



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ACESSOS DE
CAMU-CAMU (*Myrciariadubia*(Kunth) McVaugh) EM DIFERENTES
CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS NO ESTADO DE RORAIMA**

LUÍS FELIPE PAES DE ALMEIDA

Manaus, Amazonas

Novembro, 2014

LUÍS FELIPE PAES DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ACESSOS DE
CAMU-CAMU (*Myrciariadubia*(Kunth) McVaugh) EM DIFERENTES
CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS NO ESTADO DE RORAIMA**

Orientador: Dr. KaoruYuyama (INPA)

Co-orientador: Dr. Edvan Alves Chagas (EMBRAPA-Roraima)

**Tese de doutorado apresentada ao
Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em
Botânica.**

Manaus, Amazonas

Novembro, 2014

Ficha Catalográfica

A447 Almeida, Luis Felipe Paes de
Avaliação do desenvolvimento inicial de acessos de camu-camu
(*Myrciariadubia*(Kunth)McVaugh) em diferentes condições
edafoclimáticas no estado de Roraima/ Luís Felipe Paes de Almeida.
--- Manaus: [s.n.], 2014.
80p. :il.

Tese (Doutorado) --- INPA, Manaus, 2014.
Orientadores: Kaoru Yuyama.
Coorientador: Edvan Alves Chagas
Área de concentração: Botânica.

1. Camu-camu. 2. Cultura – Camu-camu. I. Título.

CDD 583.42

Sinopse

Estudou-se o desenvolvimento vegetativo e produtivo de 6 subamostras de camu-camu selecionadas da coleção do INPA, nas condições edafoclimáticas das regiões de Savana e de Transição Floresta/Savana no estado de Roraima com objetivo selecionar, de forma preliminar, as subamostras com melhor desenvolvimento para cada região. Aspectos do desenvolvimento vegetativo tais como altura, número de ramos basais, diâmetro basal e número de ramos terminais foram avaliados. A fenologia e a incidência de insetos-praga também foram avaliados para dar maiores subsídios ao manejo da cultura em terra firme no estado de Roraima.

Palavras-chave: Camu-camu, plantas frutíferas da Amazônia, cultura do camu-camu

Dedicatória

Dedico este trabalho aos pioneiros e amantes de frutas subutilizadas da Amazônia brasileira.

Agradecimentos

Agradeço à Vida por poder desfrutar da existência e à região norte do Brasil, por tão bem me acolher,

Ao Curso de Pós-Graduação em Botânica do INPA pelos surpreendentes conhecimentos Amazônicos,

À EMBRAPA- Roraima, pela infraestrutura e apoio total à pesquisa e ao trabalho de campo.

A José Carlos Almeida Filho, por ser uma verdadeira inspiração na vida acadêmica e a Olga Paulo Paes de Almeida, por seu dinamismo e força de trabalho. Aos dois, pelo amor e apoio.

A Julia Camargo, minha musa, por compartilhar esta vida maravilhosa.

A Jorge Camargo Paes de Almeida, pela felicidade que nos traz em cada olhar

Ao Dr. Kaoru Yuyama, pelas orientações precisas e amazônico conhecimento compartilhado.

Ao Dr. Edvan Alves Chagas, pelas orientações de pesquisa, apoio e amizade.

A Mario Pinedo, por contribuir com seu vasto conhecimento do camu-camu e pelas cantorias.

A Ricardo Bardales, pela amizade e companheirismo na pesquisa,

A Carlos Abanto, pelas contribuições e amizade

À Casa Branca, dos amigos Mariano Cenamo, Rodrigo Freire, André Viana, Eduardo Rizzo, Octavio Nogueira, Luiza Lima, pelos momentos inesquecíveis em Manaus.

Ao Idesam, por me proporcionar experiências inestimáveis na Amazônia e contribuir para a conservação e desenvolvimento sustentável dessa promissora região.

À CAPES, por proporcionar minha formação na pesquisa Amazônica,

Muito Obrigado!

Cordel do Camu-camu

*Eu era caçari,
Agoracamu-camu
(Neuber Uchôa)*

Caros amigos das plantas
Venho aqui apresentar
Uma fruta da Amazônia
De importância salutar
Presente em rios e lagos
Agora vou lhes contar.

É pertencente às Mirtáceas
Família que não se acaba
Consanguíneo da pitanga
Sendo primo da goiaba
É parente do araçá
Irmão da jabuticaba.

O fruto é arredondado
De pele lisa e brilhante
A cor é vermelha escura
Até negra purpurante
Com sementes achatadas
De um a quatro são constante

E tem vários outros nomes
No Amazonas e Pará
Como araçá-de-igapó
Em Santarém, marajá
De sarão em Altamira
Azedinha em Marabá.

Seu nome científico
Nós queremos ressaltar
É por *Myrciaria dubia*
Que devemos informar
Desta forma todo mundo
Já sabe identificar.

E quanto à Morfologia
Folhas de forma ovalada
São simples e opostas
Ou também lanceolada
Com ápice acuminado
E a base arredondada.

Na Amazônia Peruana
É bastante consumido
São tortas e sobremesas
Sendo muito conhecido
Licor, doce e camu-cola
Não podem ser esquecidos.

Nossa planta se apresenta
Com grande potencial
Da indústria farmacológica
E também nutricional
As substâncias que contém
Atuam no funcional

Os frutos do camu-camu
Pra saúde são importantes
Contêm vitamina C
E também antioxidantes
Na indústria alimentícia
Valem como diamantes.

Os seus estudos nos trazem
Atuais conhecimentos
Desde a hora da colheita
Como o armazenamento
Embalagem, transporte
E beneficiamento.

E encerro esta verseja
Agradecendo o momento
Cito INPA e a EMBRAPA
Por este conhecimento
Reconheço o camu-camu
Por algum entendimento.

Boa Vista do Rio Branco,
Setembro de 2013

Cordelista, biólogo, professor e amigo
Rodrigo L. da Costa Oliveira

RESUMO

O camu-camu (*Myrciariadubia*(Kunth) McVaugh) é uma fruta nativa das várzeas e cursos de rios da região amazônica. O Estado de Roraima apresenta solos e clima adequados para o estabelecimento da fruticultura em áreas de lavrado ou savanas (cerrados) e áreas de floresta tropical, com grande disponibilidade de áreas alteradas ou degradadas, que podem ser incorporadas ao processo produtivo, sem necessidade de novos desmatamentos. O cultivo em solo de terra firme é uma alternativa para aumentar a oferta de frutos, pois a floração ocorre praticamente o ano todo e a frutificação em períodos mais pronunciados, coincidindo com o fim da estação seca e o início da chuvosa. Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento vegetativo de seis subamostras de camu-camu selecionadas do INPA, nas condições edafoclimáticas das regiões de Boa Vista e Mucajaí, Roraima. Os experimentos foram realizados nos Campos Experimentais Água Boa e Serra da Prata, da EMBRAPA-Roraima, municípios de Boa Vista e Mucajaí, com clima do tipo Aw e Am, respectivamente conforme a classificação de Köppen. Para a análise de crescimento foram avaliados diâmetro basal de caule (mm), altura da planta (cm), número de ramos basais e número de ramos terminais. Foram realizadas medições com intervalos de 90 dias com o objetivo de definir a curva de crescimento de cada subamostra. Aos 30 meses após o plantio, a subamostra UAT 1896-7 apresentou valores de número de ramos terminais superiores às demais. No parâmetro altura, apresentou desenvolvimento superior, juntamente com as subamostras UAT 1596-7 e UAT 1096-5. As subamostras UAT 1596-7, UAT 1096-5 e UAT 0796-8 apresentaram valores de ramos terminais semelhantes entre si formando um grupo com características semelhantes e intermediárias. Nos parâmetros diâmetro basal e número de ramos basais, não houve diferença estatística entre as subamostras aos 30 meses. Portanto, na região de savana, com base nos parâmetros de crescimento vegetativo, podemos recomendar, de forma preliminar, a subamostra UAT 1896-7 como o que se desenvolveu melhor, com maior quantidade de ramos secundários e altura superior. Já para a área de transição savana/floresta, podemos recomendar a subamostra UAT 1096-5, como o que se desenvolveu melhor, com maior quantidade de ramos terminais, altura superior, início de florescimento precoce e número superior de flores. Aos 30 meses após o plantio, as subamostras UAT 1896-7 e UAT 0796-8 apresentaram número de ramos terminais sem diferença estatística em relação à UAT 1096-5, porém apresentaram altura pouco inferior, com diferença estatística significativa. As subamostras UAT 1596-7, UAT 1796-7, URUBU-2 apresentaram os menores valores para número de ramos terminais, apesar de o UAT 1596-7 apresentar altura superior. Quanto à precocidade, o pico de florescimento ocorreu no mês de janeiro, aos 30 meses após o plantio, com as subamostras UAT 0796-8 e UAT 1096-5 se destacando em relação aos demais com 500 e 435 flores no total, respectivamente. A análise conjunta dos experimentos (genótipo x ambiente) foi considerada do tipo genótipo fixo (clones) e ambientes aleatórios. Não houve diferença significativa das subamostras nas áreas para os parâmetros diâmetro basal (mm), altura de planta (cm) e número de ramos terminais exceto para número de ramos basais. A interação entre subamostras e ambientes aos 30 meses após o plantio apresentaram comportamento semelhante em savana e transição savana/floresta, mostrando que as subamostras apresentam estabilidade nas duas localidades.

Palavras-chave: Crescimento, Myrtaceae, Amazônia, Produção em terra-firme

ABSTRACT

Camu-camu (*Myrciariadubia* (Kunth) McVaugh) is an indigenous fruit of the floodplain and riparian forests of the Amazon region. In Brazil, Roraima State has appropriate soils and climate conditions for its cultivation in savanna (*lavrado*) and rainforest areas, with wide altered/degraded areas to be converted into productive fields. Cultivation outside floodplains can improve fruit availability, since flowering occurs almost all year round and more pronounced fruiting in periods coinciding with the end of the dry and early rain seasons. The objective of this study was to evaluate the vegetative development of 6 camu-camu subsamples selected from INPA in a savanna area, in Boa Vista, Roraima, and in a transition savanna/forest area, in Mucajaí, Roraima. The experiments were conducted in two areas of EMBRAPA, the Água Boa Experimental Station, with coordinates at 2°39'59" N and 60°50'21" W, with climate type Aw, according to Köppen climate classification and at the Serra da Prata Experimental Station, in Mucajaí, Roraima whose geographical location is found at 60°58'40"W; 2°23'49"N, with climate type Am. For growth analysis, parameters such as basal trunk diameter (mm), plant height (cm), number of basal shoots and number of terminal shoots were evaluated. Measurements were made at 90 day intervals in order to define the growth curve of each subsample. At 30 months after planting in the savanna area, the UAT 1896-7 subsample showed a higher number of terminal shoots comparing to the other subsamples, and had higher development in height than UAT 1596-7 and UAT 1096-5 subsamples. The UAT 1596-7, UAT 1096-5 and UAT 0796-8 subsamples showed similar terminal shoots values forming a group with intermediate characteristics. Parameters in basal diameter and number of basal shoots, were not significant between the subsamples at 30 months after planting. However, there was more abundant flowering, especially in subsample UAT 1896-7, with 3195 flowers. The UAT 1596-7 and UAT 0796-8 subsamples showed similar values, with 470 and 400 flowers, respectively. The UAT 1796-7 and UAT 1096-5 subsamples presented 338 and 81 flowers, respectively. The subsample URUBU-2 showed no flowering. In the transition savanna/forest area, the UAT 1096-5 subsample showed the best vegetative growth, presenting higher number of terminal shoots, greater height, and early flowering comparing to the other subsamples at 30 months after planting. UAT 1896-7 and UAT 0796-8 subsamples showed no statistical difference from UAT 1096-5 regarding the number of terminal shoots, but showed slightly lower height, with a statistically significant difference. In relation to precocity, peak flowering occurred in January, 30 months after planting, with the UAT 0796-8 and UAT 1096-5 subsamples excelling over others, with 500 and 435 flowers in total, respectively. The experiment Genotype x Environment analysis was considered fixed for genotype (subsamples) and random for environments (areas of study). There was no difference between the two areas for all parameters evaluated including basal diameter (mm), plant height (cm) and number of terminal branches except for the number of basal branches. The interaction among subsamples and environments at 30 months after planting showed similar effects in savanna and savanna/forest transition, showing that the subsamples have stability in both areas.

Keywords: Growth, *Myrciariadubia* (Kunth) McVaugh, Amazon

Índice

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	5
3. Hipóteses.....	6
5. Capítulo 1.....	7
6. Capítulo 2.....	29
7. Capítulo 3.....	44
8. Capítulo 4.....	61
9. Síntese.....	71
10. Referências Bibliográficas.....	73

Lista de Quadros e Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1. Número de flores totais por subamostra em área de savana, Boa Vista, RR, 2013-2014.....	19
Tabela 2. Número de flores totais por subamostra em área de transição savana/floresta, Mucajaí, RR, 2103-2014.....	19
Quadro 1. Principais fases fenológicas e de desenvolvimento inicial do camu-camu nas condições de savana ¹ e transição savana/Floresta ² no Estado de Roraima.....	25

Chapter 2

Table I. Basal trunk diameter (mm) evaluations of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, RR.....	34
Table II. Plant height evaluations of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, RR.....	36
Table III. Number of basal shoots evaluations of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, Roraima.....	37
Table IV. Mean data for number of basal shoots six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, Roraima.....	38
Table V. Total number of flowers evaluations of 6 subsamples obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, Roraima.....	40
Table VI. Number of fruits evaluations of 6 subsamples obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, Roraima.....	41

Chapter 3

Table 1. Mean data for basal trunk diameter (mm) of 6 subsamples for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí, Roraima, Brazil.....	50
Table 2. Average plant height data of six subsamples for thirty months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí, Roraima, Brazil.....	52
Table 3. Average number of basal shoots of six subsamples for thirty months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí, Roraima, Brazil.....	53
Table 4. Average number of terminal shoots of six subsamples for thirty months after planting transition savanna/forest area, Mucajaí, Roraima, Brazil.....	55

Capítulo 4

Quadro 1.Composição química do solo de savana, coletado em duas profundidades, Boa Vista, Roraima.....	65
Quadro 2.Composição química do solo de transição savana/floresta, coletado em duas profundidades, Mucajaí, Roraima.....	65
Tabela 1.Análise de variância da interação genótipo x ambiente para diâmetro basal, altura de planta, número de ramos basais e terminais de seis subamostras de camu-camu em savana e transição savana/floresta aos 30 meses de avaliação, Roraima, Brasil.....	67
Tabela 2.Teste de médias dos parâmetros diâmetro basal (mm), altura de planta (cm), número de ramos basais e número de ramos terminais aos 30 meses de avaliação de 6 subamostras em áreas de savana e transição savana/floresta.....	68

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1. Crescimento médio de diâmetro basal (DB) de seis subamostras de camu-camu e precipitação média acumulada (PPA) em área de savana e transição savana/floresta durante 30 meses de avaliação, Roraima, 2012-2013.....	16
Figura 2. Crescimento médio em altura (ALT) de seis subamostras de camu-camu e precipitação média acumulada (PPA) em área de savana e transição savana/floresta durante 30 meses de avaliação, Roraima, 2012-2013.....	17
Figura 3. Média de emissão de ramos terminais (NBRT) de seis subamostras de camu-camu e precipitação média acumulada (PPA) em área de savana e transição savana/floresta durante 30 meses de avaliação Roraima, 2012-2013.....	18
Figura 4. A <i>Costalimaita ferruginea</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) e B. <i>Batophilina rubi</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) alimentando-se de folhas de <i>Myrciaria dubia</i> , Boa Vista, Roraima, 2013.....	20
Figura 5. A. Formigas <i>Crematogaster</i> sp. associadas às cochonilhas (<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Hemiptera: Pseudococcidae) em Boa Vista, Roraima, Brasil e B. <i>Pseudomyrmex</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) associadas às cochonilhas <i>Parasaissetia nigra</i> , (Hemiptera: Coccidae). Presença de fumagina (<i>Cladosporium</i> sp.) nas folhas devido à exsudação de secreção açucarada das cochonilhas, Mucajaí, Roraima, Brasil, 2013.....	21
Figura 6. A. <i>Parasaissetia nigra</i> (Hemiptera: Coccidae) atacando ramos de camu-camu no município de Mucajaí, Roraima, Brasil e B. <i>Pseudaonidiatriobitiformis</i> (Hemiptera: Diaspididae) atacando folhas, Boa Vista, Roraima, 2013.....	22
Figura 7. A. Lagarta <i>Mimallonia</i> (Lepidoptera: Mimallonidae) e B. casulo em planta de <i>Myrciaria dubia</i> , Mucajaí, Roraima, 2013.....	22

Chapter 2

Figure 1. Growth curves of the basal trunk diameter (mm) obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.....	33
Figure 2. Growth curves in plant height (cm) obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.....	35
Figure 3. Growth curves of numbers of basal shoots obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.....	36
Figure 4. Growth curves of numbers of terminal shoots obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.....	39

Chapter 3

Figure 1. Location of the study.....	47
Figure 2. Growth curves of the basal trunk diameter (mm) obtained every three months for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil.....	51
Figure 3. Growth curves of plant height (cm) obtained every three months for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil.....	54
Figure 4. Total number of flowers of 6 subsamples obtained every three months for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil.....	55

1. INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dubia*(Kunth) McVaugh) é uma frutífera da família Myrtaceae, de ocorrência em zonas aluviais, inundáveis da Amazônia. É conhecido nas diferentes regiões do Brasil pelos vernáculos caçari, uva-de-boto, azedinho, araçá-d'água, araçarana, crista-de-galo, sarão e na Venezuela por guayabito (RIBEIRO *et al.*, 2002; PINEDO *et al.*, 2004, YUYAMA e VALENTE, 2013). Os locais de distribuição desta espécie possuem diferentes características edafoclimáticas, como no Peru, com solos de textura argilosa, pH em torno de 6 e com níveis ladeados de nutrientes até solos arenosos com pouca fertilidade e alta acidez, como nos afluentes do rio Negro, nos rios em Roraima e rio Uatumã- Amazonas. *M. dubia* possui sistema reprodutivo misto, apresenta endogamia, alogamia facultativa e apomixia, o que promove ainda mais variabilidade pelo cruzamento entre plantas. A propagação do camu-camu pode ser realizada através de métodos como estaquia, enxertia e alporquia, porém é normalmente realizada via seminífera (ENCISO NAZARAS e VILLACHICA, 1993; SALAZAR *et al.*, 2012; FERREIRA e GENTIL, 1997). A plasticidade adaptativa às condições adversas como solos pobres, anóxia, e altas temperatura e radiação pode ser explicada devido ao sistema radicular com raiz pivotante e com muitas raízes secundárias e pelos absorventes são adaptadas às recorrentes sedimentações ocasionadas pelo nível da água em época de cheia.

O interesse por este fruto aumentou em função do seu notável conteúdo de vitamina C, apresentando de 1.600 (MAEDA, 1999) até 2.994 mg/100 g de polpa (MAEDA *et al.*, 2006). Além destas, concentrações superiores foram observadas por Yuyama *et al.* (2002) em frutos provenientes da região leste de Roraima, que apresentaram de 3.571 a 6.112 mg/100 g de polpa fresca e por Lozano (2013) que observou até 8.873,83 mg/100 g de polpa+epiderme (casca) congelada. O plantio de frutas nativas vem se destacando como uma das alternativas para o desenvolvimento regional, à exemplo do açaí, cupuaçu, e taperebá na região de Tomé-açu, no Pará. O cultivo de camu-camu no Brasil ainda é incipiente, com algumas iniciativas em Manaus, no Amazonas, Vale do Ribeira, em São Paulo e Castanhal, no Pará. No Peru, já vem sendo plantada por ribeirinhos desde a década de 90 (FLORES, 1999).

A domesticação é entendida como a evolução acelerada de espécies promovida pelo ser humano (como o homem seleciona, maneja, e propaga as espécies) para trazê-las para condições de cultivo, inserido ou não num processo com intuito de comercialização. De acordo com Clement (2001), a domesticação pode ser definida como um processo coevolucionário em que a

seleção humana, inconsciente e consciente, nos fenótipos de populações de plantas promovidas, manejadas ou cultivadas resulta em mudanças nos genótipos das populações que as tornam mais úteis aos humanos e melhor adaptadas às intervenções humanas no ambiente.

O manejo de grandes áreas monoespecíficas de camu-camu se iniciou na Amazônia ocidental, mais precisamente no Peru, que teve entre os anos de 1998 e 2000 incentivos do governo peruano. De acordo com Martin *et al.* (2013) a coleta intensa de frutos nessas áreas por trinta anos diminuiu o número de plantas jovens, porém manteve-se a população de plantas e a produção por planta aumentou. De acordo com Yuyama (1999) o extrativismo silvestre não garante a demanda e a qualidade dos frutos, pois a colheita coincide com o período das enchentes dos rios, antes que as plantas fiquem totalmente submersas, o que implica na retirada precoce dos frutos prejudicando a qualidade dos mesmos no que concerne à coloração (antocianinas) e vitamina C. Além disso, a colheita se torna difícil, pois deve ser realizada com uso de barcos ou canoas e a comercialização feita de imediato (FLORES, 1999).

Uma alternativa ao extrativismo seria a produção dessa espécie em terra-firme para que os frutos sejam colhidos de forma adequada, no ponto ideal de colheita. O cultivo em solo de terra firme é possibilitaria aumentar a oferta e qualidade de frutos, pois a floração ocorre praticamente o ano todo e a frutificação em períodos mais pronunciados, coincidindo com o fim da estação seca e o início da chuvosa (FALCÃO *et al.*, 1993). O espaçamento adensado no cultivo de camu-camu aumenta o sombreamento entre as plantas e a competição por nutrientes, podendo causar queda na produtividade do pomar. Portanto, recomenda-se espaçamento maior, em torno de cinco x 2 m, para maior entrada de luz solar e facilidade de manejo do plantio (YUYAMA, com. pess., 2014). Em condições de plantio se evita a colheita precoce do fruto, diminuem-se as perdas durante a colheita, contribuindo para maior produtividade por área, aumentando a oferta no mercado. Exemplo desse sucesso pode ser observado no Peru, onde a demanda por fruto com alto conteúdo de ácido ascórbico permitiu o desenvolvimento de um mercado de produção e exportação que durante os últimos anos tem crescido, e só em 2006, mais de 388.385 kg foram colhidos, o que representou mais de 2 milhões de dólares com a comercialização (IIAP, 2009).

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia vem selecionando desde 1995 plantas superiores de camu-camu para o cultivo. O teor de vitamina C determinado é de grande importância e tem sido um dos principais objetivos dos pesquisadores no melhoramento genético (SILVA, 2006; PINEDO *et al.*, 2004). A produtividade é outro fator importante para seleção de

plantas de camu-camu. Em populações naturais do Peru é estimado em 24,57 t/ha de frutos (VILLACHICA, 1996), demonstrando grande potencial produtivo da espécie. Alvarado Vertiz (1969) encontrou em populações silvestres do Peru médias de 12 kg de frutos por planta. Na terra firme, próximo de Manaus e Iquitos, a produção de frutos começa no 3º a 4º ano após a semeadura (FLORES, 1999). Yuyama (1999) encontrou uma planta aos 41 meses de idade com produção de 22 kg de fruto na primeira safra.

O desenvolvimento do cultivo de material genético melhorado de camu-camu tem sido um desafio em função da grande variabilidade genética das populações, e do nível de conhecimento sobre técnicas de cultivo que ainda são incipientes. O camu-camu é uma espécie silvestre em processo de domesticação e incipiente estado de exploração comercial (Pinedo *et al.*, 2004) e ainda há falta de interesse dos grandes produtores e do mercado (Yuyama, com. pess., 2014).

Para isso, há a necessidade de realização de ensaios regionais que mostrem a o desempenho das diversas subamostras em diferentes ambientes. O Estado de Roraima possui grandes áreas de clima úmido, do tipo Af, com grandes extensões de área alterada, principalmente no sul do estado, onde existem áreas de colonização de reforma agrária que poderiam ser aproveitadas para o desenvolvimento de fruticultura, que além de gerar renda, auxiliariam na promoção da saúde da população local. Além disso, existem áreas de clima do tipo Am e Aw, que correspondem à transição savana/floresta e savana, respectivamente, que podem também desenvolver a fruticultura com algumas tecnologias básicas como correção do solo com calcário, adubação e irrigação associadas ao uso de quebra-ventos. De forma geral, a distribuição e o volume de precipitação podem contribuir para o melhor desenvolvimento da planta, já que frutíferassão exigentes em água, principalmente na fase inicial de plantio. A precipitação deve estar entre 1700 a 4000 mm/ano e temperatura de 25 a 30°C (REVILLA, 2000).

A avaliação de seleções superiores de camu-camu em nível de desempenho vegetativo e produtivo permitirá o avanço nos trabalhos de melhoramento genético da espécie, bem como a geração de informações sobre o cultivo de camu-camu, a qual também poderá contribuir para a diversificação da produção em propriedades agrícolas, na complementação alimentar, ou no aumento de oferta deste fruto para o mercado consumidor e/ou para matéria prima no desenvolvimento de novos produtos oriundos desse fantástico fruto. Neste contexto, o cultivo do

camu-camu poderá se constituir numa fonte de renda alternativa para os agricultores, uma vez que existe um mercado potencial para as frutas nativas da Amazônia e substâncias antioxidantes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar caracteres agronômicos de 6 subamostras de camu-camu selecionados da coleção do INPA, nas condições edafoclimáticas das áreas de Savana e de Transição Floresta/Savana no estado de Roraima;

2.2 Objetivos específicos

- Selecionar as subamostras com melhor desenvolvimento vegetativo e precocidade para cada condição edafoclimática, nos primeiros 30 meses de cultivo no estado de Roraima.
- Avaliar a fenologia de diferentes subamostras de camu-camu, indicando florescimento, mudança foliar, frutificação e ponto de colheita aos 30 meses de cultivo.
- Observar a incidência de insetos-praga ocorrida durante as avaliações do experimento nas duas localidades

4. HIPÓTESES

Capítulo 1

- *HA*: Os estádios fenológicos e ocorrência de insetos-praga na savana são diferentes em relação à área de transição floresta/savana.
- *H0*: Os estádios fenológicos e a ocorrência de insetos-praga na savana são similares e simultâneas em relação à área de transição floresta/savana.

Capítulos 2, 3 e 4

- *HA*: Existem subamostras de camu-camu com melhor desenvolvimento vegetativo inicial em área de savana, no município de Boa Vista-RR e/ou em área de transição floresta/savana, no município de Mucajaí-RR.
- *H0*: As subamostras de camu-camu apresentam desenvolvimento vegetativo inicial semelhante em área de savana, no Município de Boa Vista e/ou em área de transição floresta/savana, no município de Mucajaí-RR.

Almeida, L. F. P.; Yuyama, K.; Chagas, E. A.; Bardales, R. M. L.; Albuquerque, T. S. C.; Abanto, C. R.; Queiroz, F. B. D. 2014. Estádios fenológicos e ocorrência de insetos-praga na cultura do camu-camu em duas condições edafoclimáticas de Roraima. Manuscrito em preparação para *Journal of Agricultural Science*

ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E OCORRÊNCIA DE INSETOS-PRAGA NA CULTURA DO CAMU-CAMU EM DUAS ÁREAS DO ESTADO DE RORAIMA

Luís Felipe Paes de Almeida, Kaoru Yuyama, Edvan Alves Chagas, Ricardo Manuel Bardales Lozano, Carlos Abanto Rodriguez, Ruy Guilherme Correia, Fernando Barreto Diógenes Queiroz

RESUMO

Este trabalho objetivou demonstrar os principais estádios fenológicos assim como as ocorrências dos principais insetos-praga no cultivo de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) em terra firme realizado em duas localidades do estado de Roraima. Para a avaliação da incidência de insetos-praga e doenças foram feitas observações do local de ataque e tipos de danos em diferentes períodos do ano. Para os estádios fenológicos foram avaliados épocas de brotação, floração e fase de maturação dos frutos, baseado em observações mensais e avaliações a cada três meses. Para as taxas de crescimento relativo em altura, diâmetro basal, número de ramos terminais e número de ramos basais foram feitas as médias de crescimento de cada acesso a cada três meses e assim calculando as taxas por diferença entre duas avaliações consecutivas. Dessa forma foi possível avaliar as épocas de maior crescimento comparando a pluviometria aferida por mini-estação meteorológica. As subamostras de camu-camu apresentaram crescimento do diâmetro basal e altura contínuos nas duas localidades, porém as localidades apresentaram diferentes épocas de crescimento. O maior crescimento em altura ocorreu durante o período de menor precipitação pluvial, nos meses de outubro a janeiro representados nas avaliações de janeiro de 2012 e 2013. Nas condições de savana a emissão de brotos foi uniforme, incrementando de 6 a 13 brotos em média a cada avaliação realizada. Durante o período de maior precipitação na savana houve estímulo à brotação quando as precipitações acumuladas foram superiores a 500 mm com maior quantidade de brotos observados nos meses de agosto a janeiro de 2012 e de julho a outubro de 2013. Nas condições de transição savana/floresta houve estímulo à brotação durante os meses de abril a julho de 2012, com maior número de brotos observados nos meses de maio a julho. Nos meses de menor precipitação acumulada, compreendidos entre outubro de 2011 e março de 2012, houve menor intensidade de brotação. No ano de 2013 o período com o maior número de brotos ocorreu em outubro de 2013. Quanto ao florescimento, a área de savana induziu o florescimento precoce, aos 18 meses e depois aos 27 meses após o plantio. Na área de transição savana/floresta houve floração aos 30 meses após o plantio, porém

com baixa taxa de fixação dos frutos devido ao florescimento na estação seca, em janeiro. Os principais insetos-praga que ocorreram na transição savana/floresta foram cochonilha preta *Parasaissetia nigra*(Nietner), (Hemiptera: Coccidae), a lagarta *Mimallo amilia*(Cramer) (Lepidoptera: Mimallonidae) e formigas *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) e *Pseudomyrmex* sp.(Hymenoptera: Formicidae)associadas às cochonilhas.

ABSTRACT

This study aimed to demonstrate the main phenological stages as well as the occurrences of major insect pests under upland cultivation of camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) in two areas of Roraima State. For occurrence of insect pests and diseases were made monthly observations. For the phenological stages were evaluated shoot emission, height, basal diameter and flowering, based on monthly observations and evaluations every three months. For the relative growth rate in height, basal diameter, shoot emission and number of basal branches all subsamples were evaluated every three months and so calculating difference between two consecutive evaluations. Thus it was possible to evaluate the periods of greatest growth measured by comparing to the rainfall meteorological station. The camu-camu subsamples grew in basal diameter and height continuously in both locations, but presented different growth seasons. The greater height growth occurred during the period of lower rainfall in the months from October to January represented in evaluations January 2012 and 2013. In savanna, shoot emission was uniform, increasing 6-13 shoots on average every evaluation carried out. During the period of highest precipitation in the savanna a sprouting stimulus was observed when rainfall was over 500 mm with the highest number of shoots observed in the months from August to January, 2012. The same occurred from April to July 2013, with higher shoot emission from July to October 2013. In the savanna/forest transition, there was sprouting stimulus during the months from April to July 2012, with the highest number of shoots observed in the months from May to July. In the months of lower cumulative rainfall, ranging between October 2011 and March 2012, there was a lower intensity in number of shoots. In 2013 the period with accumulated precipitation greater than 500 mm occurred in the months from May to August and the shoot emission was observed in October 2013. In the savanna area, flowering was induced early, at 9 months and then at 27 and 30 months after planting. In the savanna/forest transition area, blooming were observed at 30 months after planting, but with low rate of fruit set due to the dry season in January. The main insects responsible for causing damage to plants in the savanna were leaf beetles and scales associated with ants. *Costalimaita ferruginea* (Fabricius), (Coleoptera: Chrysomelidae) and *Batophilium rubrum* (Paykull), (Coleoptera: Chrysomelidae) attacked the young leaves and shoots and were considered opportunistic, since they probably came from other host crops such as eucalyptus, soybean and cowpea planted nearby. The occurrence was observed at the beginning of the rain season, corresponding to the months of April, May and June, 2013. Scale insects

(*Dysmicoccus brevipes*(Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) occurred throughout the year, associated with the ants *Crematogaster* sp (Hymenoptera: Formicidae). *Pseudomyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae), mostly occurring in periods of low rainfall. The main insect pests occurring in the savanna/forest transition were black scale *Parasaissetia nigra*, the caterpillar *Mimallo amilia*) and ants *Crematogaster* sp. and *Pseudomyrmex* sp. associated with scales.

INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae compreende 145 gêneros e 5970 espécies (THE PLANT LIST, 2013), das quais cerca de 1.000 ocorrem no Brasil (LANDRUM e KAWASAKI, 1997). A fenologia é a ciência que investiga a periodicidade ou época de ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com o clima e fatores bióticos (LIETH, 1974; SCHWARTZ, 2003). Pouco se conhece da fenologia de Myrtaceae no Brasil e em outras partes do mundo, a maioria das informações é sobre a floração, advinda de estudos taxonômicos ou fenológicos em nível de comunidade, que incluem algumas espécies de Myrtaceae (NIC LUGHADHA e PROENÇA, 1996). Assim é possível conhecer as épocas de produção e de crescimento das diferentes subamostras em estudo, contribuindo para a melhor escolha de materiais para cada região.

Insetos-praga são os insetos que causam danos ao homem ou animais e plantas. No caso de pragas agrícolas, causa grandes perdas na agricultura, prejudicando interesses econômicos do agricultor. Os danos causados por insetos podem ocorrer no campo, durante o processo de transporte e armazenamento e podem ser causados por um adulto, larva, ninfa, ou ambos (DELGADO e COUTURIER, 2004).

Estudo sobre os insetos-praga que ocorrem em *Myrciaria dubia* foi apresentado por Delgado e Couturier (2004) no Peru, onde 69 insetos-praga são descritos. Alguns destes insetos registrados são considerados específicos do camu-camu e não ocorrem em nenhuma outra Myrtaceae cultivada, alguns são especializados em Myrtaceae e outros são polípagos, atacando várias famílias de plantas. Portanto, é necessário avaliar os danos causados por esses insetos, o manejo cultural e recomendar o melhor tipo de controle, se necessário.

O Estado de Roraima apresenta área de aproximadamente 224,3 mil km² e regiões adequadas para o estabelecimento da fruticultura, com destaque para as áreas de lavrados ou savanase as áreas de floresta, com aproximadamente 17% e 67% da área total do estado, respectivamente (SUFRAMA, 2015).

O clima da área de savana é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, pertencente ao domínio de clima Tropical Chuvoso, quente e úmido, apresentando nítido período seco (BRASIL, 1975). A temperatura média é de 25°C e a precipitação pluviométrica anual na área do estudo é de pouco mais de 1.600 mm. As chuvas possuem distribuição irregular, podendo ser distintos dois períodos: (i) o chuvoso, entre os meses de abril e setembro, concentrando cerca de 50% da precipitação anual (100 a 130 dias com chuva por ano), e (ii) o seco, entre os meses de

dezembro e março. A média anual de umidade relativa gira em torno de 70 a 80% na região compreendida próxima da cidade de Boa Vista (BARBOSA, 1997).

Na área de transição de savana/floresta (região central do Estado) predomina precipitação mais baixa do que nas regiões de floresta tropical, sendo caracterizada pelo tipo climático Am, que possui estação seca definida, porém com menor rigor que Aw. Os solos predominantes são os argissolos e latossolos de textura média e baixa fertilidade natural. A temperatura média anual é de 28°C e umidade relativa do ar de 72%.

No cultivo em terra firme pode ocorrer o aparecimento de pragas por não existirem mecanismos de controle natural como nas populações silvestres, além de ocorrer mudanças no microclima e na densidade de plantas, que também o favorecem. Dentre os principais insetos-praga, podemos citar a cochonilha de raiz (*Dysmicoccus brevipes* Cockerell) e piolho saltador (*Tuthillia cognata* Hodlk) nas plantas adultas, besouros (*Xylosandrus compactus* Eichroff) e cochonilhas nas mudas (YUYAMA e VALENTE, 2011; DELGADO e COUTURIER, 2004).

Este trabalho objetivou demonstrar as principais épocas de florescimento, produção, emissão de brotações, crescimento de diâmetro basal e altura assim como as ocorrências dos principais insetos-praga no cultivo em terra firme de duas localidades do Estado de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado por meio de análise de teste de comparação de médias de seis subamostras, originárias de cinco populações do rio Uatumã, provenientes do Estado do Amazonas e uma do rio Urubu, proveniente do Estado de Roraima.

Descrição dos locais de estudo

As subamostras foram clonadas e testadas em dois locais no Estado de Roraima, em área de savana e em de área de transição savana/floresta. O Campo Experimental Água Boa da EMBRAPA- Roraima fica localizado no município de Boa Vista, onde predomina fitofisionomia de savana, com coordenadas 2°39'59" N e 60°50'21" W, clima do tipo Aw, conforme a classificação de Köppen, caracterizado por um período seco longo bem definido, que se estende de setembro a março, e um período chuvoso de abril a agosto. Seu regime pluviométrico é caracterizado pela concentração de chuvas (cerca de 56% da precipitação pluvial total) nos meses de maio, junho e julho, representando o período de maior precipitação pluvial. Já o período de

menor precipitação pluvial é longo, com seis meses, ocorrendo nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, com uma representatividade de cerca de 17% da precipitação total. Um período intermediário é representado nos meses de abril, agosto e setembro, com cerca de 28% da precipitação total (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2006). A precipitação total anual na região do campo experimental Água Boa possui média de 1650 mm.ano⁻¹ (BARBOSA, 1997). As médias anuais de temperatura são de 25,5°C, a umidade relativa média é de 76% - nos meses de maior precipitação, junho/julho, ela chega a 86%, caindo para valores em torno de 70% nos meses mais secos do ano (MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2006a).

O Campo Experimental Serra da Prata, da EMBRAPA- Roraima, fica localizado no município de Mucajaí, cuja localização geográfica da área experimental situa-se em 2° 21' N e 60° 57' W, é representativo da área de transição savana/floresta do Estado de Roraima, distante 62 km de Boa Vista. O clima é Am, conforme o sistema de classificação de Köppen. O período chuvoso vai de abril a agosto, enquanto que o período seco vai de setembro a março. O regime pluviométrico é caracterizado pela concentração de chuvas (cerca de 58% da precipitação total) nos meses de maio, junho e julho, representando o período de maior precipitação pluvial. O período de menor precipitação é longo, com seis meses, representado pelos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, representando cerca de 18% da precipitação total. Um período intermediário é representado nos meses de abril, agosto e setembro, com cerca de 30% da precipitação total (MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2006b). A precipitação total anual na região do campo experimental Serra da Prata oscila num intervalo de confiança na ordem de 1.510-2.145 mm.ano⁻¹, com um valor médio 1.844 mm.ano⁻¹ (BARBOSA, 1997; MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2003).

Descrição das subamostras

A seleção das plantas ideótipos foi feita para as características de alta concentração de ácido ascórbico nos frutos, alta produção de frutos e copa com grande quantidade de ramos plagiotrópicos. Todos os acessos apresentam teor de ácido ascórbico em torno de 3000 mg/100g de polpa.

Tratos culturais

A área escolhida para o experimento apresentava solo e relevo uniformes. O manejo inicial do solo constituiu-se, basicamente, de correção da acidez e de níveis de nutrientes com calcário dolomítico, na quantia de 2 t/ha juntamente com fosfatagem e potassagem em área total do experimento na quantia de 90kg de P_2O_5 por hectare e 90 kg de K_2O por hectare. Foi utilizada a adubação verde na entrelinha 30 dias após o plantio, com leguminosas (crotalária, feijão de porco), girassol e milho plantadas para condicionamento físico e químico do solo. Após 8 meses de plantio foram aplicadas, em cobertura, 30g cloreto de potássio, 30 g de uréia e 10 g de FTE BR12 por planta, durante a época chuvosa, uma vez ao ano. A irrigação foi feita pelo método de microaspersão na fase inicial do plantio, a cada 3 dias, e durante o período mais seco do ano. O controle de plantas herbáceas foi feito com uso de roçadeira costal motorizada nas linhas de plantio e de tratorizada nas entrelinhas.

Coleta de dados

A altura foi medida em centímetros com auxílio de trena, o diâmetro basal do caule em milímetros com paquímetro digital a 10 cm de altura do solo e contagem do número de flores e frutos, bem como do número de ramos basais e terminais. Os ramos basais foram considerados aqueles que brotaram da estaca de propagação inicial e os terminais aqueles que estavam situados nas extremidades dos ramos secundários, constituídos das brotações mais jovens. Para os parâmetros produtivos foi realizada contagem de flores e frutos, indicando o início e final da floração e maturação dos frutos.

Delineamento experimental

O delineamento experimental nos dois locais foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo considerado subdivisão no tempo com nove avaliações. A parcela experimental foi constituída de quatro plantas.

Para a avaliação da incidência de insetos-praga e doenças foram feitas observações anotando local de ataque e tipos de danos em diferentes períodos do ano. Para os estádios fenológicos foram avaliados épocas de brotação, floração e fase de maturação dos frutos, baseado em observações mensais e avaliações a cada três meses. Para as taxas de crescimento em altura, diâmetro basal, número de ramos terminais e de número de ramos basais foram feitas as médias

de crescimento de cada subamostra a cada três meses e assim calculando os taxas por diferença entre duas avaliações consecutivas.

RESULTADOS

Diâmetro basal

Os acessos de camu-camu apresentaram crescimento do diâmetro basal contínuo nas duas localidades, porém as localidades apresentaram diferentes épocas de crescimento (Figura 1). Nas condições de savana a maior taxa de crescimento em diâmetro ocorreu durante o período de maior precipitação pluvial, nos meses de fevereiro a julho de 2013. Na transição savana/floresta a maior taxa de crescimento em diâmetro ocorreu durante o período de menor precipitação pluvial durante os meses de agosto de 2012 a fevereiro de 2013.

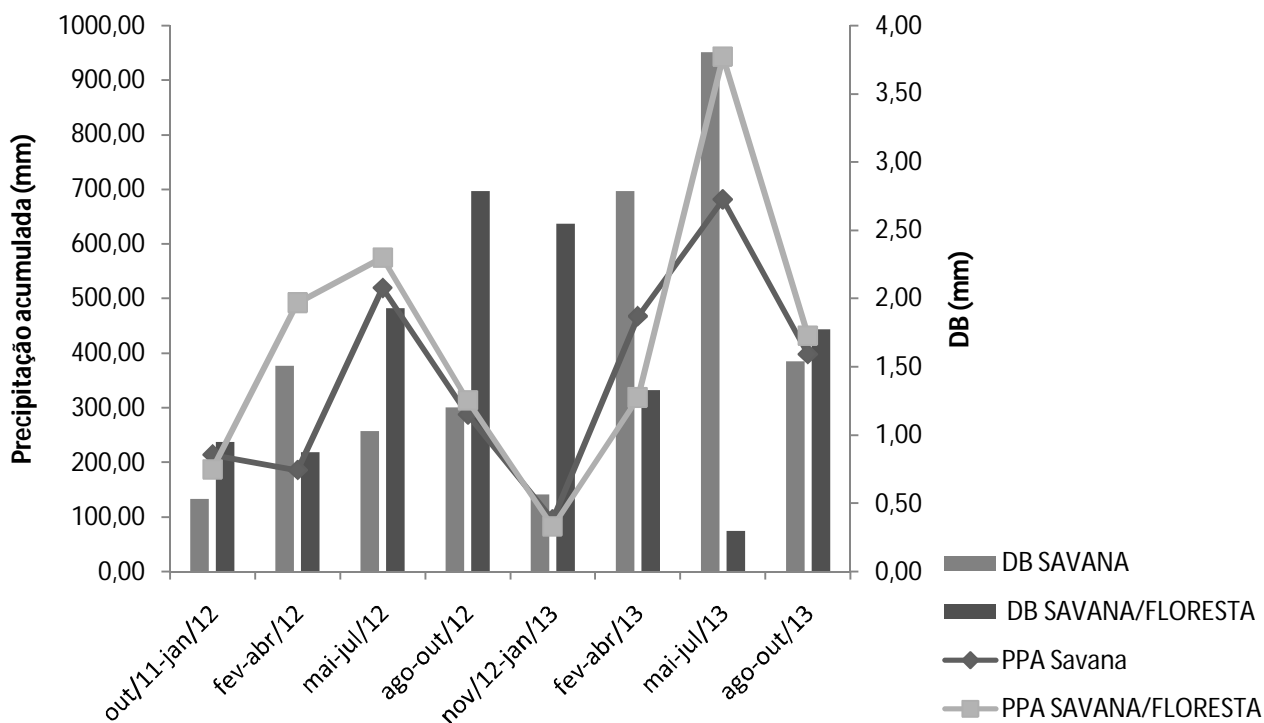


Figura 1. Crescimento médio de diâmetro basal (DB) de seis subamostras de camu-camu e precipitação média acumulada (PPA) em área de savana e transição savana/floresta durante 30 meses de avaliação, Roraima, 2012-2013.

Altura de planta

O camu-camu apresentou crescimento contínuo nas duas localidades, porém o maior crescimento em altura ocorreu durante o período de menor precipitação pluvial, nos meses de outubro a janeiro representados nas avaliações de janeiro de 2012 e 2013. Nas condições de savana o crescimento em altura possui padrão oscilatório, apresentando períodos de maior crescimento seguidos de períodos de menor crescimento.

Nas condições de transição savana/floresta o padrão de crescimento em altura foi mais uniforme, com menor crescimento durante meses de abril a julho devido à estiagem ocorrida entre os meses de janeiro a março de 2013 (Figura2).

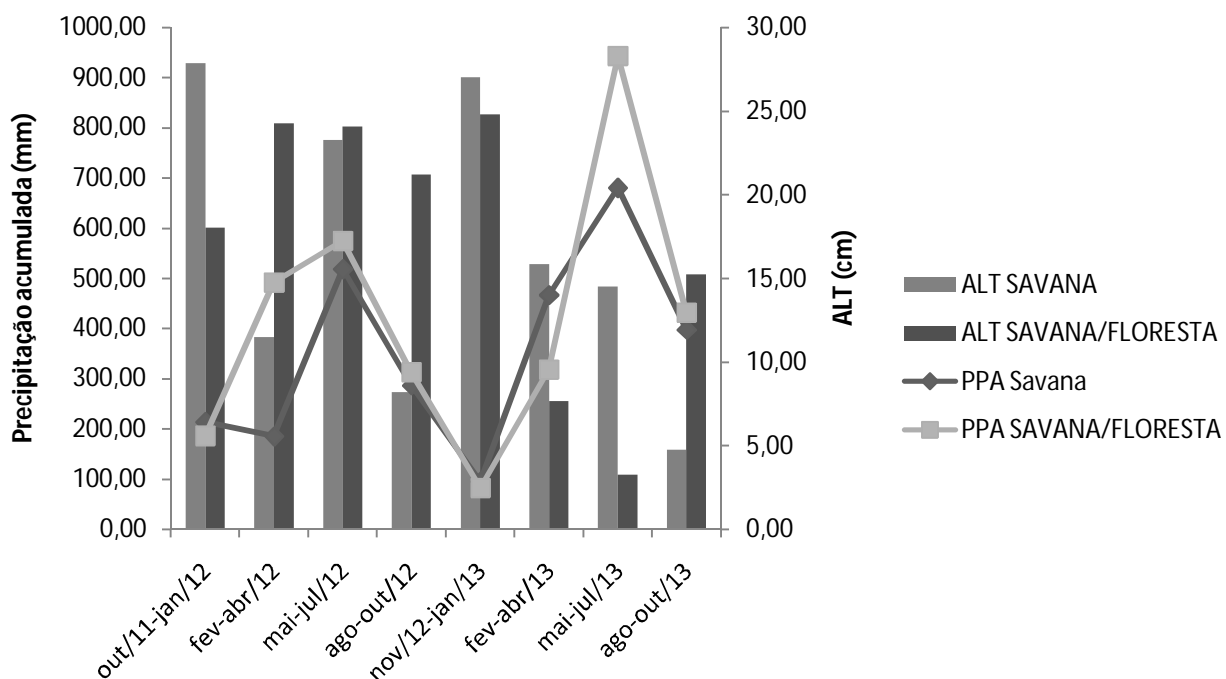


Figura2. Crescimento médio em altura (ALT) de seis subamostras de camu-camu e precipitação média acumulada em área de savana e transição savana/floresta durante 30 meses de avaliação, Roraima, 2012-2013.

Emissão de brotos

Nas condições de savana a emissão de brotos foi uniforme, incrementando de 6 a 13 brotos em média, a cada avaliação realizada. Durante o período de maior precipitação na savana, nos meses de maio a julho de 2012 houve estímulo à brotação quando as precipitações

acumuladas foram superiores a 500 mm com maior quantidade de brotos observados nos meses de agosto a janeiro de 2012. O mesmo ocorreu nos meses de abril a julho de 2013 que apresentaram precipitação acumulada acima de 500 mm indicando estímulo à brotação, que ocorreu nos meses julho a outubro de 2013 (Figura 3).

Nas condições de transição savana/floresta houve estímulo à brotação durante os meses de abril a julho de 2012, que apresentaram precipitação acumulada superior a 500 mm com maior número de brotos observados nos meses de maio a julho. Nos meses de menor precipitação acumulada, compreendidos entre outubro de 2011 e março de 2012, houve menor intensidade de brotação. No ano de 2013 o período precipitação acumulada maior que 500 mm ocorreu nos meses de maio a agosto, sendo observado o estímulo à brotação nesse período e o maior número de brotos em outubro de 2013 (Figura 3).

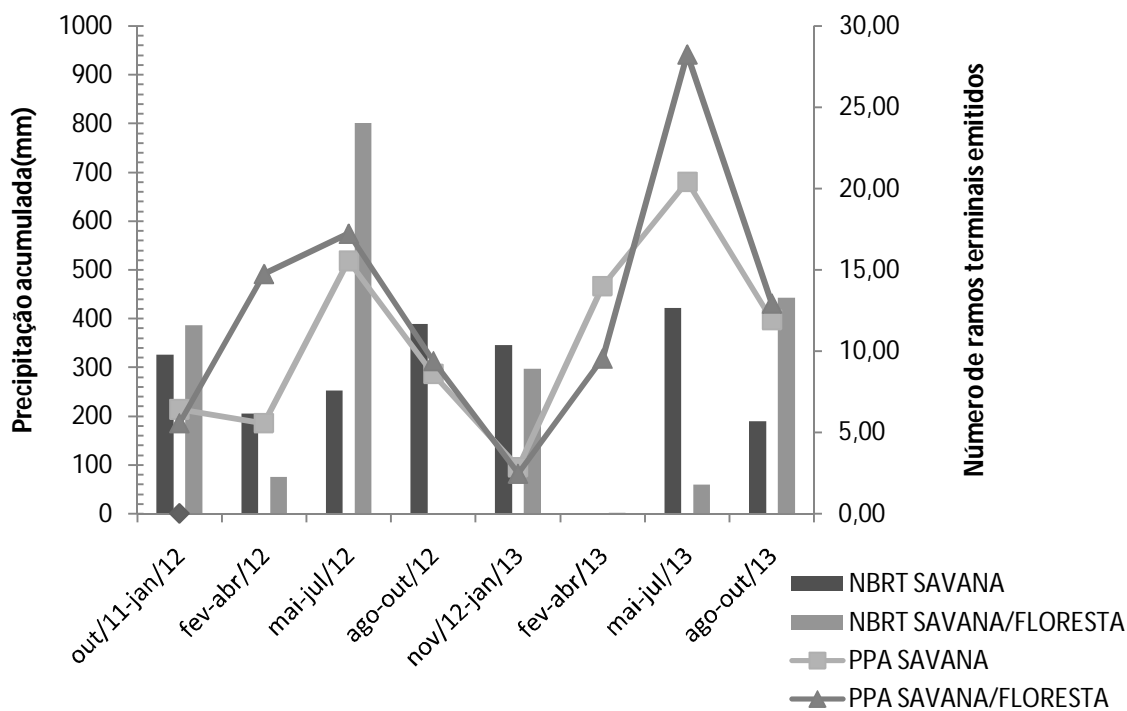


Figura 3. Média de emissão de ramos terminais (NBRT) de seis subamostras de camu-camu precipitação média acumulada (PPA) em área de savana e transição savana/floresta durante 30 meses de avaliação, Roraima, 2012-2013.

Quanto ao florescimento, a região de savana induziu o florescimento precoce, aos 18 meses e depois aos 30 meses após o plantio (Tabela 1). Na região de transição savana/floresta houve florescimento, porém com baixa taxa de fixação dos frutos devido ao florescimento na estação seca, em janeiro. A região de savana apresentou de florescimento dos acessos com floração ocorrida aos 27 meses após o plantio (Tabela 2).

Tabela1. Número de flores totais por acesso em área de savana, Boa Vista, RR, 2013-2014.

Avaliação	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
jan/13	0	0	0	24	900	0
abr/13	0	0	0	0	0	0
jul/13	0	0	0	0	0	0
out/13	0	81	470	24	3195	0
jan/14	0	0	0	0	0	0

Tabela2. Número de flores totais por acesso em área de transição savana/floresta, Mucajaí, RR, 2013-2014.

Avaliação	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
abr/13	18	25	0	0	18	0
jul/13	18	0	96	0	18	0
jan/14	500	435	270	110	131	0

Ocorrência de insetos

Os principais insetos responsáveis por causar dano às plantas na savana foram as vaquinhas e cochonilhas associadas às formigas. As vaquinhas *Costalimaita ferruginea*(Fabricius), (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Batophilina rubi*(Paykull) (Coleoptera: Chrysomelidae) atacaram as folhas e brotações novas (Figura 4) e foram consideradas oportunistas, já que eram provenientes de outras culturas hospedeiras como eucalipto, soja e feijão-caupi, localizadas próximas ao experimento. A incidência foi observada no início das chuvas, correspondentes aos meses de abril, maio e junho de 2013. As cochonilhas *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell)(Hemiptera: Pseudococcidae) ocorreram durante todo o ano, associadas às formigas *Crematogaster* sp.(Hymenoptera: Formicidae) e *Pseudomyrmex* sp.(Hymenoptera: Formicidae)(Figura 5), com maior ocorrência no período de menor precipitação (outubro a março).



Figura 4. A. *Costalimaita ferruginea* (Coleoptera: Chrysomelidae) e B. *Batophilina rubi* (Coleoptera: Chrysomelidae) se alimentando de folhas de *Myrciaria dubia*, Boa Vista, Roraima, 2013.



Foto: Luís Felipe Almeida, 2013

A



Foto: Luís Felipe Almeida, 2013

B

Figura 5. A. Formigas *Crematogaster* sp. associadas às cochonilhas (*Dysmicoccus brevipes*) (Hemiptera: Pseudococcidae) em Boa Vista, Roraima, Brasil e B. *Pseudomyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae) associadas às cochonilhas *Parasaissetia nigra*, (Hemiptera: Coccidae). Presença de fumagina (*Cladosporium* sp.) nas folhas devido à exsudação de secreção açucarada das cochonilhas, Mucajaí, Roraima, Brasil, 2013.

Os principais insetos-praga que ocorreram na transição savana/floresta foram cochonilha preta *Parasaissetia nigra* (Figura 6A), a lagarta *Mimallo amilia* Cramer (Lepidoptera: Mimallonidae) (Figura 7) e formigas *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Figura 5A) e *Pseudomyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Figura 5B) associadas às cochonilhas. As cochonilhas foram observadas durante todo o ano, com maior incidência sobre o acesso URUBU-2, que se mostrou mais susceptível a essa praga. O principal dano causado pela cochonilha preta foi a ocorrência de fumagina (*Cladosporium* sp.), que se desenvolve sobre a exsudação açucarada das cochonilhas (Figura 5B e 6A).



Figura 6. A. *Parasaissetia nigra* (Hemiptera: Coccidae) atacando ramos de camu-camu no município de Mucajaí, Roraima, Brasil e B. *Pseudaonidia triobitiformis* (Hemiptera: Diaspididae) atacando folhas, Boa Vista, Roraima, 2013.



Figura 7. A. Lagarta *Mimallo amilia* (Lepidoptera: Mimallonidae) e B. casulo em planta de *Myrciaria dubia*, Mucajaí, Roraima, 2013.

Não houve dano significativo às plantas que justificasse o controle dos insetos. Contudo para que não houvesse diminuição de crescimento de algumas plantas foi aplicado óleo mineral para o controle da fumaginae cochonilhas e óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) para as vaquinhas, na savana.

DISCUSSÃO

Em populações silvestres de camu-camu a floração é controlada pelas vazantes dos rios, quando as plantas emergem das águas emitindo novas brotações com flores num período de 3 a 4 meses (VEIGA, 2003). No Amazonas e Pará a frutificação ocorre na época das cheias, durante o período chuvoso que vai de outubro a março. No Amazonas a maior floração acontece de dezembro a fevereiro e a maior produção de frutos se dá entre março e maio (FALCÃO *et al.*, 1989; YUYAMA *et al.*, 2010). Em Roraima a frutificação ocorre de janeiro a março em populações naturais, conforme estudo realizado por Souza *et al.*, (2012). De 19 populações avaliadas, 10 tiveram coincidência quanto ao início do período de frutificação, ocorrendo em fevereiro, final da estação seca. Para a maioria das áreas, foi possível verificar frutos nos diferentes estágios de maturação entre fevereiro e março/2011, sendo encontradas populações mais precoces em regiões ao norte, Normandia (Rio Pirara) e ao sul, abrangendo todas as populações de Rorainópolis e uma população de Caracarái (Corredeiras do Bem-Querér), que frutificaram desde janeiro (SOUZA *et al.*, 2012).

A safra de camu-camu, no Município de Rio Preto da Eva – AM, em pomares plantados em terra firme, ocorreu nos meses de janeiro a abril (GAVINHO, 2005). De acordo com Caliri (2002), a maior floração foi observada em julho, agosto, novembro e dezembro e a safra ocorreu de dezembro a abril na coleção do INPA em Manaus. No Pará, a floração mais expressiva ocorreu em março e a frutificação teve um pico no mês de julho. Observou-se desfolha parcial em todas as plantas estudadas, principalmente em novembro (MAUÉS e COUTURIER, 2002). De acordo com Flores (1999), a floração ocorre de setembro a dezembro e a frutificação de dezembro a abril, no Peru.

A floração não está sincronizada entre as plantas, face à ocorrência de vários ciclos durante o ano (FERREYRA, 1959). A floração segue desta maneira desde os ramos de cima aos ramos de baixo e, portanto, um indivíduo pode apresentar gemas florais, flores e frutos em vários estádios de desenvolvimento ao mesmo tempo (PETERS e VASQUEZ, 1986/1987).

De acordo com Inga *et al.* (2001), no Peru a fenologia reprodutiva da espécie transcorre em 77 dias, tendo uma fase de desenvolvimento da flor (15 dias) e de desenvolvimento do fruto (62 dias). Quanto ao período de frutificação e taxa de produção de frutos para a espécie, verifica-se que existem diferenças, sendo menor e continua em plantios (CALIRI, 2002; SOUZA, 2002; LIMA, 2009). Os frutos são produzidos em ramos do ano e a antese ocorre entre as 5:00 e 7:00 h (MAUÉS e COUTURIER, 2002).

De acordo com Ferreira (1986), citado por Flores (2000), em anos de chuvas abundantes o camu-camu pode florescer durante todo o ano na terra firme. De acordo com Maués e Couturier (2002) as plantas de *Myrciaria dubia* estudadas no BAG da Embrapa Amazônia Oriental apresentaram a fenofase de floração durante o ano todo, mesmo que em baixa proporção, sendo mais expressiva nos meses de setembro de 1997 (menor volume pluviométrico), março e junho de 1998 (maior volume pluviométrico).

Tendo como base a fenofase reprodutiva a partir do mês de julho (floração), o ponto de maturação dos frutos ocorreria a partir de setembro, completando um ciclo de 120 dias (GAVINHO, 2005).




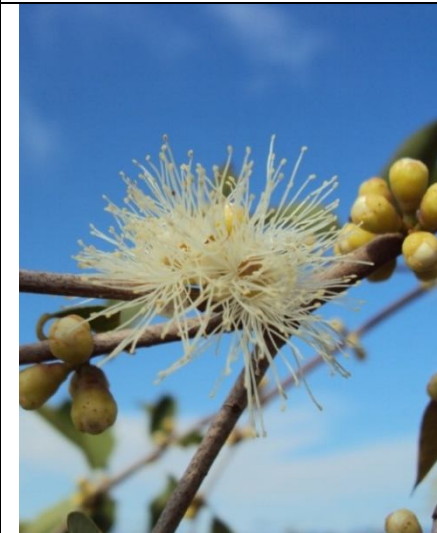


De acordo com Alvarado Vertiz (1969) e Villachicca (1996) o controle de formigas também é necessário para o controle de cochonilhas. Devido ao mercado diferenciado e saudável que o camu-camu atinge seriam necessárias medidas de controle orgânicas. Para o biocontrole de cochonilhas, Dolinsky e Lacey (2007) sugerem que o fungo entomopatogênico *Aschersonia* spp. pode ser uma alternativa desde que haja alta umidade relativa do ar e precipitações abundantes.

Conclusão

Os principais insetos responsáveis por causar dano às plantas na savana foram as vaquinhas e cochonilhas da espécie *Pseudaonidia triobitiformis* (Hemiptera: Diaspididae) associadas às formigas *Pseudomyrmex* sp. Já na transição savana/floresta foram observados cochonilha preta *Parasaissetia nigra* (Hemiptera: Coccidae), a lagarta *Mimallonia amilia* (Lepidoptera: Mimallonidae) e formigas *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) e *Pseudomyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae) associadas às cochonilhas.

Quanto aos principais estádios fenológicos foram observados brotação de ramos inicial nos meses de junho na savana e outubro em transição savana/floresta. A floração foi observada nos meses de setembro na savana e janeiro na transição savana/floresta. A frutificação ocorreu de novembro a janeiro na savana e de março a abril na transição savana/floresta com a colheita de frutos totalmente maduros nos meses de janeiro na savana e de abril na transição savana/floresta.

De posse dessas informações foi possível elaborar um quadro com as principais fases fenológicas e de desenvolvimento inicial do camu-camu nas condições de savana¹ e transição savana/floresta² no Estado de Roraima:

		
Brotação inicial ramos secundários	Ramos secundário lignificados, ápices brotando	Ramos do ano com inflorescências
junho¹ a outubro^{1,2}	julho¹- novembro^{1,2}	setembro¹– janeiro²
		
Floração	Frutos imaturos	Frutos Maduros
outubro¹e janeiro²	novembro-dezembro¹e março²	janeiro¹ e abril²

Quadro1. Principais fases fenológicas e de desenvolvimento inicial do camu-camu nas condições de savana¹ e transição savana/floresta² no Estado de Roraima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO-VERTIZ, M.A. **Posibilidades del cultivo del camu-camu *Myrciaria dubia* en el Perú.** 1969. Monografía, 51p.Lima: Pontificia Universidad Católica Del Peru. 1969.

BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima. Manaus: INPA, 1997. v. 1, p. 325-335.

CALIRI, G.J.A. **Estudos fenológicos e seleção de matrizes em quatro procedências de camu-camu silvestre (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) da região amazônica, para uso em sistemas agroflorestais.** Dissertação de mestrado. Manaus. INPA/FUA. 58p. 2002.

CALZADA BENZA, J.C. **Frutales nativos.** La Molina: El Estudiante, 314p. 1980.

CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B.; CLEMENT, C.R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias.** Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 409p.1999.

DELGADO, C.; COUTURIER, G. **Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en camu camu.** IIAP - IQUITOS /IRD – FRANCIA: 147p.2004.

DOLINSKY, C.; LACEY, L.A. Microbial control of arthropod pests of tropical tree fruits. **Neotropical Entomology**, Londrina: v. 36, n. 2. 2007 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2007000200001&lng=en&nrm=iso>. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000200001>.

FERREIRA, S.A.N.; GENTIL, D.F.O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo garfagem. **Acta Amazonica**, v. 27, n. 3, p.163-168. 1997.

FERREYRA, H.R. El camu camu: nueva fuente natural de vitamina C. Lima: **Boletín Experimentación Agropecuaria**, v. 7, n. 4, p.28-31. 1959.

FLORES, W.B.C. Camu-camu. In: CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B. & CLEMENT, C.R. **Biodiversidade Amazônica: Exemplos e Estratégias de Utilização.** Amazonas: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do Amazonas (SEBRAE), p. 167-176. 1999.

GAVINHO, C. A. Efeitos da adubação foliar na produção de frutos e na concentração de ácido ascórbico do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) em condições de terra-firme. 2005. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

INGA, H.; PINEDO, M.P.; DELGADO, C.; LINARES, C.; MEJÍA, K. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. **Folia Amazonica**, IIAP, vol. 12 (1-2). 2001.

LANDRUM, L.R. & KAWASAKI, M.L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. New York: Brittonia, 49 (4), p 508-536. 1997

LIETH, H. Introduction to phenology and modelling of seasonality. In: Phenology and seasonality modelling (H. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag, p. 3-19. 1974.

MAUÉS M. M.; COUTURIER G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p.441-448. 2002.

MOURÃO JUNIOR, M., Xaud, M. R., Xaud, H. A. M., Moura Neto, M. A., Arco-Verde, M. F., Pereira, P. R. V. S., Tonini, H. Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. Boa Vista: Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, p. 7. 2003.

MOURÃO JUNIOR, M.; MOURA NETO, M. A. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M. Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Água Boa, Boa Vista- Roraima (1991-2005). Boa Vista: Embrapa Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 05, 18 p. 2006a.

MOURÃO JUNIOR, M.; MOURA NETO, M. A. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M. Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Serra da Prata, Mucajáí (1993-2005). Boa Vista: Embrapa Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 06, 18 p. 2006b.

NIC LUGHADHA, E. N. & PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 480-503, 1996.

OLIVEIRA FILHO, M. C. M. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, H. A. M.; XAUD, M. Variação Interanual do Regime de Precipitação Pluvial no Campo Experimental Água Boa. Boa Vista: Embrapa Roraima, **Circular técnica** 04, 2006.

PETERS, C. M.; VÁSQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. producción de frutos em poblaciones naturales. Manaus: **Acta Amazonica**, v. 16/17 (nº único), p. 161- 174, 1986/1987.

PINEDO, P.M.; LINARES, B.C.; MENDOZA, H.; ANGUIZ, R. **Plan de mejoramiento genético de camu-camu**. . Iquitos: IIAP, 52p, 2004.

SOUZA, O.M. ; LIMA, C.G.B. ; CHAGAS, E.A. ; ALVES, J.K.B. ; CRUZ, L.S. ; PORTO, W. S. Fenologia da frutificação de populações naturais de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) em Roraima. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, Bento Gonçalves. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77191/1/Olisson-1-fenologia-camucamu.pdf> Acesso em: 31/03/2014

SUFRAMA- **Potencialidades do Estado de Roraima.** Disponível em:<<http://www.suframa.gov.br/publicacoes/potencialidades/roraima.htm>>Acesso em: 10/03/2013.

VILLACHICA, L.H., El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en la Amazonia Peruana. Iquitos: Tratado de Cooperación Amazonica, 95p. 1996.

XAUD, H. A. M. ; XAUD, M. R.; MOURAO JUNIOR M.; ARCOVERDE, M. F.; CARVALHO, J. O. P. de. Potencial madeireiro de floresta natural do Campo Experimental Confiança (Embrapa Roraima) município do Canta, Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, **Documentos, 1**, 16 p.2005.

YUYAMA, K. Banco ativo de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh).In: FERREIRA, F. R. (Ed.). Brasília: Anais do Congresso de Recursos genéticos de espécies frutíferas no Brasil. EMBRAPA, CENARGEN, p. 90-93. 1999.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. Manaus: Acta Amazonica, v. 32, n. 1, p. 169-174. 2002.

YUYAMA, K.; SIQUEIRA, J. A. S. Efeito do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). Manaus: Acta Amazonica. Notas e comunicações, v. 29, n. 4, p. 647-650. 1999.

YUYAMA, K.; VALENTE, J. P. Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. Curitiba: CRV,216p. 2011.

Almeida, L. F. P.; Yuyama, K.; Chagas, E. A.; Bardales, R. M. L.; Albuquerque, T. S. C.; Abanto, C. R.; Queiroz, F. B. D. 2014. Comparison of early vegetative growth of camu-camu subsamples in the Amazonian savanna. Submetido à *Fruits*.

Comparison of early vegetative growth of camu-camu subsamples in the Amazonian savanna

Luís Felipe Paes de Almeida^{1*}, Kaoru Yuyama², Edvan Alves Chagas³, Ricardo Manuel Bardales Lozano⁴, Teresinha Costa Silveira Albuquerque³, Carlos Abanto Rodriguez⁵, Fernando Barreto Diógenes de Queiroz³

¹ National Institute of Amazonian Research (INPA), Federal University of Roraima-UFRR, Boa Vista, Roraima State, Brazil

² National Institute of Amazonian Research (INPA), Manaus, Amazonas State, Brazil

³ Brazilian Enterprise for Agricultural Research (EMBRAPA), Boa Vista, Roraima State, Brazil

⁵ Peruvian Amazon Research Institute (IIAP), Pucallpa, Ucayali State, Perú

Abstract – Introduction. Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) is an indigenous fruit of the floodplain and riparian forests of the Amazon region. In Brazil, Roraima State has appropriate conditions for this fruit production, especially in the savanna areas with soil management and irrigation. Cultivation outside the floodplain is an alternative to increase the availability of fruits, since flowering occurs almost all year round, and fruit bearing coincides with the end of the dry season and early rain season. The objective of this study was to evaluate the vegetative development of six camu-camu subsamples selected from INPA in a savanna region near Boa Vista, Roraima, Brazil. **Materials and methods.** The experiment was conducted at the Água Boa Experimental Station of EMBRAPA, under a tropical savanna climate type according to Köppen classification. For the growth analysis, parameters such as basal trunk diameter (mm), plant height (cm), number of basal shoots and number of terminal shoots were evaluated. Measurements were made at 90 days intervals in order to define the growth curve of each subsample. **Results and discussion.** At 30 months after planting the UAT 1896-7, UAT 1596-7 and UAT 1096-5 subsamples showed higher height. The UAT 1896-0, UAT 1596-7, UAT 1096-5 and UAT 0796-8 subsamples showed higher number of terminal shoots. Basal trunk diameter and number of basal shoots were not discriminant among the subsamples. **Conclusion.** Based on initial growth parameters, it is possible to recommend UAT 1896-7, UAT 1596-7 and UAT 1096-5 subsamples with the largest number of terminal shoots and height. Subsample UAT 0796-8 showed a good amount of terminal shoots, but inferior initial height, with interesting dwarf characteristics. The subsamples UAT 1896-7, and UAT 1796-7 presented initial fruit production at 18 months. The subsamples presented good adaptability to upland conditions, in the savanna of Roraima State, with fertilization and of ultisols and supplementary irrigation over the six months of lowest rainfall.

Keywords: Brazil / Roraima / camu-camu (*Myrciaria dubia*) / upland production / plant growth.

*Corresponding author: luisfelipe.almeida@gmail.com

1. Introduction

Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) is an indigenous fruit of the floodplains forests that form dense stands along oxbow lakes of river courses of the Amazon region [1]. It has good organoleptic characteristics and at the same time it is a great source of vitamin C, minerals and antioxidants having an excellent nutraceutical value. Camu-camu fruits from the eastern region of Roraima presented 3571-6112 mg of ascorbic acid per 100 g of fresh pulp [2]. The camu-camu pulp has been exported from Peru, where most of this fruit is collected from the native populations [3]. The species is distributed throughout much of the Brazilian Amazon, in the states of Pará, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima and Mato Grosso. It also occurs in Peru, Venezuela and Colombia [4].

Camu-camu cultivation is an alternative to wild harvests that can increase the availability of fruits, since flowering occurs all year round, and fruit bearing is in more pronounced periods coinciding with the end of the dry and the beginning of the rainy seasons. In a well established orchard with 4 x 4 m between plants and rows one can expect a fruit yield from 10 to 15 t ha⁻¹ [5].

The increase in camu-camu cultivation with selected genetic stock has been a challenge due to a lack of agricultural credit, intensive harvesting and high costs of transportation from forests to major market centers [6]. However, camu-camu cultivation can represent a new crop option, requiring low investment compared to other fruits, because of its plasticity and adaptation to different environments. In Peru, in an attempt to increase supplies of the fruit in more convenient locations, the government promoted the domestication of *M. dubia*, through the *Programa Nacional de Camu Camu (PNCC)* in 1996 [7].

The species occurrence is typical of the floodplain forests of the Amazon, characterized by periods of inundation, and can be cultivated in tropical and humid climate. It occurs in tropical rainforest climate (Af) [8], with an average annual temperature of 26.7 °C, average annual rainfall around 2,419 mm and 88% of relative humidity [9]. The savannas cover 230,104 km² of the Roraima State and they consist of different landforms and vegetative covers, with soils with low fertility in general. The climate in the northern savannas of Roraima is characteristic of the tropical savanna climate (Aw) [8], belonging to the tropical rainy domain, with a dry period [10]. The main objective of this work was to select and study, through vegetative development data, 6 subsamples of camu-camu from the germplasm collection of INPA, located in the Amazonian savanna and around Boa Vista, the capital city of the northernmost Roraima State.

2. Materials and methods

2.1. Location of the study and climatic data

The study was conducted at the experimental field of Água Boa, belonging to State owned EMBRAPA enterprise, in Boa Vista, located at coordinates 2° 39 '59" N and 60° 50' 21" W, Aw climate, featuring a well defined long dry season of 6 months. The average temperature is around 25 °C and the annual rainfall in the study area is around 1,600 mm, with irregular distribution, with two clear periods of rainfall, with the wettest between the months of April through September, concentrating approximately 70% of annual rainfall, which is observed from 100 to 130 days of rain per year in the study area. The rainy season lasts from five to six months a year, starting in April-May and ending in September, with a total rainfall of approximately 1,350 to 1,920 mm [9]. The average annual relative humidity is around 70-80%

2.1.1. Data collection

Plant materials were issued from the Embrapa collection established in Boa Vista, Roraima State from July, 2011 to January, 2014. Subsamples were evaluated by measuring vegetative growth and initial production. For vegetative parameters Basal Trunk Diameter (mm) was used at 10 cm distance from the ground level, Plant Height (in cm), Number of Basal Shoots and Number of Terminal Shoots. Measurements were performed at intervals of 90 days in order to define the growth curve of each subsample. For the production parameters flowers and fruits were counted.

2.1.2. Cultivation

The experimental area was established on an ultisol soil and plain relief, and initially, soil management basically consisted of liming 30 days before planting with dolomitic limestone with an amount of 2 t ha⁻¹, and incorporated with natural phosphate and potassium chloride with an amount of 90 kg ha⁻¹ P₂O₅, and 90 kg ha⁻¹ K₂O [11]. Green manure crops were used with plants between rows 30 days after planting: legumes (*Crotalaria juncea* - sun hemp, *Cannavalia ensiformis* – jack beans), sunflower (*Helianthus annuus* L.), and millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), planted for physical and chemical soil conditioning. One year after planting, 30 g potassium chloride, 30 g urea and 10 g micronutrients formula were applied per plant during the rainy season, once a year. Irrigation was done by the method of micro sprinklers during the driest period of the year. The herbaceous control was achieved by using a motorized knapsack brush cutter in the rows and a tractor between the rows.

2.1.3. Statistical analysis

The experimental design was a randomized block design with subdivided time analysis, totaling 9 evaluations every 3 months, 6 subsamples, 4 replications and 4 plants per plot at a spacing of 5 x 2 m. Height was measured by a measuring tape, basal trunk diameter by a digital caliper, and the number of flowers and fruits, basal shoots and terminals were counted. The data obtained every 3 months were subjected to analysis of variance by way of an F test and the comparison of means by a Tukey test at 5% probability. The growth curve for each parameter was performed by polynomial

regression analysis through an INFO- GEN program [12] by adjusting the curve analyzing the coefficient of determination (R^2).

3. Results and discussion

3.1. Basal trunk diameter

The subsamples UAT 1896-7, UAT 0796-8 and URUBU-2 were best fitted to a quadratic growth model and UAT 1596-7, UAT 1096-5 and UAT 1796-7 curves fitted the linear model (*figure 1*).

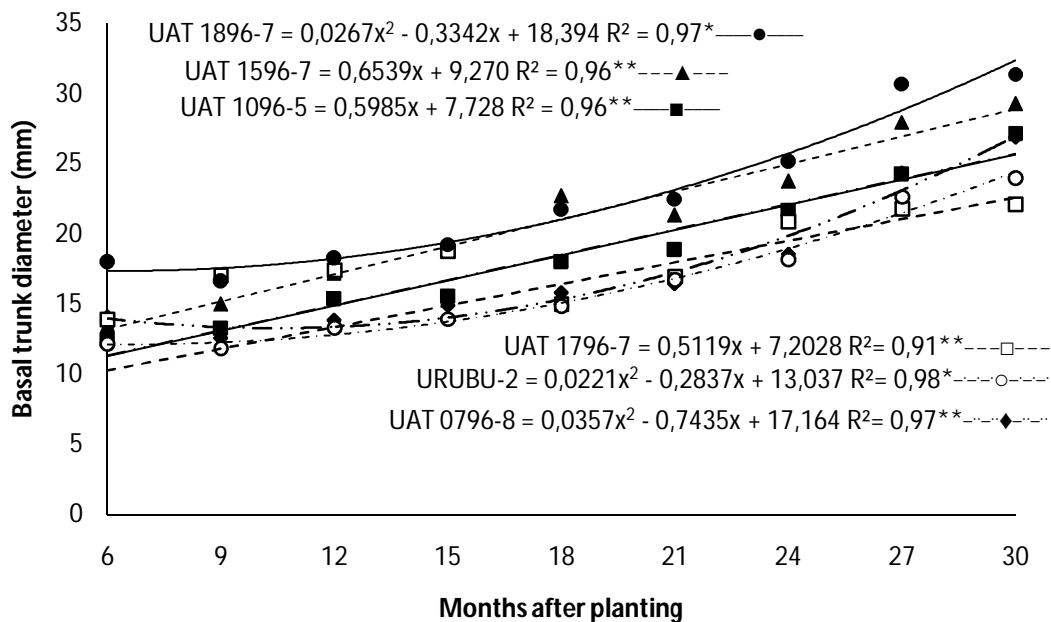


Figure 1. Growth curves of the basal trunk diameter (mm) obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.

While analyzing the basal trunk diameter data during time with the Tukey test (*table 1*) no significant difference was observed among subsamples, ranging from 6 to 9 months after planting. From 12 to 15 months after planting, the highest basal trunk diameters were observed in UAT 1896-7, as well as UAT 1796-7, UAT 1596-7 and UAT 1096-5 subsamples, with values of 19.25, 18.81, 18.74 and 15.54 mm respectively, without any significant difference between them. The UAT 0796-8 and URUBU-2 subsamples had a mean basal trunk diameter of 14.9 and 13.94 mm, respectively, showing no significant difference between them, but differing from the other subsamples. From 18 to 30 months after planting, the subsamples had no significant difference between them, ranging from 31.38 to 22.13 mm for UAT 1896-7 and UAT 1796-7 respectively. At 30 months after planting the diameter ranged from 22.1 to 31.4 mm in the savanna.

Table I. Basal trunk diameter (mm) evaluations of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, RR.

Months after planting	Subsamples												
	UAT 0796-8		UAT 1096-5		UAT 1596-7		UAT 1796-7		UAT 1896-7		URUBU-2	CV	
6	14,06	a	12,44	a	13,47	a	13,90	a	18,00	a	12,19	a	22,77
9	12,59	a	13,26	a	14,99	a	17,08	a	16,63	a	11,86	a	18,95
12	13,83	b	15,35	ab	17,20	ab	17,44	ab	18,26	a	13,32	b	11,43
15	14,90	ab	15,54	ab	18,74	ab	18,81	ab	19,25	a	13,94	b	13,27
18	15,81	a	17,98	a	22,69	a	15,01	a	21,76	a	14,86	a	21,21
21	16,44	a	18,86	a	21,31	a	16,99	a	22,49	a	16,76	a	16,82
24	18,54	a	21,71	a	23,75	a	20,88	a	25,15	a	18,18	a	21,86
27	24,33	a	24,25	a	27,96	a	21,81	a	30,70	a	22,65	a	15,99
30	26,88	a	27,12	a	29,25	a	22,13	a	31,38	a	24,00	a	17,40

Basal trunk diameter (mm) means on the same line with the same lowercase letter does not differ statistically at 5% by Tukey test.

As a part of the breeding programme of Embrapa –Roraima, Almeida *et al.* (2014) tested camu-camu subsamples collected from Inpa- Manaus in different areas of Roraima State. In a transition savanna/forest area of Roraima State at 30 months after planting, the UAT 1896-7 and UAT 1096-5 subsamples showed larger basal trunk diameters with 29.13 mm and 30.38 mm, respectively [13].

Clones MD-013, MD-014, MD-015, MD-017 and MD-020, from the state of Loreto in Iquitos, Peru, stood out as promising genotypes of Nanay and Itaya River. At four years after planting the plants showed basal trunk diameters ranging from 22.0 to 25.6 mm [14]. Subsamples of Uatumã River, State of Amazonas, Brazil grew better than those of Nanay and Itaya rivers in basal trunk diameter.

The basal trunk diameter evaluated at 10 cm from the ground of two-year-old plants grown from seeds in Acre, ranged from 14.58 to 33.85 mm [15].

The basal trunk diameter is directly associated with the fruit yield. This was demonstrated by Yuyama *et al.* (2002) who also found that flower production, and fruit yield increased exponentially with increasing basal trunk diameter of camu-camu. Fruit bearing starts when the plant reaches basal trunk diameter of 2.0 cm [16]. At 18 months after planting UAT 1896-7 and UAT 1596-7 showed the first fruits and basal trunk diameter of 2.2 and 1.5 cm.

3.2. Plant Height

The growth curves showing height of each subsample over time are shown in *figure 2*. With subsamples that showed greater height development, UAT 1896-7, UAT 1596-7, and UAT 1096-5 were best adjusted to linear model curve. Some subsamples showed less height development, such as UAT 1796-7 and URUBU-2 which fitted the linear curve model, and UAT 0796-8 which fitted the quadratic curve model.

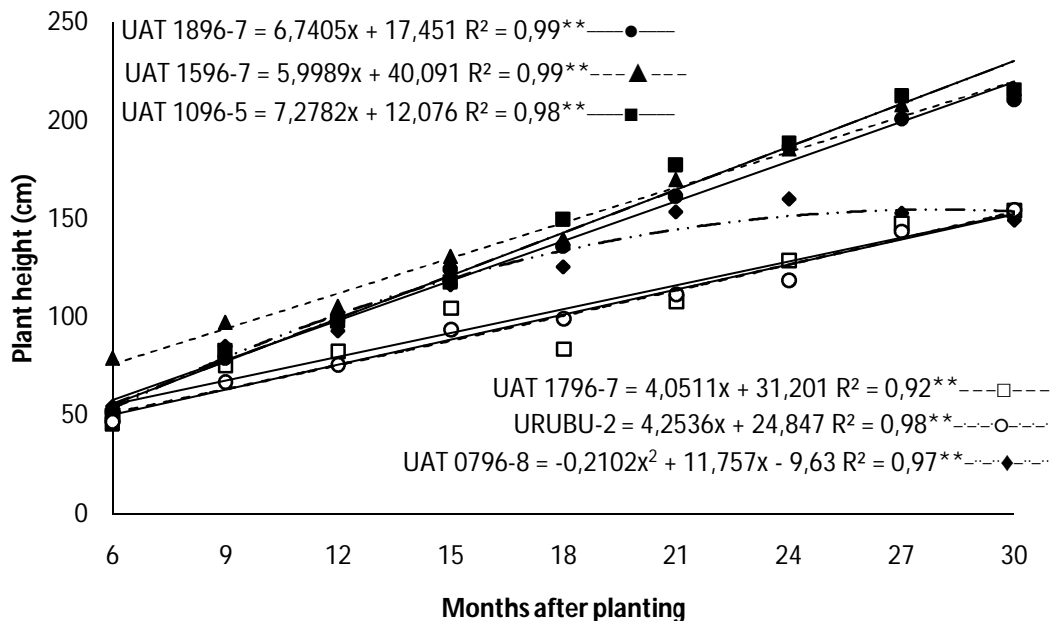


Figure 2. Growth curves in plant height (cm) obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.

Analyzing the data with the Tukey test over time (*table II*), the UAT 1596-7 showed statistical difference in height, with an average of 79.12 cm at 6 months after planting and the other subsamples ranged between 45.35 and 54.56 cm, with no statistical difference between them. At 9 months after planting, only URUBU-2 showed lower height with significant difference among the other subsamples, with 67.19 cm. From 12 to 15 months after planting there occurred no statistical difference in height between the six subsamples. The same occurred in the interval of 24-27 months after planting. At 30 months after planting, the three subsamples that stood out were UAT 1096-5, UAT 1596-7, UAT 1796-7 and UAT 1896-7. The UAT 0796-8 and URUBU-2 subsamples showed lower height differing from the others. At 30 months after planting, height ranged from 149 to 216 cm in the savanna, and these data are consistent with [17] who observed that plants, two years after planting, ranged from 142 to 196 cm and after three years of planting from 193 to 282 cm in Belém, Pará State, Brazil. According to Almeida *et al.*, (2014) in the transition savanna/forest area of Roraima State the subsamples presented similar height ranging from 235.53 to 138.75, with UAT 1096-5 and UAT 0796-8, respectively. Most of the subsamples presented height stability in both areas, only UAT 1796-7 which was higher in the savanna area.

Table II. Plant height evaluations of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, RR.

Months after planting	Subsamples												CV
	UAT 0796-8		UAT 1096-5		UAT 1596-7		UAT 1796-7		UAT 1896-7		URUBU-2		
6	54,56	b	45,35	b	79,12	a	50,31	b	51,75	b	47,00	b	17,24
9	85,38	ab	83,06	ab	97,25	a	75,60	ab	79,11	ab	67,19	b	12,99
12	93,00	ab	97,88	a	105,50	a	82,88	a	98,69	a	75,88	a	14,65
15	116,63	ab	117,75	a	130,88	a	104,78	a	124,19	a	93,81	a	17,20
18	125,50	abc	149,82	a	140,13	ab	83,94	c	136,00	ab	99,38	bc	15,08
21	153,50	abc	177,30	a	170,00	a	108,25	c	161,38	ab	111,75	bc	15,32
24	160,25	a	188,52	a	185,50	a	128,94	a	186,52	a	118,94	a	19,25
27	153,13	a	212,49	a	208,13	a	147,88	a	200,75	a	143,88	a	17,48
30	149,38	c	215,59	ab	216,13	a	154,50	bc	210,63	ab	154,88	abc	14,58

Plant height (cm) with a lowercase letter in the same line do not differ statistically at 5% by the Tukey test.

3.3. Number of basal shoots

The UAT 1896-7 subsample showed no significant growth curve for the number of basal shoots. Subsamples UAT 1596-7, UAT 1096-5, UAT 1796-7, UAT 0796-8 fitted the quadratic growth curve model and URUBU was the one that best fitted the linear curve model (*figure 3*).

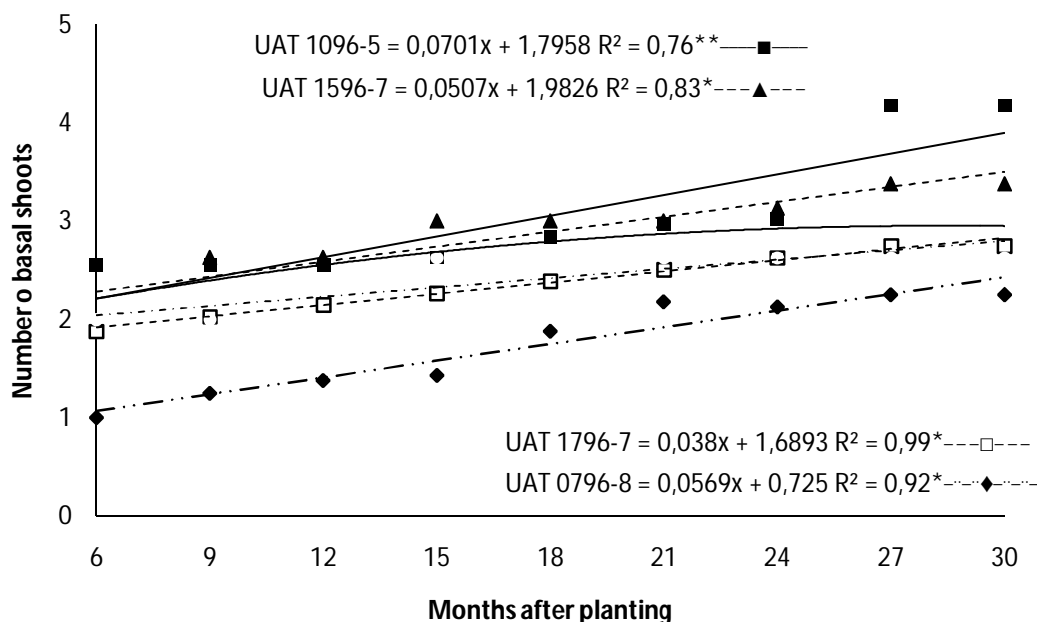


Figure 3. Growth curves of numbers of basal shoots obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.

Analyzing the subsamples number of basal shoots means by Tukey test during time (*table III*), from 6 months to 30 months after planting the number of basal shoots showed no significant difference between the six subsamples and ranged from 2 to 4 shoots. In the transition savanna/forest area of Roraima State the UAT 1896-7 stood out with 4,69 shoots differing from other subsamples ranging from 1,81 to 2.63 [13].

Table III. Number of basal shoots evaluations of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, Roraima.

Months after planting	Subsamples						CV
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2	
6	1,56 a	2,56 a	1,91 a	1,88 a	2,88 a	2,63 a	27,49
9	1,25 a	2,56 a	2,63 a	2,63 a	2,60 a	3,25 a	37,47
12	1,38 a	2,56 a	2,63 a	2,91 a	2,75 a	2,94 a	35,77
15	1,13 b	2,63 ab	2,00 ab	3,00 a	2,63 ab	2,94 a	32,17
18	1,88 a	2,85 a	2,75 a	2,44 a	2,79 a	3,06 a	27,68
21	2,38 a	2,97 a	2,25 a	2,69 a	2,69 a	2,90 a	42,29
24	1,83 a	3,03 a	3,13 a	2,63 a	2,90 a	2,63 a	31,84
27	2,25 a	4,18 a	3,38 a	2,75 a	2,50 a	2,63 a	35,61
30	2,25 a	3,97 a	3,38 a	2,75 a	2,50 a	2,63 a	37,71

Number of basal shoots means in lowercase in the same line does not differ statistically at 5% by the Tukey test

The number of basal shoots is important for canopy structure, increasing the possibility of having terminal shoots which are able to bear fruit. The number of basal shoots has medium heritability levels (in the narrow sense) $h^2_a = 0.45$ and (in a broad sense) $h^2_g = 0.33$. This variable is significantly correlated with fruit production ($R^2 = 0.43$), fruit weight ($R^2 = 0.38$), and ascorbic acid [18].

3.4. Number of terminal shoots

From 6 to 15 months after planting UAT 1896-7 and UAT 1596-7 subsamples had the highest number of terminal shoots (*table IV*).

Table IV. Number of terminal shoots of six subsamples for thirty months after planting in areas of savanna, Boa Vista, Roraima.

Months after planting	Subsamples						CV
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2	
6	4,75 bc	5,38 bc	13,04 a	5,00 bc	9,69 ab	3,44 c	32,14
9	16,13 bc	14,69 bcd	19,50 ab	11,88 cd	24,65 a	9,13 d	17,83
12	21,50 bc	19,81 bcd	27,38 ab	14,63 cd	34,44 a	11,69 d	17,47
15	29,13 bc	24,25 bc	39,50 ab	22,28 c	40,56 a	15,06 c	24,09
18	31,50 bc	45,08 abc	47,63 ab	24,94 bc	64,98 a	17,72 c	32,91
21	52,75 ab	49,13 abc	58,00 ab	29,94 bc	76,31 a	21,04 c	27,23
24	49,79 ab	50,56 ab	57,50 ab	30,63 ab	68,50 a	20,81 b	38,97
27	68,88 ab	72,96 ab	67,50 ab	37,38 ab	73,63 a	29,88 b	32,30
30	71,38 ab	67,67 ab	69,38 ab	42,25 bc	98,13 a	30,75 c	24,26

Number of terminal shoots means with a lowercase letter in the same line does not differ statistically at 5% by the Tukey test.

At 18 months after planting, UAT 1896-7, UAT 1596-7 and UAT 1096-5 showed the highest values of terminal shoots, with 64.98, 47.63 and 45.08 respectively. The other subsamples UAT 0796-8, UAT 1796-7 and URUBU-2 showed lower values: 31.50, 24.94 and 17.72 shoots, respectively. From 21 to 27 months after planting UAT 1896-7, UAT 1596-7, UAT 0796-8, and UAT 1096-5 showed the highest values of terminal shoots, and did not differ among themselves. UAT 1796-7 and URUBU-2 subsamples did not differ and showed the lowest values of terminal shoots. At 30 months after planting, the subsample UAT 1896-7 showed the highest number of terminal shoots with value 98.13 but not differing significantly from the other subsamples. UAT 0796-8, UAT 1596-7 and UAT 1096-5 showed similar values of terminal shoots, with 71.38, 69.38 and 67.67 shoots, respectively. The UAT 1796-7 and URUBU-2 subsamples maintained the lowest values of terminal shoots differing from the others, with 42.25 and 30.75 shoots.

In *figure 4* one can observe the growth curve in the number of terminal shoots of subsamples over time. The best development in the number of terminal shoots, UAT 1896-7, UAT 1596-7, UAT 0796-5 and UAT 1096-5 showed growth curves fitting the linear model. The UAT 1796-7 and URUBU-2 subsamples, with smaller values of terminal shoots, also showed significant data and the curve fitted the linear model.

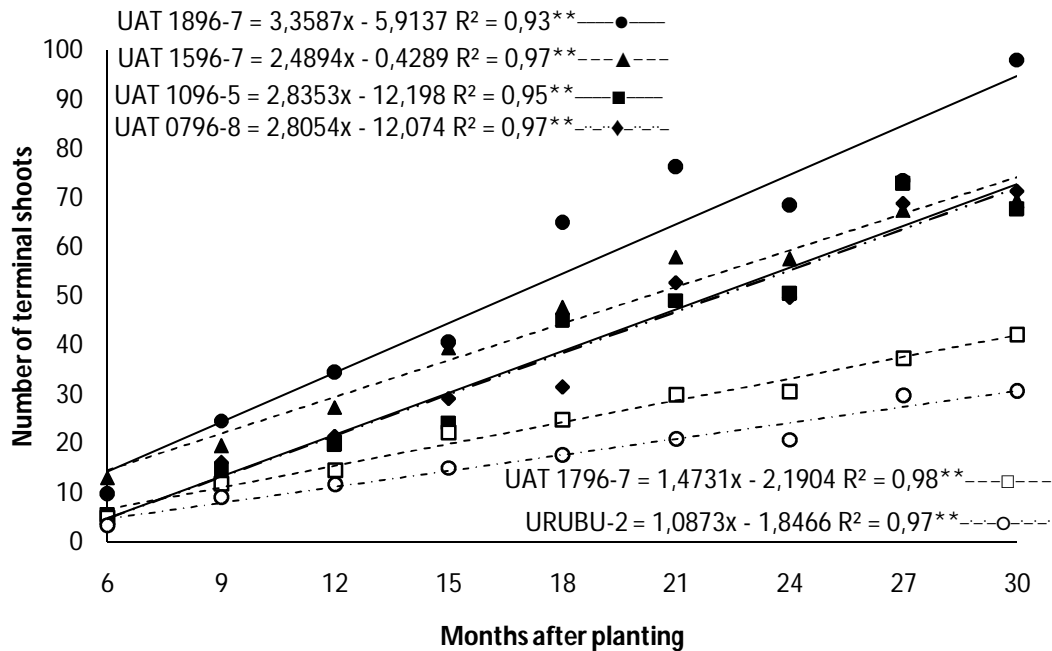


Figure 4. Growth curves of numbers of terminal shoots obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, RR.

The subsample E3-F7 demonstrated that it is not necessary for a plant to exhibit great height or number of secondary shoots in vegetative evaluation to achieve high yields of marketable fruits [19]. In this case the secondary shoots are those measured at 50 cm above ground level. In the transition savanna/forest area at 30 months after planting, UAT 1096-5, UAT 1896-7 and UAT 0796-8 stood out from the others with values of 80.71, 80.13 and 56.13 shoots, respectively, showing statistical difference of other subsamples [13]. The subsamples presented stable number of terminal shoots in savanna and transition savanna/forest of Roraima State.

3.5. Number of flowers

The first flowering plant occurred at 9 months after planting, with a single plant from the UAT 0796-8, and another one from the UAT 1896-7 producing few flowers, but no fruit set. At 18 months after planting another flowering plant from the UAT 1896-7 and one from the UAT 1796-7 subsamples produced 900 and 24 flowers, respectively. At 27 months after planting there was more abundant flowering, especially in subsample UAT 1896-7, with 3195 flowers. The UAT 1596-7 presented 470 flowers, UAT 1096-5, 81 flowers and UAT 1796-7, 24 flowers. UAT 0796-8 and URUBU-2 showed no flowering (table V).

According to Almeida *et al.* (2014) in the transition savanna/forest area subsamples UAT 1596-7, UAT 1096-5, UAT 0796-8 and UAT 1896-7 started flowering at 21 months after planting, with a total of 96, 25, 20 and 18 flowers, respectively. At 27 months after planting, only 2 subsamples flowered, UAT 1096-5 and UAT 0796-8, with 25 and 3 flowers, respectively. Peak flowering occurred in January, 30 months after planting. The UAT 0796-8 and UAT 1096-5 subsamples, with 500 and 435 flowers in total, respectively, stood out over the remaining. The other subsamples, UAT 1596-7, UAT 1796-7, and UAT 1896-7, showed satisfactory flowering, with 270, 131, and 110 flowers, respectively. The URUBU-2 subsample showed no flowering, with late flowering characteristic.

Table V. Total number of flowers evaluations of 6 subsamples obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, Roraima.

Evaluation	Subsamples					
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
jan/13	0	0	0	24	900	0
abr/13	0	0	0	0	0	0
jul/13	0	0	0	0	0	0
out/13	0	81	470	24	3195	0
jan/14	0	0	0	0	0	0

3.6. Number of fruits

The first frutification occurred at 18 months after planting with UAT 1796-7 and UAT 1896-7 subsamples, yielding 39 and 5 fruits, respectively. At 30 months after planting there was intense fruit bearing in UAT 1596-7, UAT 1796-7 and UAT 0796-8 with 52, 48 and 43 fruits respectively. UAT 1896-7 showed a low rate of fruit set with only 13 fruits. The subsample URUBU-2 did not bear any fruits, with a late production characteristic (*Table VI*).

In the transition savanna/forest area the first frutification occurred at 21 months after planting, with the UAT 0796-8, UAT 1896-7 and UAT 1096-5 subsamples showing the first fruits[13].

Table VI. Number of fruits evaluations of 6 subsamples obtained every three months for 30 months after planting in savanna areas, Boa Vista, Roraima.

Evaluation	Subsamples					
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
abr/12	0	0	0	0	0	0
jul/12	0	0	0	0	0	0
out/12	0	0	0	0	0	0
jan/13	0	0	0	39	5	0
abr/13	0	0	0	0	0	0
jul/13	0	0	0	0	0	0
out/13	43	0	52	42	13	22
jan/14	43	0	56	48	10	22

Plants that stood out with high values of vegetative parameters for the first three years did not repeat the high level in the years to produce fruit, leaving doubt as to the applicability of early evaluation of subsamples based on vegetative parameters to predict capacity production of plants or progenies of camu-camu. However, in this very experiment progenies 21, 37, 68, 211, 222, presented good vegetative production according to the parameters in the two year period of evaluation (2010-2011) [20].

4. Conclusion

Based on the best canopy architecture and precocity, it is possible to recommend UAT 1896-7 and UAT 1596-7 subsamples with larger number of terminal shoots, height and initial fruit set. With good initial growth we can also recommend UAT 1096-5 although with no register of fruit production. Subsample UAT 0796-8 showed a good amount of terminal shoots, but inferior initial height, with interesting dwarf characteristics and good initial fruit production. The UAT 1796-7, URUBU-2 subsamples showed lower values for height and number of terminal shoots, but UAT 1796-7 showed precocity and good initial production.

The subsamples presented good adaptability and stability to upland conditions, in the savanna and transition savanna/forest areas of Roraima State, with fertilization of ultisols and supplementary irrigation over the months of lowest rainfall. The possibility of cultivation in these areas can represent an opportunity for rural development, since camu-camu is a nutraceutical species that holds high commercial expectations. To overcome the first two years of vegetative growth with low production, an intercrop with annual species such as beans, cassava, watermelon and corn is indicated to promote ecological balance for pest management, improve soil conditioning and payback the investment in irrigation and soil preparation (liming, scarifying, fertilization).

References

- [1] Martin, M.P., Peters, C.M., Ashton, M.S., Revisiting Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Twenty-seven Years of Fruit Collection and Flooding at an Oxbow Lake in Peruvian Amazonia. *Econ Bot*, XX(X) (2014) 1–8 Online version: Access date: 07/07/2014.
- [2] Yuyama, K., Aguiar, J.P.L., Yuyama, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Manaus: Acta Amazonica*, 32 1 (2002) 169-174.
- [3] Peters, C.M., Vásquez, A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. Producción de frutos en poblaciones naturales, *Act Amaz v.* 16/17 (1986/1987) 161-174.
- [4] McVaugh, R. Tropical American Myrtaceae. II. *Field Museum of Natural History, Botanical Series* 29 (1963) 315-532.
- [5] Calzada Benza, J.C. *Frutales nativos*. La Molina: El Estudiante (1980) 314p.
- [6] Peters, C.M., Balick, M.J., Kahn, F., Anderson, A.B. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource. *Cons Bio* 4 (1989) 341–349.
- [7] Penn, J.W. JR. The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): a tree planting programme in the peruvian amazon. *Forests, Trees and Livelihoods* 16 (2006) 85–101.
- [8] Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* 4 (2007) 439–473
- [9] Ribeiro, M.N.G. Aspectos climatológicos de Manaus. *Act Amaz* 2 (1976) 229-233.
- [10] Schaefer, C.E.G.R., *Landscape ecology and land use patterns in Northeast Roraima. Brazil*. Royal Holloway, University of London, United Kingdom (1994). (CEDAR Research Papers, 11)
- [11] Villachica, L.H., *El cultivo del camu camu (Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh) en la Amazonia Peruana*. Tratado de Cooperación Amazonica, Iquitos, Peru (1996).
- [12] Balzarini, M.G., Di Rienzo, J.A., *InfoGen versión 2012. Software estadístico para el análisis de datos genéticos*. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- [13] Almeida, L. F. P.; Yuyama, K.; Chagas, E. A.; Bardales, R. M. L.; Albuquerque, T. S. C.; Abanto, C. R.; Queiroz, F. B. D. 2014. Early Evaluation of Camu-Camu Subsamples in Transition Savanna/Forest Area. *Journal of Agricultural Science*, vol.6, N 11. 2014.

- [14] Pinedo, S., Iman, S., Pinedo, M., Vasquez, A., Collazos, H., Clonal trial of five genotypes of “camu-camu” *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc. Vaugh, in non-flooded area. *Afr. J. Plant Sci.* 5 (2011) 40-46.
- [15] Siviero, A., Oliveira, L. C. de, Pereira, A. A. A.; Mendonça, A. S., Nascimento, F. S. S., Yuyama, K., Introdução e avaliação de camu-camu (*Myrciaria dubia*) no Acre In: Proceedings of CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, Belém, PA; Brasil. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012, CD-ROM.
- [16] Peters, C.M., Hammonds, E.J., Fruits from the flooded forests of Peruvian Amazonia: Yield estimates for natural populations of three promising species, *Advin Econ. Bot.* 8 (1990) 159–176,
- [17] Ribeiro, S.I.; Silva, J.F.; Mota, M.G. C.; Corrêa, M.L.P., Avaliação de acessos de camu-camuzeiro em terra firme. *Comun. téc.* N.17, Março/2000, p.1-4
- [18] Pinedo, M.P., Correlation and heritability analysis in breeding of camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]. *Afr. J. Plant Sci* Vol. 7 2 (2013) 61-66.
- [19] Gil, O.J.A.; Rodriguez, C.A.; Cruz, C.O.; Sangama, D.P.Z.; Wong, J. A. C. Evaluación agronómica de cuatro clones de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) en un suelo aluvial inundable de la región Ucayali. *Invest. Amaz.* V 1 (2011) 70-77.
- [20] Pinedo, M. P, Paredes, E.V. Evaluación Preliminar de 108 Progenies Precoces de Camu-Camu *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) en Loreto, Peru. Instituto de Investigaciones de La Amazonía Peruana. *Fol Amaz* 20 (2011) 77 - 82.

Almeida, L. F. P.; Yuyama, K.; Chagas, E. A.; Bardales, R. M. L.; Albuquerque, T. S. C.; Abanto, C. R.; Queiroz, F. B. D. 2014. Early Evaluation of Camu-Camu Subsamples in Transition Savanna/Forest Area. *Journal of Agricultural Science*, vol.6, N 11

Early Evaluation of Camu-Camu Subsamples in Transition Savanna/Forest Area

Luís Felipe Paes de Almeida¹, Kaoru Yuyama¹, Edvan Alves Chagas², Ricardo Manuel Bardales Lozano⁴, Teresinha Costa Silveira Albuquerque², Carlos Abanto Rodriguez³ & Fernando Barreto Queiroz²

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brazil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brazil

³Instituto de Investigaciones da La Amazonia Peruana, Perú

⁴Rede Bionorte (Multisituational programme of Amazon), Brazil

Correspondence: Luís Felipe Paes de Almeida, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 69067-375, Brazil. Tel: 95-8100-0406. E-mail: luisfelipe.almeida@gmail.com

Received: August 10, 2014 Accepted: August 26, 2014 Online Published: October 15, 2014

doi:10.5539/jas.v6n11pxx URL: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v6n11pxx>

Abstract

Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) is an indigenous fruit of the floodplain and riparian forests of the Amazon region. In Brazil, Roraima state has appropriate conditions for this fruit production. Cultivation outside the floodplains is an alternative to increase the availability of fruits, since flowering occurs almost all year round, and fruit bearing coincides with the end of the dry season and early rain season. The objective of this study was to evaluate the vegetative development of 6 camu-camu subsamples selected from the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA (Amazonas state), in a savanna region near Boa Vista city (Roraima, Brazil). The experiment was conducted at the Serra da Prata Experimental Station of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), with a climate type Am according to Köppen climate classification. Four parameters were evaluated for the growth analysis, the basal stem diameter (mm), the plant height (cm), and numbers of basal and terminal shoots, as well as the numbers of flowers and fruits. Measurements were made at 90 days intervals in order to define the growth curve of each subsample for 30 months. Based on the parameters of vegetative growth and early flowering, we recommend the UAT 1096-5 subsample with the best vegetative development for transition forest/Savanna area, presenting moreover higher number of terminal shoots, greater height, and early flowering than the remaining camu-camu subsamples. At 30 months after planting, the UAT 1896-7 and UAT 0796-8 subsamples showed no statistical difference from UAT 1096-5 regarding the number of terminal shoots, but showed slightly lower height, with a statistically significant difference. The UAT 1596-7, UAT 1796-7, and URUBU-2

subsamples showed the lowest number of terminal shoots, although UAT 1596-7 presented greater height than the others. In relation to precocity, peak flowering occurred in January, 30 months after planting, with the UAT 0796-8 and UAT 1096-5 subsamples excelling over others, with 500 and 435 flowers in total, respectively.

Keywords: plant growth, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, upland production, Brazil

1. Introduction

Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) is an indigenous fruit of the floodplains forests that form dense stands along oxbow lakes of river courses of the Amazon region [Figure 1]. It has good organoleptic characteristics and, at the same time, it is a great source of vitamin C, minerals, and antioxidants, showing an excellent nutraceutical value. According to Yuyama et al. (2002), camu-camu fruits presented 3571- 6112 mg of ascorbic acid per 100 g of fresh pulp in the eastern region of Roraima state (Brazil). The camu-camu pulp has been exported from Peru, where most of this fruit is collected from the wild populations (Peters and Vasquez, 1986/1987). The species is distributed throughout much of the Brazilian Amazon, in the states of Pará, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, and Mato Grosso. It also occurs in Peru, Venezuela, and Colombia (McVaugh, 1963).

Camu-camu cultivation is an alternative to increase the availability of fruits, since flowering occurs all the year round, and fruit bearing is more pronounced periods coinciding with the end of the dry and the beginning of the rainy seasons. In a well established orchard with 4 × 4 m between plants and rows, it can expect a fruit yield from 10 to 15 t per hectare (Calzada-Benza, 1980).

The increase of camu-camu cultivation with selected genetic material has been a challenge due to lack of agricultural credit, intensive harvesting, and the high costs of transportation from forests to major market centers (Peters et al., 1989). In this sense, camu-camu cultivation can represent a new crop option, requiring low investment compared to other fruits, because of their plasticity and adaptation to different environments. In this way, in an attempt to increase supplies of the fruit in more convenient locations, the Peruvian government promoted the domestication of *M. dubia*, through the 1996 *Programa Nacional de Camu Camu (PNCC)* (Penn, 2006).

The species occurrence is typical of the floodplain forests of the Amazon, characterized by periods of inundation, and can be cultivated in tropical and humid climate. It occurs in Af climate according to Köppen classification, with an average annual temperature of 26.7 °C, an average annual rainfall around 2,419 mm, and over 88% of relative humidity (Ribeiro, 1976). In regions with transitional forest, the rainfall is clearly lower than in areas of tropical rainforest, and climate type are characterized by Am, which has small dry period according to the previous climatic classification. The average annual temperature is 28 °C and relative humidity of 72%. The predominant soils in the area are the Oxisols and ultisols with low fertility and medium texture.

The objective of this experiment was to select, through vegetative development and initial production data, 6 subsamples of camu-camu from the germplasm collection of the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA (Amazonas state), located in the transition savanna/forest in the city of Mucajaí, Roraima state, Brazil.

2. Methods

2.1 Location of the Study and Climatic Data

The study was conducted at the experimental field of Serra da Prata, belonging to State owned Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, in Mucajaí (Roraima State), Brazil, whose geographical location of the experimental area is located on 2°23'49"N; 60°58'40"W.

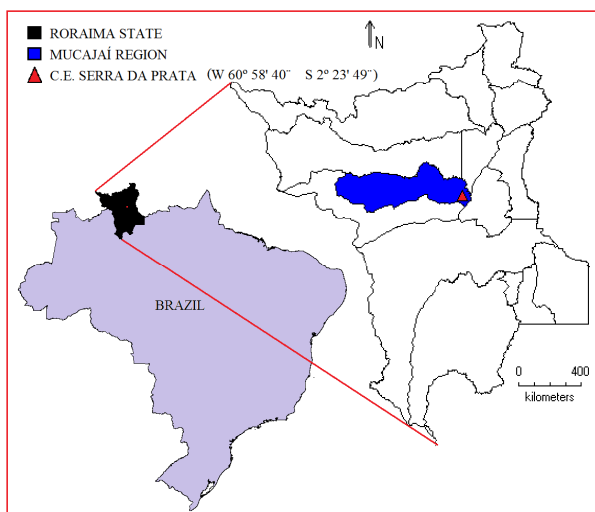


Figure 1. Location of the study

The climate is Am type, according to Köppen classification system, with a small dry season. The rainy season goes from April to August, while the dry season runs from September to March. The rainfall regime is characterized by the concentration of rainfall (about 58% of total precipitation) in the months of May, June, and July, representing the period of greatest rainfall. The period of lowest rainfall is over, 6 months, between October and March, representing about 18% of total precipitation. An intermediate period is represented in the months of April, August, and September, with about 30% of total precipitation (Mourão Junior *et al.*, 2006). The total annual rainfall in the experimental field Serra da Prata region oscillates, in a confidence interval, on the order of 1510-2145 mm per year, with an annual average 1,844 mm (Mourão Junior *et al.*, 2003).

2.2 Data Collection

Camu-camu subsamples were evaluated by measuring vegetative growth and initial production. The four vegetative parameters used in this study were the basal trunk diameter (mm) at 10 cm distance from the ground level, the plant height (cm), and the numbers of basal and terminal shoots. For the production parameters, the numbers of flowers and fruits were also counted.

Measurements were performed at intervals of 90 days during 30 months in order to define the growth curve of each subsample

2.3 Cultivation

The experimental area was established on an ultisol soil and plain relief, and initially, soil management consisted basically of liming with dolomitic limestone, 30 days before planting, in the amount of 2 t/ha, and incorporated with natural phosphate and potassium chloride in the amount of 90 kg/ha of P₂O₅ and 90 kg/ha of K₂O (Villachica, 1996). Green manure crops were used between rows 30 days after planting with legumes - sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.); jack bean (*Cannavalia ensiformis* (L.) DC), sunflower (*Helianthus annuus* L.), and millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) planted for physical and chemical soil conditioning.

One year after planting, 30 g of potassium chloride, 30 g of urea, and 10 g of micronutrients formula was applied per plant during the rainy season, once a year. Irrigation was done by the method of micro sprinklers during the driest period of the year. The herbaceous control was done using motorized knapsack brush cutter in the rows and by tractor between the lines.

2.4 Experimental Design

The experimental design was a randomized block design with subdivided time analysis, totaling 9 evaluations every 3 months, 6 subsamples, 4 replications and 4 plants per plot at a spacing of 5×2 m. This design was selected because it is suitable to compare subsamples, eliminating possible influence by other extraneous factors, such as soil fertility, thus reducing error with the block factor.

Regarding the study variables, the basal trunk diameter and the plant height were measured with a digital caliper and a measuring tape, respectively, meanwhile the numbers of basal and terminal shoots, as well as the numbers of flowers and fruits, were calculated by counting.

The data obtained every 3 months were subjected to analysis of variance by F-test, because of the type of data which indicates normal distribution and with increasing tendency during time. The grouping means test was analyzed by Scott-Knott test at 5% probability. This test was used because it allows us to better discriminate the differences between subsamples.

The growth curve for each parameter was performed by polynomial regression analysis by INFO- GEN program (Balzarini & Di Rienzo, 2011) by adjusting the curve analyzing the coefficient of determination (R^2).

3. Results

3.1 Basal Trunk Diameter

The camu-camu subsamples with the best development in basal trunk diameter in the study, *i.e.*, UAT 1896-7, UAT 1096-5, UAT 1596-7, and UAT 0796-5, showed statistically significant data and they were the best fitted to the linear model curve. Conversely, the UAT 1796-7 and URUBU-2 subsamples, with smaller basal trunk diameter than the remaining,

showed no significant data. The Figure 2 represents the graphic models obtained in statistical analysis.

As shown in Table 1, the Scott knott mean test over time revealed that UAT 1896-7 subsample stood out with a significant difference, regarding basal trunk diameter, compared to the others from 6 to 12 months after planting. At 12 months after planting, the UAT 1896-7 subsample showed a basal trunk diameter of 21,25 mm, higher than the other subsamples. The remaining subsamples showed no significant difference between them, ranging from 11.79 to 14,81 mm in UAT 1596-7 and UAT 1096-5, respectively. The UAT 1896-7 and UAT 1096-5 subsamples stood out from the other subsamples, with significant values in this parameter, from 15 to 30 months after planting. At 30 months after planting, the UAT 1896-7 and the UAT 1096-5 subsamples showed basal trunk diameters ranging from 29,13 mm and 30,38 mm, respectively; the other subsamples had basal trunk diameters with no significant differences between each other in the same period, ranging from 19,19 to 23,88 mm with URUBU-2 and UAT 1796-7, respectively.

Table 1. Mean data for basal trunk diameter (mm) of 6 subsamples for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

Months after planting	Subsamples					
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
6	11,15b	12,45b	12,52b	10,65b	17,14a	10,53b
9	11,74b	13,33b	11,20b	11,56b	20,83a	11,81b
12	12,95b	14,81b	11,79b	12,25b	21,25a	12,66b
15	13,88b	18,31a	13,50b	14,50b	22,50a	14,13b
18	16,38b	22,75a	16,25b	15,75b	25,50a	14,75b
21	19,78b	24,56a	17,88b	18,41b	28,75a	16,75b
24	20,79b	26,95a	20,03b	19,50b	28,75a	16,75b
27	21,19b	28,19a	19,75b	19,50b	28,88a	17,06b
30	23,88b	30,38a	23,00b	20,00b	29,13a	19,19b

On the same line with lowercase letter do not differ statistically at 5% by the Scott knott test.

3.2 Plant Height

As seen in Figure 2, the UAT 1896-7, UAT 0796-8, and URUBU-2 subsamples were the best fitted to a quadratic growth model. Meanwhile, the plant height curves of the UAT 1596-7, UAT 1096-5, and UAT 1796-7 subsamples were fitted the linear model.

Regarding the plant height over time of each subsample, Figure 2 also shows that, on the one hand, the subsamples that showed greater height development (UAT 1896-7, UAT 1596-7, and UAT 1096-5) were best fitted to the linear model curve and, on the other hand, subsamples with lower height growth (UAT 0796-8 and UAT 1796-7) were fitted to quadratic curve model and; finally, URUBU-2 subsample was adjusted to the linear model.

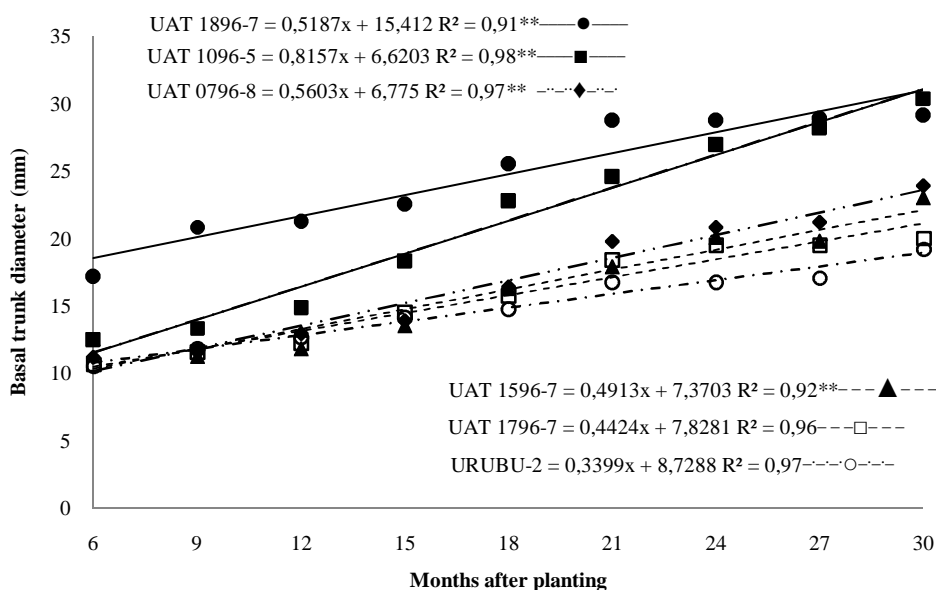


Figure 2. Growth curves of the basal trunk diameter (mm) obtained every 3 months for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

In the first evaluation at 6 months after planting, there was no significant difference among the 6 tested subsamples, ranging from 39.69 to 60.06 cm, with UAT1796-7 and UAT 1596-7, respectively. From 9 to 27 months after planting, all subsamples had no statistic difference. Only at 30 months is that significant difference was observed in the height of UAT

1096-5 and UAT 1596-7 subsamples compared to the others, with mean values of 235.53 and 219.63 cm, respectively (Table 2).

Table 2. Average plant height data of six subsamples for thirty months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

Months after planting	Subsamples					
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
6	48,31a	49,00a	60,06a	39,69a	57,05a	50,5a
9	63,50a	64,13a	68,75a	78,25a	69,75a	58,19a
12	95,25a	102,38a	81,88a	84,88a	101,25a	91,56a
15	114,42a	129,14a	106,38a	97,00a	139,13a	111,25a
18	149,44a	161,13a	127,38a	98,75a	155,45a	123,81a
21	162,94a	180,88a	155,88a	137,94a	178,5a	146,49a
24	172,62a	190,97a	165,72a	143,72a	181,61a	155,25a
27	176,13a	205,13a	192,25a	120,63a	177,00a	151,92a
30	138,75b	235,53a	219,63a	158,75b	194,63b	164,54b

On the same line with lowercase letter do not differ statistically at 5% by the Scott knott test.

3.3 Number of Basal Shoots

The number of basal shoots had no significant data for polynomial regression during the evaluation on time. However, by evaluating with mean test over time, there was a statistical difference in the UAT 1896-7 subsample in relation to the others (Table 3).

Table 3. Average number of basal shoots of six subsamples for thirty months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

Months after planting	Subsamples					
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
6	1,75b	2,5b	1,5b	2b	4,31a	2,38b
9	1,5b	2,75b	1,63b	2,38b	5,13a	2,5b
12	1,38b	2,13b	1,81b	2,13b	4,38a	1,98b
15	1,5b	1,88b	1,5b	2,63b	4,38a	2,00b
18	1,75b	2,13b	1,75b	2,38b	4,70a	1,75b
21	1,75c	3,00b	1,81c	2,38b	4,44a	1,69c
24	1,75c	3,00b	1,81c	2,38b	4,44a	1,69c
27	2,00b	2,88b	2,00b	2,38b	4,69a	1,75b
30	2,00b	2,63b	2,00b	2,38b	4,69a	1,81b

On the same line with lowercase letter do not differ statistically at 5% by the Scott Knott test.

3.4 Number of Terminal Shoots

The best developments in the number of terminal shoots were observed in the UAT 1896-7, UAT 1096-5, UAT 0796-8, and URUBU-2 subsamples, which showed significant data and the best fitted curve linear model. The UAT 1796-7 and UAT 1596-7 subsamples, which showed lower values of terminal shoots, showed no significant data that could be represented by a model of the growth curve. The Figure 3 represents the graphic models obtained in statistical analysis (Figure 3).

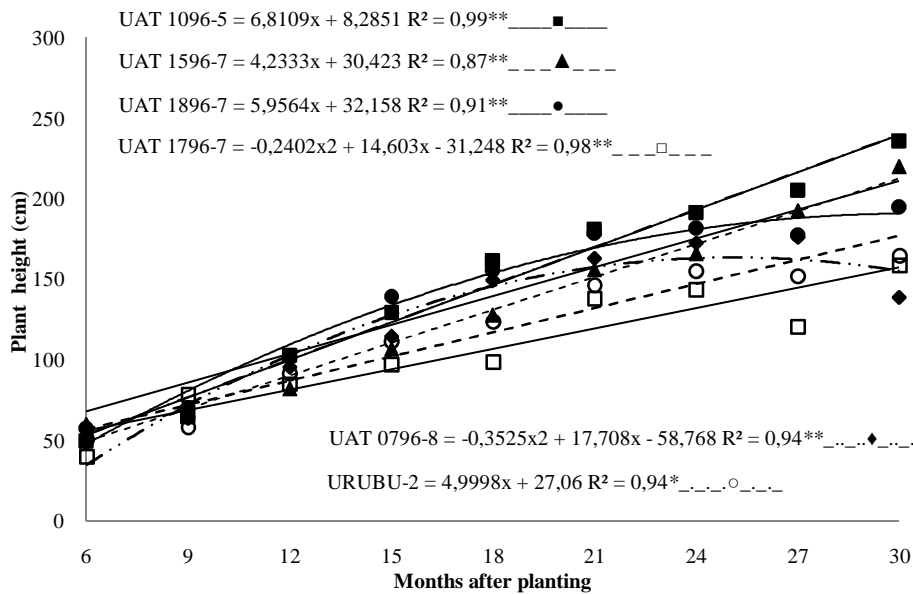


Figure 3. Growth curves of plant height (cm) obtained every 3 months for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

At 6 months after planting, the number of terminal shoots did not differ statistically between all tested subsamples, ranging from 1.88 to 6.63 shoots, showing uniformity between plants. From 9 to 15 months after planting, the superiority of UAT 1896-7 subsample remained in comparison to other subsamples. The UAT 1896-7, UAT 1096-5, and UAT 0796-8 had the best rates for numbers of terminal shoots in the study from 18 to 30 months after planting. At 30 months after planting, UAT 1096-5, UAT 1896-7, and UAT 0796-7 stood out from the others with values of 80.71, 80.13 and 56.13 shoots, respectively, showing statistical difference of other subsamples (Table 4).

Table 4. Average number of terminal shoots of six subsamples for thirty months after planting transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

Months after planting	Subsamples					
	UAT 0796-8	UAT 1096-5	UAT 1596-7	UAT 1796-7	UAT 1896-7	URUBU-2
6	1,88a	5,63a	3,13a	6,00a	6,63 ^a	2,25a
9	13,13b	11,88b	8,75b	15,38b	32,25a	9,81b
12	11,75b	20,38b	15,75b	14,25b	30,75a	13,83b
15	32,63a	46,13a	28,5b	35,5b	70,38a	28,5b
18	36,56a	45,81a	24,63b	24,75b	52,25a	21,56b
21	45,00b	58,63a	29,19b	25,38b	70,44a	26,39b
24	46,52a	56,87a	28,01b	25,31b	72,24a	27,32b
27	47,25b	69,63a	27,88b	24,00b	69,23a	27,65b
30	80,25a	80,71a	33,52b	30,00b	80,13a	29,03b

On the same line with lowercase letter do not differ statistically at 5% by the Scott Knott test.

3.5 Precocity

At 21 months after planting, the UAT 1596-7, UAT 1096-5, UAT 0796-8, and UAT 1896-7 subsamples had a total of 96, 25, 20 and 18 flowers, respectively. At 27 months after planting, only 2 subsamples flowered, UAT 1096-5 and UAT 0796-8, with 25 and 3 flowers, respectively.

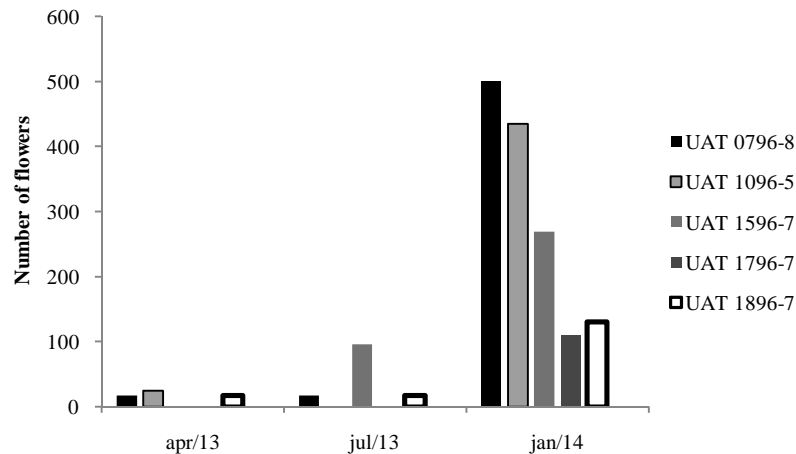


Figure 4. Total number of flowers of 6 subsamples obtained every three months for 30 months after planting in transition savanna/forest area, Mucajaí-RR, Brazil

Peak flowering occurred in January, 30 months after planting. The UAT 0796-8 and UAT 1096-5 subsamples, with 500 and 435 flowers in total, respectively, stood out over the remaining. The other subsamples, UAT 1596-7, UAT 1796-7, and UAT 1896-7, showed satisfactory flowering, with 270, 131, and 110 flowers, respectively. The URUBU-2 subsample showed no flowering, with late flowering characteristic (Figure 4).

4. Discussion

Based on the parameters of vegetative growth and precocity the subsamples tested present different growing, flowering and fruiting patterns.

The number of basal shoots was recorded for analysis of canopy formation, since the larger the number of basal shoots, the greater the possibility of having terminal shoots which are able to bear fruit. The number of basal shoots has medium heritability levels (in the narrow sense): $h^2_a = 0.45$ and $= 0.33 h^2_g$ in a broad sense, and that this variable is significantly correlated with fruit production ($r^2 = 0.43$), fruit weight ($r^2 = 0.38$), and ascorbic acid (Pinedo, 2013).

According to Pinedo et al. (2011), plants of the MD-013, MD-014, MD-015, MD-017, and MD-020 clones from the Loreto state (Iquitos, Peru), stood out as promising genotypes of Nanay and Itaya rivers. Thus, the plants showed basal trunk diameters ranging from 22.0 to 25.6 mm at 4 years after planting; the subsamples of Uatumã river (Amazonas state, Brazil) analyzed in this study grew better than those of Nanay and Itaya rivers in basal trunk diameter, because

diameters ranged from 29.13 to 30.38 mm in the transition savanna/forest at 30 months after planting. These data support the results obtained from Siviero et al (2012), who observed that basal trunk diameter at 10 cm from the ground of two-years-old plants grown from seeds in Acre Brazilian state, ranged from 14.58 to 33.85 mm. Moreover, Ribeiro et al. (2000) concluded that matrices planted from seeds of the Solimões river in Belém (Pará state, Brazil), with 2 years of planting, showed basal shoot diameters, measured at a height of 60 cm above the ground level, much greater than that observed with clones in the transition savanna/forest area, ranging from 97.6-119.7 mm and 128-166 mm at 2 and 3 years after planting, respectively. In the present study, at 30 months after planting, height ranged from 1.49 to 2.35 m in the transition savanna/forest area, results which are consistent with Ribeiro et al. (2000), who observed that plants, 2 years after planting, ranged from 1.42 to 1.96 m in height, and from 1.93 to 2.82 m after 3 years of planting in Belém, Pará state Brazil.

In relation with the fruit production, according to Peters and Hammonds (1990), fruit bearing starts when the plant reaches basal trunk diameter of 2.0 cm. At 21 months after planting, the UAT 0796-8, UAT 1896-7 and UAT 1096-5 subsamples showed the first fruits and basal trunk diameters of 19,78,28,75 and 24,56 mm, respectively.

According to Pinedo and Paredes (2012), plants that stood out with high values of vegetative parameters for the first 3 years did not repeat the high level in the years to produce fruit, leaving in doubt the applicability of early evaluation of subsamples based on vegetative parameters to predict capacity production of plants or progenies of camu-camu. However, in this same experiment, 21, 37, 68, 211, and 222 progenies, presented good vegetative and production parameters in 2 years of evaluation (2010-2011).

According to Gil *et al.* (2011), the E3-F7 subsample demonstrated that it is not necessary a great height or number of secondary shoots in vegetative evaluation to achieve high yields of marketable fruits. In this case, the secondary shoots are those measured at 50 cm above ground level.

The basal trunk diameter is directly associated with the fruit yield. This was demonstrated by Peters and Vasquez (1986/1987) who also found that flower production and fruit yield exponentially increase with increasing basal trunk diameter of camu-camu.

We could recommend, in a preliminary way, the UAT 1096-5 subsample such as that developed in the best position to transition savanna/forest area, with higher terminal shoots, superior height, early flowering, and higher number of flowers than the remaining camu-camu subsamples.

At 30 months after planting, the UAT 1896-7 and UAT 0796-8 subsamples showed the number of terminal shoots with no statistical difference from the UAT 1096-5, but had slightly lower height, which was statistically significant. The UAT 1596-7, UAT 1796-7, and URUBU-2 subsamples showed lower values of number of terminal shoots, although UAT 1596-7 presented greater height.

The subsamples presented good adaptability to upland conditions, in the transition savanna/forest of Roraima State, with ultisols and supplementary irrigation over the 3 months of lowest rainfall. The possibility of cultivation in these areas can represent an opportunity of rural development, since camu-camu is a nutraceutical species that holds high commercial expectations. To overcome the 21 months of vegetative growth with no production an intercrop with annual species such as beans, cassava, watermelon and corn is indicated to generate income for the investment in irrigation and soil management.

References

- Martin, M. P., Peters, C. M., & Ashton, M. S. (2014). Revisiting Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Twenty-seven Years of Fruit Collection and Flooding at an Oxbow Lake in Peruvian Amazonia. *Econ Bot*, 20(10), 1-8.
- McVaugh, R. (1963). Tropical American Myrtaceae. II. *Field Museum of Natural History, Botanical Series*, 29, 315-532.
- Mourão Junior, M., Moura Neto, M. A. de, Bendahan, A. B., Xaud, M. R.; Xaud, H.A.M. (2006). Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Serra da Prata, Mucajaí (1993-2005). *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* (No. 6, p. 18). Boa Vista: Embrapa Roraima.
- Mourão Junior, M., Xaud, M. R., Xaud, H. A. M., Moura Neto, M. A., Arco-Verde, M. F., Pereira, P. R. V. S., & Tonini, H. (2003). Precipitação pluviométrica em áreas de transição

- savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. *Comunicado Técnico* (p. 7). Boa Vista: Embrapa Roraima.
- Penn, J. W. JR. (2006). The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): A tree planting programme in the peruvian amazon. *For. Tr. Liv.*, 16, 85-101. <http://dx.doi.org/10.1080/14728028.2006.9752547>
- Peters, C. M., Balick, M. J., Kahn, F., & Anderson, A. B. (1989). Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource. *Cons Bio.* 4, 341-349. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.1989.tb00240.x>
- Peters, C. M., & Hammonds, E. J. (1990). Fruits from the flooded forests of Peruvian Amazonia: Yield estimates for natural populations of three promising species. *Adv. in. Econ. Bot.*, 8, 159-176.
- Peters, C. M., & Vásquez, A. (1986/1987). *Estudios ecológicos de camu-camu (Myrciaria dubia). I. Producción de frutos en poblaciones naturales*, Act Amaz, v. 16/17, 161-174.
- Pinedo, M. P. (2013). Correlation and heritability analysis in breeding of camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]. *Afr. J. Plant Sci.*, 7(2), 61-66. <http://dx.doi.org/10.5897/AJPS12.023>
- Pinedo, M. P., & Paredes, E. D. (2011). Evaluación Preliminar de 108 Progenies Precoces de Camu-Camu *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) en Loreto, Peru. *Fol Amaz*, 20, 77-82.
- Pinedo, S., Iman, S., Pinedo, M., Vasquez, A., & Collazos, H. (2011). Clonal trial of five genotypes of camu camu *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc. Vaugh, in non-flooded area. *Afr. J. Plant Sci.*, 5, 40-46.
- Ribeiro, M. N. G. (1976). Aspectos climatológicos de Manaus. *Act. Amaz.*, 2, 229-233.
- Ribeiro, S. L., Silva, J. F., Mota, M. G. C., & Corrêa, M. L. P. (2000). Avaliação de acessos de camu-camuzeiro em terra firme. *Comun. téc* (No. 17, pp. 1-4).
- Siviero, A., Oliveira, L. C. de, Pereira, A. A. A., Mendonça, A. S., Nascimento, F. S. S. do, & Yuyama, K. (2012). Introdução e avaliação de camu-camu (*Myrciaria dubia*) no Acre. *Proceedings of Congresso Brasileiro De Recursos Genéticos*. Belém, PA; Brasil. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, CD ROM.

- Villachica, L. H. (1996). El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en la Amazonia Peruana. *Tratado de Cooperación Amazonica* (p. 95). Iquitos, Peru.
- Yuyama, K., Aguiar, J. P. L., & Yuyama, L. K. O. (2002). Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Manaus: Acta Amazônica*, 32(1), 169-174.

Almeida, L. F. P.; Yuyama, K.; Chagas, E. A.; Bardales, R. M. L.; Albuquerque, T. S. C.; Abanto, C. R.; Queiroz, F. B. D. 2014. Avaliação do desenvolvimento inicial de acessos de camucamu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaughem duas condições edafoclimáticas do estado de Roraima. Manuscrito em preparação para *Journal of Agricultural Science*

**AValiação DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ACESSOS DE CAMU-
CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) EM DUAS CONDIÇÕES
EDAFOLIMÁTICAS DO ESTADO DE RORAIMA**

O estudo teve como objetivo avaliar e comparar o desenvolvimento inicial de seis acessos de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) de área de savana e transição savana/floresta no Estado de Roraima. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo considerado subdivisão no tempo com nove avaliações a cada 3 meses. Os parâmetros avaliados foram: diâmetro basal (mm), altura de planta (cm), número de ramos terminais e número de ramos basais. A parcela experimental foi constituída de quatro plantas. O experimento foi implantado com quatro blocos por local, em espaçamento de 5 x 2 m. A análise conjunta dos experimentos (genótipo x ambiente) foi considerada do tipo genótipo fixo (clones) e ambientes aleatórios. Não houve diferença significativa das subamostras nas áreas para os parâmetros diâmetro basal (mm), altura de planta (cm) e número de ramos terminais exceto para número de ramos basais. A interação entre subamostras e ambientes aos 30 meses após o plantio apresentaram comportamento semelhante em savana e transição savana/floresta, mostrando que as subamostras apresentam estabilidade nas duas localidades.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate and compare the initial growth development of six camu-camu subsamples (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) in savanna area and transition savanna/forest areas in the Roraima State, Brazil. The experimental design was in a randomized blocks, with six treatments and four replications and was considered subdivision in time with nine evaluations every 3 months. The experimental plot consisted of four plants. The experiment was carried out with four blocks per site, with spacing of 5 x 2 m. The experiment (Genotype x Environment) analysis was considered fixed for genotype (subsamples) and random for environments (savanna and savanna/foresttransition). There was no difference between the two areas for basal diameter (mm), plant height (cm) and number of terminal branches, except for number of basal branches. At 30 months after planting the interaction among subsamples and the two studied areas showed similar effects in savanna and savanna/forest transition, showing that the subsamples had stability in both areas.

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO INICIAL DE ACESSOS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) EM DUAS CONDIÇÕES EDAFOLIMÁTICAS DO ESTADO DE RORAIMA

INTRODUÇÃO

O Estado de Roraima apresenta regiões adequadas para o estabelecimento da fruticultura, com destaque para dois ecossistemas. As áreas de lavrados ou savanas (cerrados), com 1,5 milhões de hectares e as áreas de floresta tropical, com disponibilidade aproximada de 700.000 hectares já alterados, podem ser incorporadas ao processo produtivo, sem haver necessidade de novos desmatamentos, além de outras áreas denominadas de área de transição entre savana e floresta. Atualmente, podem-se encontrar pomares nativos de camu-camu nas margens de rios de diversas regiões de cerrado e de mata do estado de Roraima e até plantios comerciais em terra firme localizados mais ao sul do Estado.

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia vem a mais de quatro décadas selecionando plantas superiores de camu-camu para cultivo em escala. Para isso, há a necessidade de realização de ensaios regionais que mostram a adaptação das diversas seleções em diferentes ambientes.

A seleção de clones de camu-camu, além de representar uma nova opção para o agricultor familiar, através do cultivo de uma espécie, que requer baixo investimento e pequena área em relação a outras fruteiras, representa em alguns casos, uma boa opção também para o consumidor, por adquirir por baixo custo uma fruta com boas características organolépticas e ao mesmo tempo, ser uma ótima fonte de sais minerais e antioxidantes, considerando particularmente, o seu alto valor nutracêutico.

Na savana de Roraima o período chuvoso é de cinco a seis meses por ano, iniciando em abril/maio e terminando em setembro, com um total de precipitação de aproximadamente, 1.200mm. No período seco (outubro a março) a precipitação é de 300mm, perfazendo um total anual de 1.500- 1.600mm, caracterizando o tipo climático Aw. Predominam solos do tipo latossolos amarelo e vermelho-amarelo de textura média e baixa fertilidade natural (BARBOSA, 1997; MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2006a).

Nas regiões transição savana/floresta (região central do estado) a precipitação pluvial varia entre 1700 a 2000 mm e são caracterizadas pelo tipo climático Am, que possui período seco, porém com menor rigor que Aw. Os solos predominantes são os argissolos e latossolos de

textura média e baixa fertilidade natural. A temperatura média anual é de 28°C e umidade relativa do ar de 72% (BARBOSA, 1997; MOURÃO JUNIOR *etal.*, 2006b).

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição das subamostras

As seissubamostras foram clonadas a partir de plantas da coleção do INPA, em Manaus originários de cinco populações do rio Uatumã, provenientes do estado do Amazonas e uma do rio Urubu, proveniente do estado de Roraima. A seleção dos clones foi feita com base nas características de alta concentração de ácido ascórbico nos frutos, alta produção de frutos, e copa com grande quantidade de ramos plagiotrópicos.

Caracterização do solo

O solo foi coletado nas áreas experimentais e através de amostragem composta e em seguida enviado ao Laboratório de Solos do INPA, em Manaus. As análises dos solos nas duas localidades revelaram elevada acidez e baixos níveis de nutrientes (Quadros 1 e 2).

Quadro1. Composição química do solo de savana, coletado em duas profundidades, Boa Vista, Roraima

Profundidade(cm)	pH(H ₂ O)	P(mg.kg ⁻¹)	K(cmolc.kg ⁻¹)	Ca(cmolc.kg ⁻¹)	Mg(cmolc.kg ⁻¹)	Al(cmolc.kg ⁻¹)
0 - 20	4,87	3,13	0,03	0,26	0,16	0,4
20 - 40	4,71	2,16	0,02	0,15	0,07	0,49

Quadro2. Composição química do solo de transição savana/floresta, coletado em duas profundidades, Mucajaí, Roraima

Profundidade(cm)	pH(H ₂ O)	P(mg.kg ⁻¹)	K(cmolc.kg ⁻¹)	Ca(cmolc.kg ⁻¹)	Mg(cmolc.kg ⁻¹)	Al(cmolc.kg ⁻¹)
0 - 20	4,74	6,68	0,02	1,04	0,3	0,1
20 - 40	4,86	2,84	0,01	0,99	0,3	0,14

Tratos culturais

A área escolhida para o experimento apresentava solo e relevo uniformes e o manejo inicial do solo constituiu-se, basicamente, de correção da acidez e de níveis de nutrientes com calcário dolomítico, na quantia de 2 t/ha juntamente com fosfatagem e potassagem em área total do experimento, na quantia de 90kg de P₂O₅ por hectare e de 90 kg de K₂O por hectare. Foi utilizada a adubação verde na entrelinha 30 dias após o plantio, com leguminosas (crotalária, feijão de porco), girassol e milho plantadas para condicionamento físico e químico do solo. Após 8 meses de plantio foram aplicadas, em cobertura, 30g cloreto de potássio, 30 g de uréia e 10 g de FTE BR12 por planta, durante a época chuvosa, uma vez ao ano. A irrigação foi feita pelo método de microaspersão na fase inicial do plantio, a cada 3 dias, e durante o período mais seco do ano. O controle de herbáceas foi feito com uso de roçadeira costal motorizada nas linhas de plantio e tratorizada nas entrelinhas.

Coleta de dados

Foi avaliada cada três meses o desenvolvimento vegetativo e produtivo dos acessos através de medição de crescimento da planta e do monitoramento mensal de floração e frutificação dos acessos. A altura foi medida em centímetros com auxílio de trena, o diâmetro basal em milímetros com paquímetro digital a 10 cm do nível do solo e contagem do número de flores e frutos, bem como do número de ramos basais e terminais. Os ramos basais foram considerados aqueles que brotaram da estaca de propagação inicial e os terminais aqueles que estavam situados nas extremidades dos ramos secundários, constituídos das brotações mais jovens. Para os parâmetros produtivos foi realizada contagem de flores e frutos, indicando o início e final da floração e maturação dos frutos.

Delineamento experimental

O estudo foi realizado por meio de análise genético-estatística, com uso do programa GENES, da Universidade Federal de Viçosa-UFV. As seis subamostras foram testadas em dois locais no estado de Roraima, em área de savana e em de área de transição savana/floresta. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos (subamostras) e quatro repetições, sendo foi considerado subdivisão no tempo com nove avaliações. A parcela experimental foi constituída de quatro plantas. O experimento foi implantado com quatro blocos

por local, em espaçamento de 5 x 2 m. A análise conjunta dos experimentos (genótipo x ambiente) foi considerada do tipo genótipo fixo (clones) e ambientes aleatórios.

RESULTADOS

As variáveis analisadas apresentaram relação de quadrado médio de resíduos maior e menor (QMR maior/ QMR menor) menor que 7, com valores variando de 1,00 a 2,26, sendo, portanto, aceitável a comparação entre as duas localidades (BANZATTO e KRONKA, 2006). As subamostras não apresentaram diferenças entre si quanto ao diâmetro basal, à altura de planta, ao número de ramos terminais e número de ramos basais (Tabela 1) para a interação entre subamostras e ambientes.

Tabela 1. Análise de variância da interação genótipo x ambiente para diâmetro basal, altura de planta, número de ramos basais e terminais de seis subamostras de camu-camu em savana e transição savana/floresta aos 30 meses de avaliação, Roraima, Brasil

FV	GL	QM			
		Diâmetro basal (mm)	Altura de planta (cm)	Número ramos basais	Número ramos terminais
Blocos/Ambiente	6	26,96	592,38	0,54	676,35
Blocos	3	47,49	558,96	0,22	853,67
Bloco x Ambiente	3	6,44	625,79	0,86	499,03
Subamostras	5	109,53 *	7967,11 **	2,35 ns	4117,68 *
Ambientes	1	76,82 ns	720,22 ns	4,77 *	1635,18 ns
Subamostras x Ambiente	5	21,20 ns	419,37 ns	2,23 ns	539,22 ns
Resíduo	30	23,49	714,96	0,90	384,59
Total	47				
Média		25,53	187,39	2,60	57,42
CV(%)		18,99	14,27	36,53	34,15
Relação (QMR)/(QMR)		1,16	1,00	2,03	2,27

*, ** significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo.

As subamostras apresentaram diferenças significativas entre si para o diâmetro basal, altura de planta e número de ramos terminais, exceto para o número de ramos basais.

Porém, o número de ramos basais diferiu significativamente entre os ambientes apresentando maior média na savana com 2,91 ramos e 2,28 ramos na transição savana/floresta (Tabela 2).

As subamostras que se destacaram nas duas localidades foram UAT 1896-7, UAT 1096-5 e UAT 1596-7 com altura, diâmetro basal e número de ramos basais sem diferença significativa

entre si. Já para número de ramos terminais a subamostra UAT 1596-7 apresentou média de 51,45 ramos e diferiu significativamente de UAT 1896-7, UAT 1096-5 e UAT 0796-8 que apresentaram valores superiores variando entre 63,75 e 89,13 ramos (Tabela2).

Tabela 2. Teste de médias dos parâmetros diâmetro basal (mm), altura de planta (cm), número de ramos basais e número de ramos terminais aos 30 meses de avaliação de 6 acessos em áreas de savana e transição savana/floresta

	Diâmetro basal (mm)	Altura de planta (cm)	Número ramos basais	Número ramos terminais
Ambiente				
Savana	26,79 a	183,52 a	2,91 a	63,26 a
Savana/Floresta	24,26 a	191,26 a	2,28 b	51,58 a
<i>DMS</i>	2,75	15,61	0,56	11,69
Subamostras				
UAT 0796-8	25,38 ab	161,94 b	1,94 a	63,75 abc
UAT 1096-5	28,75 a	225,56 a	3,30 a	74,19 ab
UAT 1596-7	26,13 ab	217,88 a	2,56 a	51,45 bcd
UAT 1796-7	21,06 b	156,63 b	2,38 a	36,13 cd
UAT 1896-7	30,25 a	202,63 a	3,19 a	89,13 a
URUBU-2	21,59 b	159,71 b	2,22 a	29,89 d
<i>DMS</i>	7,08	40,19	1,43	30,05

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey

DISCUSSÃO

A interação entre as subamostras e ambientes, mostrou que as mesmas apresentaram comportamento semelhante em savana e transição entre savana e floresta, não havendo diferença significativa das variáveis nas duas localidades.

As duas localidades apresentaram condições propícias ao cultivo de camu-camu e não diferiram entre si para a maioria dos parâmetros avaliados devido principalmente, às condições de clima favorável, sem presença de seca prolongada durante os 30 meses de avaliação nos locais dos experimentos. Outro fator que propiciou o bom desenvolvimento das plantas foi o manejo da irrigação, correções e adubações de solo, controle de plantas invasoras e adubação verde com leguminosas e gramíneas nas entrelinhas fazendo a incorporação da matéria orgânica proveniente da roçagem nas linhas de plantio.

O cultivo de camu-camu em local com maior pluviosidade e menor período de estiagem possibilita a inferência que o maior crescimento vegetativo ocorreria nessas condições, porém não houve diferença significativa entre as duas localidades de julho de 2012 a janeiro de 2014. Isso se deve, principalmente, a grande capacidade de adaptação às condições de cultivo, realizando irrigações periódicas no início do plantio nas duas localidades, quando o sistema radicular ainda era pouco desenvolvido. Um fator que pode ter influenciado o menor desenvolvimento das plantas da região de transição savana/floresta foi o maior período de interferência de plantas invasoras sobre as mudas de camu-camu, principalmente gramíneas exóticas que ocorriam na área, dentre elas o capim colônia (*Panicum maximum* var. colônia) e capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) que dificultaram o controle e sombrearam mais as mudas durante os meses de chuva, em relação ao experimento da savana que apresentava capim nativo (*Trachypogon plumosus*) em sua maior parte.

CONCLUSÃO

Este estudo revelou que não existem diferenças significativas para a maioria dos parâmetros vegetativos no crescimento inicial e precocidade dos diferentes acessos testados na savana e transição savana/floresta. A savana induziu maior número de ramos basais quando comparados à transição savana/floresta. Os acessos que se destacaram analisando os parâmetros vegetativos foram UAT 1896-7, UAT 1096-5 e UAT 1596-7, que obtiveram desempenho superior na savana e na transição savana/floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima. Manaus: INPA, v. 1, p. 325-335. 1997.

MOURÃO JUNIOR, M.; MOURA NETO, M. A. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M. Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Água Boa, Boa Vista- Roraima (1991-2005). Boa Vista: Embrapa Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 05, 18 p. 2006a.

MOURÃO JUNIOR, M.; MOURA NETO, M. A. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M. Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Serra da Prata, Mucajaí (1993-2005). Boa Vista: Embrapa Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 06, 18 p. 2006b.

Síntese

Manejo dos solos

Como os solos da região estudada são caracterizados por elevada acidez e baixa fertilidade, foi necessário uso de técnicas de manejo de solo e de cultivo buscando melhorar as condições físicas e químicas através revolvimento mínimo de solo, roçagem das herbáceas, uso de adubação verde, e calagem e fosfatagem em área total de plantio. A irrigação por gotejamento associada à cobertura morta na linha de plantio foram importantes para manutenção da umidade do solo e sobrevivência inicial dos clones no campo, já que o sistema radicular de muda advindas de processo de propagação por estaquia é mais delicado.

Crescimento inicial dos acessos

Analisando cada local por testes de comparação de médias durante o tempo os acessos UAT 1896-7, UAT 1096-5 e UAT 1596-7 foram os que melhor se desenvolveram na savana e na transição savana/floresta.

Época de emissão de ramos terminais

A emissão de ramos terminais ocorreu logo após o período chuvoso nas duas localidades, porém com brotação dos acessos de forma mais uniforme e em menor número de ramos na savana e na transição savana/floresta brotação mais concentrada com maior número de ramos emitidos nos períodos de maior pluviosidade.

Época de florescimento

Verificou-se que a época de florescimento ocorreu de forma diferente na região de savana mostrando antecipação do florescimento em relação à transição savana/floresta. Na savana o pico de florescimento ocorreu em outubro de 2013 e na transição savana/floresta o pico ocorreu em janeiro de 2014.

Época de frutificação e precocidade

Quanto à época de frutificação houve diferenças entre as duas regiões, com a região da savana mostrando o pico de frutificação em janeiro de 2014. Na região de transição

savana/floresta a frutificação foi muito pequena, devido à época de menor precipitação no mês de abril.

No que se refere à produção inicial a região de savana induziu o florescimento precoce, aos nove meses, depois aos 18 meses de plantio com os primeiros frutos. A primeira produção significativa ocorreu aos 30 meses com intensa frutificação dos acessos UAT 1896-7, UAT 1096-5 e UAT 1596-7.

Apesar dos clones iniciarem produção de flores e frutos aos 30 meses após o plantio ainda é necessário maior tempo de avaliação para identificar as principais épocas de produção de frutos de cada clone nos diferentes locais de plantio.

Considerações Finais

Este estudo revelou que existem pequenas diferenças no crescimento vegetativo e precocidade dos diferentes acessos testados na savana e transição savana/floresta. A savana induziu maiores números de ramos basais para a maioria dos acessos quando comparados à transição savana/floresta.

Desta forma é necessário maior tempo de avaliações para definir os clones com melhor desempenho vegetativo aliando os dados de produção e de época de frutificação para o futuro lançamento e distribuição de materiais genéticos mais adaptados às condições de Roraima.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.F.P.; YUYAMA, K.; CHAGAS, E.A.; BARDALES, R.M.L.; ALBUQUERQUE, T.S.C.; ABANTO, C.R.; QUEIROZ, F.B.D. 2014. Early Evaluation of Camu-Camu Subsamples in Transition Savanna/Forest Area. *Journal of Agricultural Science*, vol.6, N 11, p. 178-186, 2014.

ALVARADO-VERTIZ, M.A. Posibilidades del cultivo del camu-camu *Myrciaria dubia* en el Perú. 1969.51p. Monografía. Pontificia Universidad Católica del Peru, Lima, 1969.

BALZARINI, M.G.; DI RIENZO, J.A., InfoGen Software estadístico para el análisis de datos genéticos. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2012.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação Agrícola. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.247 p,

BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima. Manaus: INPA, v. 1, 1997.p. 325-335,

CALIRI, G.J.A. Estudos fenológicos e seleção de matrizes em quatro procedências de camu-camu silvestre (*Myrciaria dubia*(Kunth) McVaugh) da região amazônica, para uso em sistemas agroflorestais. 2002.58p. Dissertação de mestrado. INPA/FUA, Manaus, 2002.

CALZADA BENZA, J.C. Frutales nativos. La Molina: El Estudiante, 1980.314p.

CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B.; CLEMENT, C.R. Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 1999.409p.

CLEMENT, C.R. Melhoramento de espécies nativas {Improvement of native species}. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Eds.). *Recursos genéticos & melhoramento - plantas*. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT, Rondonópolis, MT. pp. 423-441. 2001.

CORREA, S. I. Caracterización y evaluación morfoagronómica de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. Disponível em: <http://www.iiap.org.pe/promamazonia/SBiocomercio/Upload/Lineas/Documentos/275.pdf>. Acesso em: 20/12/2009.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: Editora UFV, v.2, 2012.514p.

ENCISO NARAZAS, R. M.; VILLACHICA, H. Producción y manejo de plantas injertadas de camu-camu (*Myrciaria dubia*) en vivero. Instituto Nacional de Investigación Agrária, 20p. Informe técnico, n. 25. 1993.

FALCÃO M.A.; FERREIRA, S.A.N.; CHAVEZ-FLORES, W.B.; CLEMENT, C.R. Aspectos fenológicos e ecológicos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh) na terra firme da Amazônia Central. In: FALCÃO, M.A. Aspectos fenológicos, ecológicos e produtividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazônia. Manaus: FUA, p.57-65. 1993.

FLORES, W.B.C. Camu-camu. In: CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B. & CLEMENT, C.R. Biodiversidade Amazônica: Exemplos e Estratégias de Utilização. Amazonas: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do Amazonas (SEBRAE), p. 167-176. 1999.

FERREIRA, S.A.N.; GENTIL, D.F.O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo garfagem. Acta Amazonica, v. 27, n. 3, p.163-168. 1997.

FERREYRA, H. R. El camu camu: nueva fuente natural de vitamina C. Lima: Boletín Experimentación Agropecuaria, v. 7, n. 4, p.28-31. 1959.

GAVINHO, C. A. Efeitos de adubação foliar na produção de fruto e ácido ascórbico em frutos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) em condições de terra-firme. 2005. 63p. Dissertação de mestrado. INPA/FUA. Manaus: 2005.

GIL, O.J.A.; RODRIGUEZ, C.A.; CRUZ, C.O.; SANGAMA, D.P.Z.; WONG, J.A.C. Evaluación agronómica de cuatro clones de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh) en un suelo aluvial inundable de la región Ucayali. Invest. Amaz. V 1(2), 70-77. 2011.

IMÁN, S. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* HBK en la región Loreto. Loreto: INIA, Serie Manual, 01-00, 32 p. 2000.

IIAP. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Disponível em: <<http://www.iiap.org.pe/promamazonia/SBiocomercio/principal.aspx?pagina=LineaProductivaLinea.aspx?LineaId=6>>. Acesso em: 16 de novembro, 2009.

LANDRUM, L.R. & KAWASAKI, M.L.. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. New York: Brittonia 49 (4): 508-536, 1997.

LOZANO, R.M.B. Caracterização intraespecífica da variabilidade biométrica de frutos em populações nativas de camu-camu. (Thesis). Universidade Federal de Roraima. 2013. http://www.btd.ufr.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=163

MAEDA, R.N. Adequação tecnológica do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) para produção de vinho. 1999. 58 p. Monografia (graduação em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, 1999.

MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L.K.O.; CHAAR, J.M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). Campinas: Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.26, n.º.1, jan./mar, 2006.

McVAUGH, R. Tropical American Myrtaceae. II. Field Museum of Natural History, Botanical Series 29:315-532. 1963.

MAUÉS M. M.; COUTURIER G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, v. 25, p.441-448. 2002

MARTIN, M.P., PETERS, C.M.; ASHTON, M.S., Revisiting Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Twenty-seven Years of Fruit Collection and Flooding at an Oxbow Lake in Peruvian Amazonia. Economic Botany, XX(X), 2014, pp. 1–8 Online version: Access date: 07/07/2014.

MOURÃO JUNIOR, M.; MOURA NETO, M. A. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M. Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Água Boa, Boa Vista- Roraima (1991-2005). Boa Vista: Embrapa Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 05, 18 p. 2006a.

MOURÃO JUNIOR, M.; MOURA NETO, M. A. de; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M. Probabilidade de precipitação pluvial mensal no campo Experimental Serra da Prata, Mucajá (1993-2005). Boa Vista: Embrapa Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 06, 18 p. 2006b.

NIC LUGHADHA, E.N. & PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden 83:480-503. 1996. Disponível em: <<http://biostor.org/reference/13011>> Acesso em 31/03/2015.

PENN, J.W. JR. The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): a tree planting programme in the peruvian amazon. Great Britain: Forests, Trees and Livelihoods, v. 16, p. 85–101. 2006.

PEREIRA, A.V.; PEREIRA, E.B.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. Propagação e domesticação de plantas nativas do cerrado com potencial econômico. Brasília: Horticultura brasileira, v. 19, n.2. 2001.

PEREIRA, B.G., YUYAMA, K. Produção de mudas de camu-camu {*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh} por estaquia utilizandoramos provenientes de diferentes tipos e posições da planta. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002. Anais... Belém, Embrapa Amazonia Oriental. 1 Cd-Rom. 2002.

PETERS, C.M.; VÁSQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. producción de frutos em poblaciones naturales. Manaus: Acta Amazonica, v. 16/17 (nº único) p. 161- 174. 1986/1987.

PETERS, C.M., BALICK, M.J., KAHN, F. and ANDERSON, A.B. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource. Cons Bio (4), 341–349. 1989.

PETERS, C.M., HAMMONDS, E.J. Fruits from the flooded forests of Peruvian Amazonia: Yield estimates for natural populations of three promising species, *Advances in Economic Botany*, (8), 159–176, 1990.

PINEDO, P.M.; LINARES, B.C.; MENDOZA, H.; ANGUIZ, R. **Plan de mejoramiento genético de camu-camu**. Iquitos: IIAP, 2004.52p.

PINEDO, M. P, PAREDES, E.V. Evaluacion Preliminar de 108 Progenies Precoces de Camu-Camu *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) En Loreto, Peru. Instituto de Investigaciones de La Amazonía Peruana. *Folia Amazonica*, (20), 77 - 82. 2011.

PINEDO, M.P., Correlation and heritability analysis in breeding of camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]. *African. Journal. Plant Science*. Vol. 7(2), 61-66. 2013.

PINEDO, S.; IMAN,S.; PINEDO, M.; VASQUEZ, A.;COLLAZOS, H., Clonal trial of five genotypes of “camu-camu”*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh in non-flooded area. *African. Journal of Plant Science* , (5), 40-46. 2011.

REVILLA, J. Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000.405p.

REZENDE, M. R. R. Germinação, armazenamento de sementes e crescimento inicial de plantas de *Campomanesia rufa* (Berg.) Nied. 2004. 84p. Dissertação de mestrado. Lavras: Universidade Federal de Lavras - UFLA. 2004.

RIBEIRO, M.N.G. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*,(2), p.229-233. 1976.

RIBEIRO, S.I.; MOTA, M.G.C.; CORRÊA, M.L.P. Recomendações para o cultivo do camucamuzeiro no Estado do Pará. Belém: Circular Técnica, Embrapa, 2002.

RIBEIRO, S.I.; SILVA, J.F.da; MOTA, M.G. da C.; CORRÊA, M.L.P. Avaliação de acessos de camu-camuzeiro em terra firme. Comunicado técnico. n.17, p.1-4. 2000.

RIVA, R.; GONZÁLES, I. Tecnología del Cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) en la Amazonía Peruana.Pucallpa: Informe técnico, INIA-CTARU, 45 p.1997.

SALAZAR, R.R.A., CORREA, I.A.S. &RÍOS, S.A.J. Influencia del genotipo y tipo de injerto en la brotación de *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh “camu camu”. *Revista CienciaAgrónomica*, vol.2, No 2, 146-150. 2012.

SCHAEFER, C.E.G.R., Landscape ecology and land use patterns in Northeast Roraima. Brazil. Royal Holloway, University of London, United Kingdom: CEDAR Research Papers, 11).1994. 48p.

SILVA, L.M. Estudos de genes expressos em camu-camu: seqüenciamento de EST's. 2006. 120p. Tese de doutorado. Manaus: Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Amazonas. 2006.

SIVIERO, A.; OLIVEIRA, L.C. de ; PEREIRA, A.A.A. ; MENDONÇA, A. S. ; NASCIMENTO, F. S. S. do ; YUYAMA, K., Introdução e avaliação de camu-camu (*Myrciaria dubia*) no Acre In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, Proceedings...Belém, PA; Brasil. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 1 CD ROM. 2012.

SOUZA, O.M. ; LIMA, C.G.B. ; CHAGAS, E.A. ; ALVES, J.K.B. ; CRUZ, L.S. ; PORTO, W. S. Fenologia da frutificação de populações naturais de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) em Roraima. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, Bento Gonçalves. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77191/1/Olisson-1-fenologia-camucamu.pdf> Acesso em: 31/03/2014

SUFRAMA- **Potencialidades do Estado de Roraima.** Disponível em:<<http://www.suframa.gov.br/publicacoes/potencialidades/roraima.html>> Acesso em: 10/03/2013.

SUGUINO, E.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ARAÚJO, P. S. R.; SIMÃO, S. Propagação vegetativa de camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira. Nota científica, v. 38, n. 12, p. 1477-1482, 2003.

SCHWARTZ, M.D. Introduction. In: M. D. Schwartz (Ed.), Phenology: An Integrative Environmental Science. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, (p. 255-267). 2003.

THE PLANT LIST(2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (Acesso em: 31 de março de 2015).

VEIGA, J. B. Efeito do ácido indolbutírico sobre o enraizamento de estacas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). 2003. 44p.. Dissertação de Mestrado. Manaus: INPA/FUA. 2003.

VIÉGAS, I. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; NAIFF, A. P. M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. Jaboticabal: Revista Brasileira de Fruticultura, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VILLACHICA, H. El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia*(Kunth) McVaugh) en la amazonia peruana. Iquitos: Tratado de cooperación amazónica, 1996. 95p.

YUYAMA, K. Banco ativo de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. In: FERREIRA, F. R. (Ed.). In: CONGRESSO DE RECURSOS GENÉTICOS DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS NO BRASIL. 1999. Brasília, Anais...Brasília: EMBRAPA, CENARGEN, p. 90-93. 1999.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. Manaus: Acta Amazônica, v. 32, n. 1, p. 169-174. 2002.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P.L.; YUYAMA, L.K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. Manaus: Acta Amazonica,v. 32, n. 1, p. 169-174. 2002.

YUYAMA, K.; VALENTE, J. P. **Camu-camu** (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. Curitiba: CRV,2011, 216p.

ANEXOS