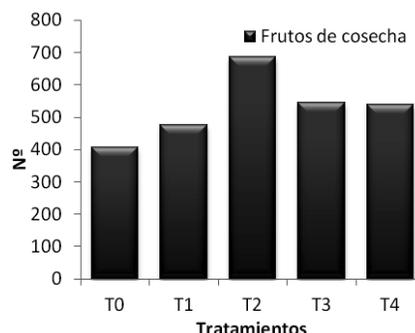
seguido del tratamiento T3[120-80-160/N-P-K] con un valor de 545 unidades.

**Tabla 4**

Análisis de varianza para fruto de cosecha de *Myrciaria dubia*.

Fuente	GL	F	Sign.
Bloque	2	5.457	0.005
Trat.	4	0.877	0.480
Error	137		
Total	143		

Así mismo se observa que el tratamiento T0 [Testigo] fue el que produjo menos unidades que los demás tratamientos con un promedio de 407 unidades (Figura 10). Estos resultados corrobora lo dicho por Romero (2003) donde menciona que en un ensayo realizado en un ultisols de Pucallpa, con pH 4.7, fósforo (5.4 ppm), potasio (0.09 meq/100g suelo) y materia orgánica (1.25 %), encontró que no hubo diferencias en el rendimiento de frutos de camu camu, entre 18 combinaciones de N-P-K, debido a la baja calidad del suelo y a la alta variabilidad genética de plantas injertadas de tres años de edad. La desviación estándar para los tratamientos T1, T2 y T4 es mayor que su promedio, indicador del alto grado de dispersión (3 a 3053 de frutos de cosecha).



**Figura 10.** Gráfico de medias para número de frutos de cosecha de *Myrciaria dubia*.

### Peso promedio de fruto

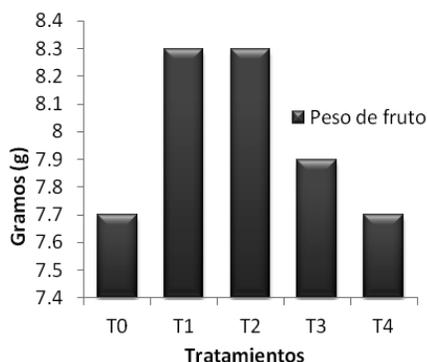
A pesar de no existir diferencia significativa según el análisis y prueba estadística de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) entre

tratamientos a un nivel de confianza superior al 95% (Tabla 5) (Tabla 5); T1 [Riego por goteo] y T2 [60-40-80/N-P-K] alcanzaron el mayor peso promedio de fruto 8.3 y 8.2 g, respectivamente (Figura 11).

**Tabla 05**

Análisis de variancia para la variable peso de fruto (g) *Myrciaria dubia*.

Fuente	GL	F	Sign.
Bloque	2	5.761	0.004
Trat.	4	1.57	0.186
Error	137		
Total	143		



**Figura 11.** Medias para la variable peso de fruto (g) de *Myrciaria dubia*.

Esto concuerda con García (1993), quien encontró aumentos de peso de fruto de naranjos en la medida que se mantuvo una adecuada disponibilidad de agua y fertirrigación; por otro lado los tratamientos T3 [120-80-160/N-P-K + RG] y T4 [240-160-320/N-P-K + RG] alcanzaron pesos similares de 7.7 y 7.5 g (Figura 11); lo que demuestra que la masa individual de la fruta se reduce con el incremento de la dosis de N, este 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.

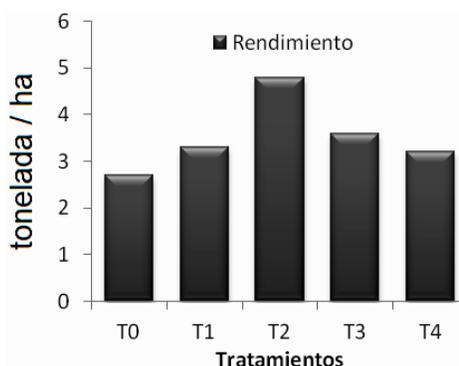
### Toneladas de fruto/hectárea

A pesar de no existir diferencia significativa según el análisis de variancia y prueba estadística de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) entre tratamientos a un nivel de confianza superior al 95% (Tabla 6), la comparación de medias muestra que los tratamientos con aplicación de riego y fertilizantes superaron al tratamiento T0 [Testigo], (Figura 12). En ese sentido el mayor rendimiento de frutos/ha se obtuvo con el tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K] con un valor promedio de 4.8 t/ha superando al T0 [Testigo] en más de 2.0 t/ha (Figura 12). Esto concuerda con Wiegand y Swanson (1982) donde certifican que el riego por goteo en cítricos incrementa los rendimientos tanto en zonas áridas como en húmedas; además (Sánchez-Blanco, *et al.*, 1988) probaron el efecto del riego y fertirrigación en la producción y calidad de la fruta, observándose que aquellos tratamientos deficientes producen frutos más pequeños y en menor cantidad.

**Tabla 6**

Análisis de Varianza para t/ha de *Myrciaria dubia*.

Fuente	GL	F	Sign.
Bloque	2	5.609	0.005
Trat.	4	1.109	0.355
Error	137		
Total	143		



**Figura 12.** Gráfico de medias para la variable t.ha<sup>-1</sup> de *Myrciaria dubia*.

**Tabla 7**Contenido de Vitamina C/tratamiento de *Myrciaria dubia*.

Tmtos	Fertilizantes (kg/ha)			Riego por goteo (RG)	AA(mg/100g de pulpa)
	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	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	Fertilizante mas RG	1842
T3	120	80	160	Fertilizante mas RG	1711
T4	240	160	320	Fertilizante mas RG	1618

Fuente: Laboratorios NATURA Pucallpa.

**Contenido de vitamina C**

Las plantas del tratamiento T2 presentaron el mayor contenido de AA (1842 mg/100g de pulpa), por el contrario el tratamiento que tiene el mínimo valor es el tratamiento T4 con un valor de 1618 mg/100g de pulpa (Tabla 7), que corrobora lo mencionado por el National Plant Food Institute citado por López (2002), el cual indica que las altas concentraciones de nitrógeno no afecta la acidez del jugo pero disminuye el contenido de vitamina C.

Así mismo Ross (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.

**4. Conclusiones**

La emisión de botones florales/planta se uniformizó a los 36 días, el desarrollo de frutos pequeños a los 30 y la cosecha tuvo un periodo de 30 días. Una campaña agrícola de camu camu en condiciones de fertirriego y manejo agronómico permite disminuir el ciclo productivo a 205 días desde la defoliación hasta la cosecha. La capacidad productiva de botones florales se incrementa a medida que se aumenta las condiciones de riego y dosis de fertilización. A mayores dosis de N, se

incrementa el número de frutos por planta pero estos son de menor tamaño por unidad de volumen. El T2 [60-40-80/N-P-K + RG] obtuvo el mayor rendimiento de fruto con un valor promedio de 4.8 t/ha.

El tratamiento T2 [60-40-80/N-P-K + RG] fue el que obtuvo la mayor concentración de ácido ascórbico con un valor de 1842 mg/100g de pulpa.

**Referencias**

- Abanto, C. 2011. Efecto del fertirriego sobre la productividad del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en la Región de Ucayali. Tesis (Ing. Forestal) Pucallpa PE: Universidad Nacional Agraria la Molina-Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 96p.
- Arroyo, J. 2000. Diseños de experimentos más comunes en la estación experimental y campos de productores. 51p.
- Basso, C.; Villafañe, R.; Torres, S.; Díaz, J. 2008. Evaluación de la uniformidad del riego y efecto del fertirriego nitrogenado en un huerto de lechosa (*Carica papaya* L.). Art. Cient. Bioagro 20 (2): 105-110.
- DMCH - Dirección meteorológica de Chile. 2010. Equipos meteorológicos: Evaporímetro clase "A", pluviómetro. (s.f). Disponible en [http://www.meteochile.cl/instrumentos/inst\\_convencional.html](http://www.meteochile.cl/instrumentos/inst_convencional.html)
- Cedecam - Centro de Desarrollo para la Competitividad de la Amazonía. 2005. Camu camu. Disponible en: [http://www.cedecam.org/camucamu\\_informacion.htm](http://www.cedecam.org/camucamu_informacion.htm)
- García, M. 1993. Efecto de diferentes momentos de riego en el rendimiento y la calidad de los citrus. Levante Agrícola 324:180-193.
- Holzappel, E.; López, C.; Joublan, J.; Matta, R. 1995. Efecto del agua y fertirrigación en el desarrollo y producción de naranjos cv. Thompson Navel. Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Casilla 537, Chillán, Chile.

- IIAP. 2001. Sistema de Producción de Camu camu en Restinga. Programa de Ecosistemas terrestres. Proyecto Bioexport. Camu camu. 60p.
- Imán, S. 2004. Como inducir la brotación de yemas auxiliares. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0012/index.htm#efecto> de un defoliante.
- Infojardin, *sf.* Carencias de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/articulos/carencias-nitrogeno-fosforo-potasio.htm>.
- López, A.; Romero, W.; Vargas, V.; Díaz, E. 2005. Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, Camu Camu arbustivo, en un entisol de Pucallpa. Folia Amazónica 14(2): 35-41.
- López, A. 2002. Informe 2002 “Sistema de producción sostenible de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en Ucayali. 49p.
- Medina, J. 1997. Riego por goteo, teoría y práctica. 302p.
- Mattos, D.; Quaggio, J.; Cantarella, H. 2005. Efecto de la fertilización con nitrógeno y potasio en el rendimiento de los cítricos. Informaciones Agronómicas 61: 11-13.
- Neilsen, G. H.; Neilsen, D.; Peryea, F. 1999. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation of nitrogen, phosphorus, and potassium. HortTechnology 9(3): 393-401.
- Olaya, E. 2008. Asesoramiento técnico especializado en fertirriego-Pucallpa.
- Oliva, C. 2007. Informe técnico “Cuarta evaluación de 4 clones de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, en suelos de restinga, en Ucayali”. 15p.
- Pinedo, M.; Linares, C.; Mendoza, H.; Anguiz, R. 2004. Plan de mejoramiento genético de camu camu. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 52p.
- PROMPEX. 1998. El cultivo del camu camu en la Amazonía peruana. Promoción de Exportaciones de Productos Agrícolas de la Selva. Citado por el proyecto Asesoría en Planeación Agraria. (PROAPA-GTZ). Estudio de Mercado para *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh (camu camu), 2006. 46 p.
- Peters, C.H.; Vásquez, A. 1986. Estudios Ecológicos de Camu camu *Myrciaria dubia*. I. Producción de Frutos en Poblaciones Naturales. Acta Amazónica 16-17: 161-174.
- Pizarro, F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p.
- Romero, P. 2003. Aplicación de niveles de nitrógeno en el rendimiento del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) en un entisol de Pucallpa. Tesis (Ing. Agrónomo). Pucallpa, PE: Universidad Nacional de Ucayali.
- Ross, M. 2009. Mejorando la calidad nutricional de los alimentos y la productividad de los sistemas agrícolas, Tomado de calidad/nutricional de alimentos. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Mejorando%20Calidad%20Nutricional%20de%20Alimentos.asp>.
- Sánchez-Blanco, M.; Torrecillas, A.; León, A.; Del Amor, F. 1988. The effect of different irrigation treatment of Verna Lemon yield and quality. Plant and Soil 120(2): 299-302.
- Sánchez, J. 2006. Fertirrigación en el cultivo del espárrago en el Perú. 22p. Disponible en: [http://www.fertitec.com/PDF/FertiespaPeru\\_Brasil.pdf](http://www.fertitec.com/PDF/FertiespaPeru_Brasil.pdf).
- Selles, G.; Ferreyra, R.; Contreras, G.; Ahumada, R.; Valenzuela, J.; Bravo, R. 2003. Manejo de riego por goteo en uva de mesa cv. thompson seedless cultivada en suelos de textura fina. Agric. Téc. 63(2): 180-192.
- Troncoso, A.; Cabrera, F.; Fernández, E.; García, A.; López, R.; López, P.; Morales, A.; Moreno, F.; Murillo, M.; Ordovas, J.; Suarez, P. 2004. Influencia de las distintas dosis de abonado aportado por fertirrigación. Revista Vida Rural 188: 33-36.
- Wiegand, C.; Swanson, W. 1982. Citrus responses to irrigation: II Fruit yield, size and number. J. Río Grande Valley Hort. Soc. 35: 87-95.