

Absorción de macronutrientes en la fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" en un ecosistema inundable de la región Ucayali

Absorption of macronutrients in the fenologia reproductiva of *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" in an flooded ecosystem of the region Ucayali

Recibido: 13/07/2015

Revisado: 28/08/2015

Aceptado: 15/09/2015

Ena Vilma Velazco Castro¹, Paola Castro Muñoz²

RESUMEN

Objetivo: Establecer la absorción de macronutrientes en cada fase fenológica reproductiva de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" en un ecosistema inundable de la región Ucayali. **Métodos:** Se utilizó el tipo de investigación aplicada, descriptivo, relacional y transeccional. Se trabajó con nueve árboles de camu camu y se tomaron muestras foliares en cada fase fenológica: Descanso (0 días después de la defoliación), brotamiento (43 días), floración (119 días) y fructificación (206 días), sólo en esta última se colectó frutos y de cada muestra se determinó la materia seca, concentración de nutrientes, y la absorción periódica de nutrientes. **Resultados:** Al final del período de muestreo la materia seca total producida fue 9,8 t.ha⁻¹, distribuida entre las fases fenológicas proporcionalmente: descanso 24,8%; brotamiento 27,9%; floración 28,6% y fructificación 18,7%. Las cantidades totales de macronutrientes absorbidos por el cultivo durante el período de muestreo en kg.ha⁻¹ fueron: 215,2 de N; 9,3 de P; 62,3 de K; 99,7 de Ca y 25,0 de Mg. **Conclusiones:** La mayor parte del N es absorbido en la fase de floración y P, K, Ca y Mg en la fase de descanso. El orden de absorción de macronutrientes de manera descendente es: N>Ca>K>Mg>P.

Palabras clave: Fenología, absorción de nutrientes, Perú, *Myrciaria dubia*, fases fenológicas.

ABSTRACT

Objective: To establish the absorption rate of macronutrients in phenological reproductive phases of *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu-camu" in an flooded ecosystem of Ucayali basin. **Methods:** Descriptive, relational, applied and transeccional research was used; nine trees of camu camu. Samples were taken for leaf analysis in 4 phenological phases: Rest period (0 days after the defoliation), sprouting (43 days), flowering (119 days) and fructification (206 days); in fructification period were also taken fruits for sampling, and of every sample there were taken dry matter, nutrient content, and periodical absorption of nutrients. **Results:** At the end of the period of sampling total dry matter was 9.8 t.ha⁻¹, distributed between the 4 phases proportionally: rest period 24,8 %; sprouting 27,9 %; flowering 28,6 % and fructification 18,7 %. The total quantities of macronutrients absorbed during the period of sampling (kg. ha⁻¹) were: 215,2 of N; 9,3 of P; 62,3 of K; 99,7 of Ca and 25,0 of Mg. **Conclusions:** Most of the N is

absorbed in the phase of flowering and P, K, Ca and Mg in the period of rest. The order of absorption of macronutrients of a descending way was: N> Ca> K> Mg> P.

Keywords: Fenology, absorption of nutrients, Perú, *Myrciaria dubia*, phenological phases.

INTRODUCCIÓN

El camu camu, especie nativa de la Amazonia perteneciente a la familia Myrtaceae, es apreciada por su alto contenido de ácido ascórbico natural que varía entre 1900 a 5900 mg/100g de pulpa (Oliva & Pie, 2011). En Ucayali, las áreas de camu camu arbustivo se han ampliado obteniendo una variación positiva del 73% desde el año 2007 al 2012 (DRSAU, 2013). Esta ocurrencia hace que se profundice en investigaciones como fertilización, podas, manejo de plagas y enfermedades, valor agregado, entre otros. Sobre nutrición en camu camu, se está avanzando en la investigación y aún todavía no se encuentra la cantidad óptima para realizar recomendaciones a nivel comercial. Es así que Casas y Loli (2014) en una investigación sobre curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa), para el tratamiento testigo, reportan la acumulación de materia seca total por fase fenológica en kg.ha⁻¹: 1111,45 brotamiento I; 1311,19 brotamiento II; 1587,10 fructificación; 1973,02 llenado de fruto y 2713,93 fruto maduro; macronutrientes total absorbidos en kg.ha⁻¹: para nitrógeno 25,09 brotamiento I; 29,68 brotamiento II; 31,19 fructificación; 33,33 llenado de fruto y 39,04 fruto maduro; para fósforo 1,97 brotamiento I; 1,90 brotamiento II; 2,12 fructificación; 2,69 llenado de fruto y 3,47 fruto maduro; para potasio: 11,72 brotamiento I; 9,79 brotamiento II; 8,12 fructificación; 10,96 llenado de fruto y 19,56 fruto maduro; la secuencia de absorción de nutrientes observadas fue la siguiente N>K>P. Mientras que Panduro (2015) en un estudio sobre dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK), en un entisol de Yarinacocha, encontró en el ciclo fenológico que los nutrientes N, P, K, Ca y Mg fueron absorbidos en kg.ha⁻¹: 159 de N; 12 de P, 60 de K, 79 de Ca y 13 de Mg definiendo un patrón: N>Ca>K>Mg>P. Para plantaciones de camu camu en producción y siguiendo la fenología propia de la especie (descanso, brotamiento, floración y fructificación) se tiene información limitada, es así que surge la necesidad de realizar una investigación con el objetivo de establecer la

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Email: enavelazco@yahoo.com
²Ing° Agroforestal Acuicola de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía

absorción de macronutrientes en relación a cada fase fenológica reproductiva de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh en un ecosistema inundable de la región Ucayali.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de camu camu en estudio pertenece al señor Feliz Gonzales Soplin, ubicada en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Es una Plantación con 12 años de instaladas a un distanciamiento de 3 x 3m (1111 plantas/ha), cuyo manejo agronómico es de nivel extensivo. Para iniciar el trabajo de investigación se observó que la plantación esté en estado fenológico de descanso (característica propia de un color amarillo pajizo de las hojas), seleccionando nueve plantas al azar, se realizó la defoliación manual completa, deschuponado, poda de fructificación y sanitaria, incluyendo ocho plantas colindantes a las seleccionadas, con la finalidad de otorgar luz a las plantas e inicie la emisión de brotes. El muestreo foliar se realizó entre las 6 a 8 am, ubicando en cada punto cardinal de la planta un brote vigoroso del tercio superior, cogiendo cuatro hojas por brote, haciendo un total de 144 hojas. Los muestreos se realizaron en la fase fenológica de descanso (0 días), brotamiento (43 días), previa observación de la caída de los primordios foliares, floración (119 días) a 100% de apertura de flores, fructificación (206 días) cuando los frutos estaban maduros. Además se realizó el muestreo de frutos, esta fase de cosecha se realizó a los 206 días, colectando manualmente frutos maduros y haciendo una muestra de 500g. Para determinar la concentración de nutrientes, tanto en hojas como en fruto, se remitieron las muestras al laboratorio de análisis de suelos y tejidos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, los análisis se realizaron de acuerdo el siguiente protocolo:

- Preparación de muestras se realizó mediante la digestión húmeda nitro-perclórica.
- Nitrógeno se realizó mediante el método de la micro-Kjeldahl modificado.
- Fósforo, mediante colorimetría con el método amino – naftol sulfónico (color azul).
- Potasio, por espectrometría de absorción atómica.
- Los macronutrientes secundarios y micronutrientes se determinaron mediante fotometría de absorción atómica de flama.

El cálculo de la absorción de nutriente en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ se realizó multiplicando el peso seco de la muestra en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ por el nutriente en $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ entre mil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación de materia seca total en cada fase fenológica para camu camu

En la figura 1, se observa que el peso de la materia seca total acumulada por el cultivo en la parte aérea fue de $9,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, distribuido proporcionalmente en cada fase fenológica: descanso con 24,8%; brotamiento 27,9%; floración 28,6% y fructificación 18,7%. La producción de materia seca se ajustó a un crecimiento de tipo polinómico de la forma: $y = -0,36x^2 + 1,4257x + 1,2924$ ($R^2 = 0,946$), siendo "y" la materia seca producida y "x" los días transcurridos después de la defoliación. La mayor acumulación de materia seca ocurrió a los 119 ddd fase que corresponde a la floración.

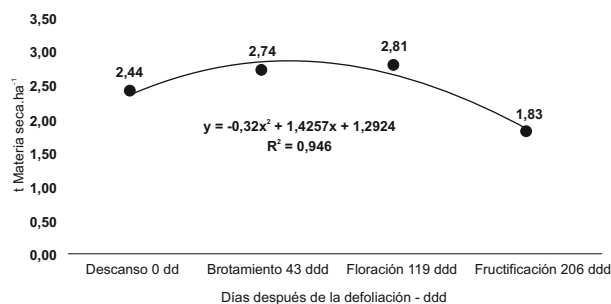


Figura 1. Acumulación de materia seca total en cada fase fenológica para camu camu.

Este resultado no coincide con Casas y Loli (2014) ni con Panduro (2015), sin embargo se puede explicar esta ocurrencia cuando Uson et al., (2010) mencionan que en la etapa de floración la absorción de nutrientes por las raíces es máxima y es desde este momento que los fotosintatos son cedidos a los órganos reproductivos.

Absorción de macronutrientes por cada estado fenológico en camu camu

Nitrógeno

La absorción total de nitrógeno en el ciclo fue de $215,2 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ y la mayor absorción de nitrógeno se encontró en la fase de floración (119 ddd) con $73,6 \text{ N kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, representando el 34% del total absorbido en todo el ciclo, ver figura 2. La absorción de nitrógeno se ajustó a una curva polinómica de la forma:

$$y = -11,246x^2 + 49,1x + 15,404 \quad (R^2 = 0,7)$$

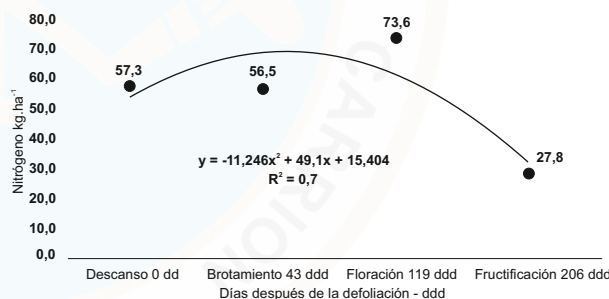


Figura 2. Absorción de nitrógeno $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ encada fase fenológica para camu camu.

La absorción de nitrógeno de este estudio es relativamente mayor a lo reportado por Casas y Loli (2014) y Panduro (2015). El nitrógeno en la planta forma parte de las proteínas, coenzimas, nucleótidos y clorofila, está implicado en todos los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal (Barceló et al., 2005), esto explicaría la alta absorción de nitrógeno en la fase de floración.

Fósforo

Al finalizar el ciclo fenológico en camucamu se obtuvo $9,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de fósforo, la mayor absorción de este nutriente se presentó en la fase de descanso (0 días), representando el 37%. La absorción de fósforo se ajustó a una curva polinómica de la forma: $y = 0,3933x^2 + 2,4292x + 5,4564$ ($R^2 = 0,9993$). La absorción de fósforo en cada fase fenológica coincide relativamente con Casas y Loli (2014) y Panduro (2015). Armstrong (1999) explica que el fósforo es

más importante en la naturaleza es la fotosíntesis, en este proceso, la energía solar es capturada en la adenosina trifosfato - ATP e inmediatamente este compuesto está disponible como fuente de energía para muchas otras reacciones dentro de la planta. Así mismo, fósforo es esencial en los procesos que transfieren el código genético de una generación a la siguiente, proveyendo el mapa genético para todos los aspectos de crecimiento y reproducción de la planta, esto explica la presencia de fósforo con $2,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la fase de cosecha, donde se analizó al fruto de camu camu.

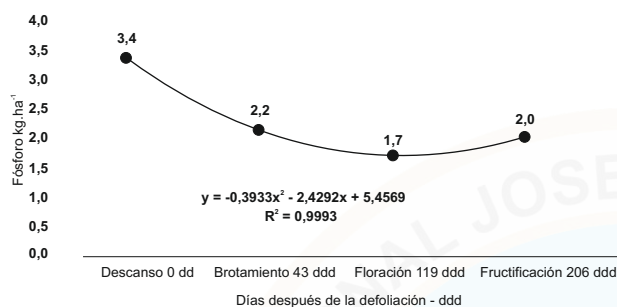


Figura 3. Absorción de fósforo $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ encada fase fenológica para camu-camu.

Potasio

En la figura 4, se muestra la absorción de potasio en cada fase fenológica, presentando en total $62,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K al finalizar el ciclo productivo, encontrando $22,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K, lo que representa 36% con respecto a la absorción total de potasio. La absorción de potasio se ajustó a una línea polinómico de la forma: $y = 2,2431x^2 + 13,693x + 32,986$ ($R^2 = 0,8572$). En este estudio la cantidad de potasio es superior a lo encontrado por Casas y Loli (2014). El potasio actúa en muchos de los procesos metabólicos de la planta, es esencial en la fotosíntesis, promueve la síntesis, translocación y almacenamiento de carbohidratos y optimiza la regulación hídrica en los tejidos vegetales, además aumenta el rendimiento y la calidad de las cosechas (Imas, s.f), lo expuesto por el autor se evidencia en la mayor concentración de potasio en el fruto de camu camu ($4,0 \text{ kg K ha}^{-1}$), debido a que es responsable de la translocación de fotosintatos al fruto.

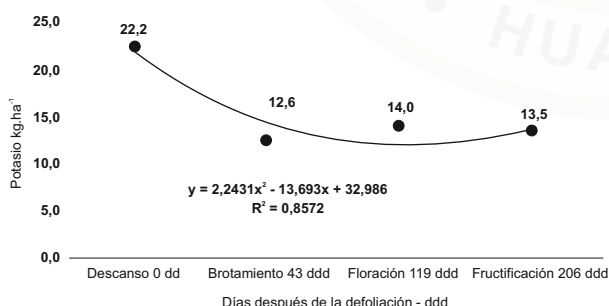


Figura 4. Absorción de potasio $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en cada fase fenológica para camu camu.

Calcio

Calcio al finalizar el ciclo productivo la planta absorbió $99,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, presentándose en mayor proporción en la fase de descanso con $44,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, lo que corresponde a 44% del total. La absorción de calcio se ajustó a una línea polinómico de la forma: $y = 2,5322x^2 - 23,991x + 65,924$ ($R^2 = 0,9966$). Ver figura 5.

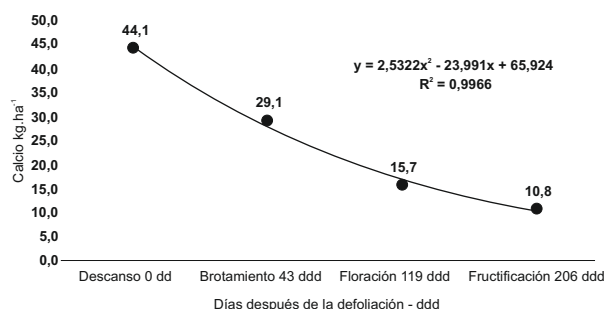


Figura 5. Absorción de calcio $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ encada fase fenológica para camu camu.

La cantidad total de calcio en camu camu fue mayor a lo reportado por Panduro (2015). Calcio es un nutriente usado por las plantas para constituir las paredes de las células, una fina capa de pectato de calcio le da fortaleza a las paredes de la célula. Así mismo, calcio actúa en la formación de proteína y el movimiento de hidratos de carbono en la planta (Plaster, 2005).

Magnesio

En la figura 6 se observa que magnesio es absorbido en mayor cantidad en la etapa de descanso con $10,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, de un total de $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Mg, esto corresponde a un 41% del total. La absorción de magnesio se ajustó a una línea polinómico de la forma: $y = 0,4303x^2 - 4,3821x + 13,982$ ($R^2 = 0,9668$). (Figura 6).

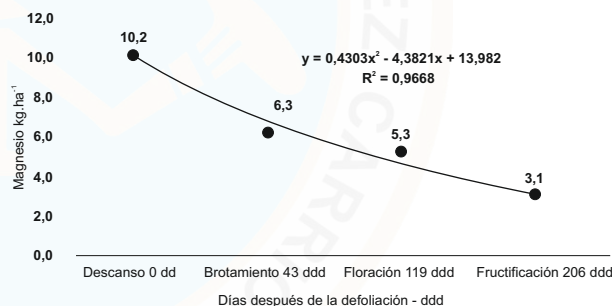


Figura 6. Absorción de magnesio $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en cada fase fenológica para camu camu.

La cantidad de magnesio absorbido por la planta en este estudio es menor a lo encontrado por Panduro (2015). Sin embargo, Salisbury y Ross (2000) sobre el magnesio mencionan que tiene presencia en la clorofila, es esencial porque se combina con el ATP (participa en muchas reacciones) y porque además activa enzimas necesarias en el proceso de la fotosíntesis, la respiración y la formación de ADN y de ARN. Esto explicaría sobre la mayor presencia de magnesio en la fase de descanso para camu camu, debido a que la hoja en esta etapa ha alcanzado su máxima maduración y por ello concentra mayor porcentaje de magnesio.

Se concluye que la mayor absorción de nitrógeno se encuentra en la fase de floración; fósforo, potasio, calcio y magnesio en la fase de descanso; el orden de absorción de macronutrientes de manera descendente es: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P}$ en el cultivo de camu camu para un ecosistema inundable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amstrong, D. (1999). Phosphorusforagriculture. Bettercropswithplantfood. In: [http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/8E2921B2D5FB31B085257980007CD130/\\$FILE/Better%20Crops%201999-1%20\(lo%20res\).pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/8E2921B2D5FB31B085257980007CD130/$FILE/Better%20Crops%201999-1%20(lo%20res).pdf) (acceso 25.08.2015).
- Barceló, J. Nicolás, G. Sabater, B y Sánchez, R. (2005). *Fisiología vegetal*. Madrid: Pirámide.
- Casas, J y Loli, O. (2014). Curva de Absorción de Nutrientes en la Biomasa Estacional del Cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en Suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Lima. Perú.
- Dirección Regional Sectorial de Agricultura de Ucayali – DRSAU. (2013). Informe situacional de la Dirección Regional Sectorial de Agricultura. Pucallpa, Perú. 102 pp.
- Imas, P. (s.f). El potasio: nutriente esencial para aumentar el rendimiento y la calidad de las cosechas. ICL fertilizer. In:<http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge>
- %20Center/El_potasio,_un_nutriente_esencial.pdf (acceso: 25.08.2015).
- Oliva C y Pie L. (2011). Palmagro, cultiva el camucamu con más alto contenido de Vitamina C del Mundo. (Plantación Comercial de Camu camu - Fundo Refugio). Lima. Perú. 4p.
- Panduro, N. (2015). *Dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (Myrciaria dubia HBK) en un entisol de Yarinacocha*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 96 pp. (En prensa)
- Plaster, E. (2005). *La ciencia de suelo y su manejo*. Madrid: Thomson editores Paraninfo. S.A.
- Salisbury, F. B., Ross, C. W. (2000). *Fisiología de las plantas 1: agua, soluciones y superficies*. España: Thomson Editores Spain.
- Uson, A., Boixadera, J., Martín, A. (2010). Tecnología de suelos: estudio de casos. España: Zaragoza prensa universitaria de Zaragoza.

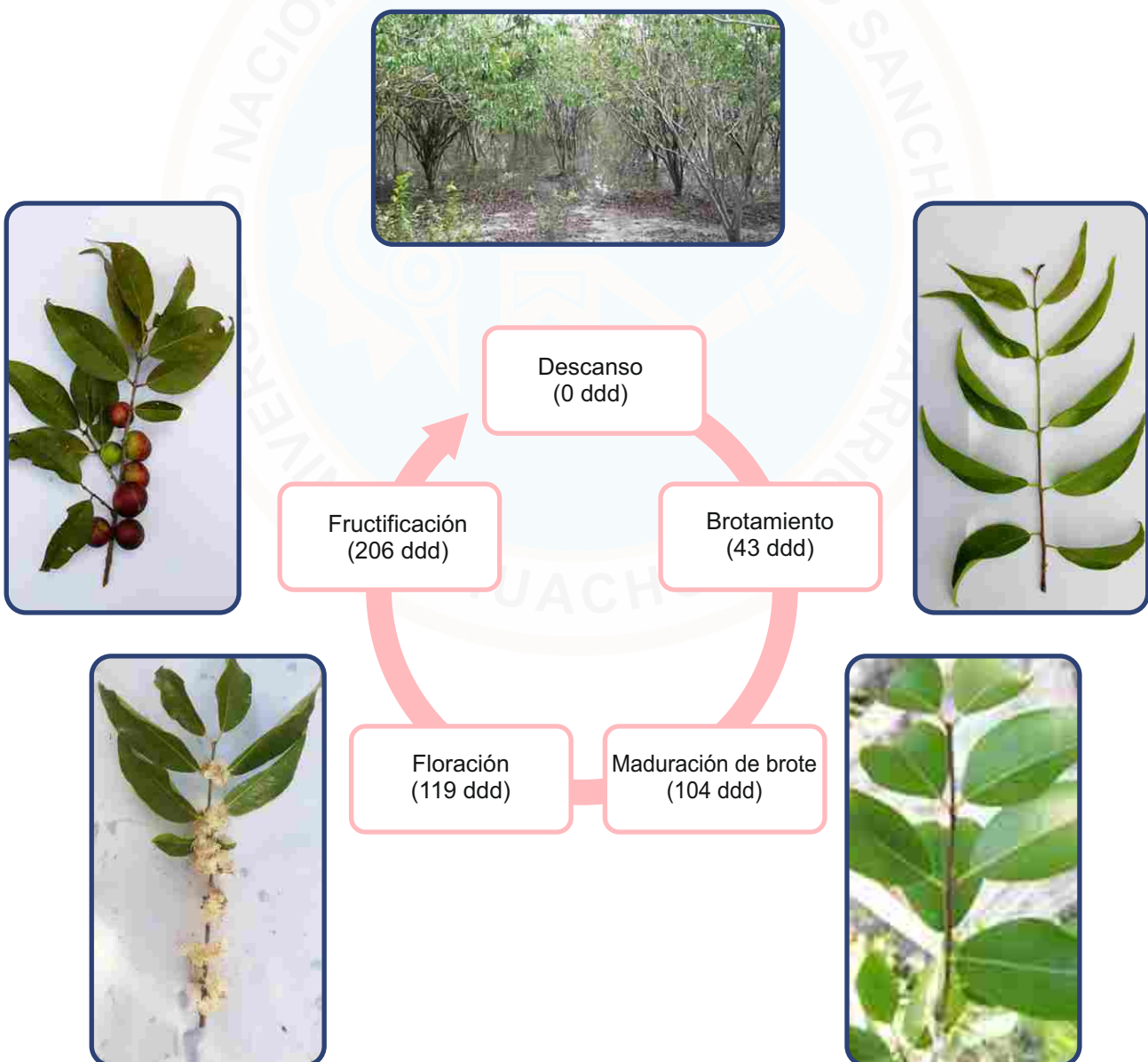


Figura 7. Ciclo fenológico reproductivo en camu camu.