



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – POSAGRO

CÁSSIA REJANE DO NASCIMENTO

**BIOMETRIA E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E INFLUÊNCIA DO  
FÓSFORO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAMU-CAMU**  
*(Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh)*

**BOA VISTA**

**RORAIMA - BRASIL**

**2014**

**CÁSSIA REJANE DO NASCIMENTO**

**BIOMETRIA E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E INFLUÊNCIA DO  
FÓSFORO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAMU-CAMU  
(*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima em parceria com a Embrapa Roraima, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**Orientador:** Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

**Coorientador:** Pesq. Dr. Oscar José Smiderle

**Boa Vista-RR**

**2014**

CÁSSIA REJANE DO NASCIMENTO

**BIOMETRIA E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E INFLUÊNCIA DO FÓSFORO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como requisito exigido para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas  
Orientador - Embrapa Roraima

---

Pesquisador Dr. Oscar José Smiderle  
Coorientador - Embrapa Roraima

---

Professora Dra. Pollyana Cardoso Chagas  
EAgro/UFRR

---

Professor Dr. Ozimar de Lima Coutinho  
CCA/UFRR

*A Deus, meu pai,  
pela presença constante,*

***Ofereço***

*A minha mãe, Maria de Lourdes do Nascimento, "in memoriam", pelos ensinamentos e exemplo que foram a bússola que orientaram a minha vida.*

*A minha filha, Maria de Lourdes do Nascimento de Moraes,  
que esteve ao meu lado me exortando a ter fé.*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, meu fiel amigo, por tornar este sonho possível, dando-me força e perseverança para vencer obstáculos.

A Lourdinha, pelo carinho, entusiasmo e compreensão.

Aos meus orientadores, Dr. Edvan Alves Chagas e Dr. Oscar José Smiderle, pelos conhecimentos transmitidos, compreensão, paciência, amizade e apoio que foram imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

Ao Professor Dr. Alberto Moura de Castro, pela amizade e conselhos.

A minha amiga, Lindalva Vieira de Sousa, pela ajuda, cuidado e carinho que tem por mim e minha filha.

A minha amiga, Ataiza de Andrade Sousa, pela paciência, companheirismo e presença constante.

A Dra. Christinny Giselly Bacelar Lima e equipe que colaboraram grandemente nas viagens para coleta dos frutos.

A Dra. Verônica, Dra. Aline, amigos, bolsistas, pesquisadores e servidores da Embrapa e da UFRR pela ajuda direta e indireta, aos quais contribuíram para que o objetivo final fosse alcançado.

À UFRR-POSAGRO e Embrapa Roraima, respeitáveis Instituições, pela oportunidade de crescimento profissional e realização deste curso.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia pela amizade e conhecimentos repassados.

Aos membros da Banca Examinadora, professores Dr. Ozimar e Dra. Pollyana, pelo aceite e pelas contribuições.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Na verdade, torna-se impossível mencionar e agradecer a todas as pessoas que de forma direta ou indireta colaboraram para execução deste trabalho, já que são tantas e tão diversas as maneiras de participação.

**Obrigada a todos!**

## **BIOGRAFIA**

CÁSSIA REJANE DO NASCIMENTO, filha de Maria de Lourdes do Nascimento, nasceu no Estado do Maranhão, município de Pedreiras em 23 de fevereiro de 1974. Coursou o ensino médio na Escola Técnica Estadual “Dr. João Bacelar Portela”, em São Luís/MA, concluindo no ano de 1992. Em 2002 mudou-se para Roraima. No ano de 2004 ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. Onde, as pessoas que conheceu se tornaram seus amigos e sua família. No ano de 2006 teve sua filha e, devido aos percalços da vida, no ano de 2007 teve que fechar o curso durante dois anos, voltando a estudar em 2010 e concluindo a graduação no primeiro semestre de 2011. Durante a graduação, foi monitora da Escola Agrotécnica da UFRR, bolsista de iniciação científica no Laboratório de Biotecnologia, no Laboratório de Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Tecnologia de Sementes da UFRR. No ano de 2012, iniciou a pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Roraima - UFRR, Boa Vista, Roraima, em nível de mestrado, defendendo sua dissertação em 2014.

,

NASCIMENTO, Cássia Rejane. **Biometria e conservação de sementes e influência do fósforo no crescimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh)**. 2014. 85 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

**RESUMO** - O camu-camu é uma espécie que tem despertado o interesse do setor produtivo devido suas características nutraceúticas, especialmente o elevado teor de vitamina C. Apesar de diversos estudos, ainda existem lacunas no conhecimento sobre os mecanismos envolvidos nos processos fisiológicos da semente, sobretudo aqueles associados ao armazenamento, germinação e desenvolvimento inicial das mudas. Neste contexto, objetivou-se estudar a conservação e germinação de sementes de camu-camu e a influência do fósforo no crescimento inicial das mudas. Para tal, realizaram-se três estudos visando: 1) determinar as características biométricas, físicas e o vigor de sementes de camu-camu; 2) avaliar a conservação e germinação de sementes de camu-camu, bem como caracterizar a curva de absorção de água das sementes classificadas por tamanho e; 3) avaliar o crescimento inicial de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo em diferentes épocas de aplicações. Os resultados médios para largura, espessura, comprimento, massa individual, volume, massa de mil sementes e número de sementes por quilo foram respectivamente: 12,04 x 5,54 x 15,54 mm, 0,79 g, 1035,77 mm<sup>3</sup>, 734,27 g e 1 362 para sementes pequenas; 12,90 x 6,11 x 17,42 mm, 1,11 g, 1371,98 mm<sup>3</sup>, 943,67 g e 1061 para sementes médias; 14,42 x 6,74 x 19,14 mm, 1,45 g, 1859,47 mm<sup>3</sup>, 1213,70 g e 825 para sementes grandes. O tamanho das sementes apresenta correlação direta com o vigor, pois as sementes grandes apresentaram maior vigor. Sementes de camu-camu armazenadas em câmara fria a 15°C no interior de embalagem plástica apresentam maior vigor, em função da condutividade elétrica e da velocidade de emergência. Sementes de camu-camu imersas em água, no interior das embalagens nos dois ambientes mantêm o vigor, com emergência acima de 80% por 300 dias de armazenamento. Mudas de camu-camu não respondem de forma diferenciadas às diferentes doses de fósforo até os 120 dias. Após 120 dias, a adubação necessária para melhor crescimento inicial corresponde a faixa de 130,00 a 187,00 mg de P dm<sup>-3</sup>.

**Palavras-chave:** Amazônia, fruticultura, fruteira nativa, armazenamento de sementes, produção de mudas

NASCIMENTO, Cássia Rejane. **Biometrics and conservation of seeds and influence of phosphorus on the growth of seedlings of camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh)**. 2014. 85 p. Master of Science Dissertation in Agronomy - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

**ABSTRACT** - The camu-camu is a species that has aroused the interest of the industry due to their nutraceutical characteristics, especially the high content of vitamin C. Although several studies, there are still gaps in our knowledge about the mechanisms involved in the physiological processes of the seed, especially those associated with storage, germination and early seedling development. In this context, the objective was to study the conservation and germination of camu-camu and the influence of phosphorus on the growth of seedlings. For this, there were three studies to: 1) determine the biometric, physical characteristics and the vigor seed of camu-camu; 2) assess the conservation and germination of camu-camu, as well as to characterize the water absorption of seeds and classified by size; 3) evaluate the initial growth of camu-camu subjected to different doses of phosphorus in different times of applications. The average results for width, thickness, length, individual mass, volume, weight of thousand seeds and number of seeds per pound were respectively: 12.04 x 15.54 x 5.54 mm, 0.79 g, 1035.77 mm<sup>3</sup>, 734.27 g and 1362 for small seeds; 12.90 x 17.42 x 6.11 mm, 1.11 g, 1371.98 mm<sup>3</sup>, 943.67 g and 1061 for medium seeds; 14.42 x 19.14 x 6.74 mm, 1.45 g, 1859.47 mm<sup>3</sup>, 1213.70 g and 825 for large seeds. The seed size has direct correlation with the force, because the large seeds have greater vigor. Camu-camu seeds stored in cold storage at 15°C inside a plastic packaging have greater force, depending on the electrical conductivity and the speed of emergency. Camu-camu seeds immersed in water, inside the package in both environments camu-camu keep force, with emergency above 80% for 300 days of storage. Camu-camu seedlings not respond to different phosphorus doses up to 120 days form. After 120 days, the fertilization needed for better initial growth corresponding to the range 130.00 to 187.00 mg P dm<sup>-3</sup> of soil up to 180 days.

**Key words:** Amazon, fruit crops, native fruit, storage of seeds, seedlings production



## LISTA DE FIGURAS

### RELAÇÃO DE FIGURAS DO CAPITULO II

<b>Figura 1</b>	Incremento de massa úmida (g) pelas sementes de camu-camu ao longo de 216 horas.....	47
<b>Figura 2</b>	Teor de água de sementes de camu-camu armazenadas em ambiente de câmara fria (CF) e laboratório (LAB).....	49
<b>Figura 3</b>	Valores médios de massa seca de 10 sementes de camu-camu retiradas para obtenção dos teores de água ao longo dos 300 dias de armazenamento.....	50
<b>Figura 4</b>	Condutividade elétrica de sementes de camu-camu armazenadas em ambiente de câmara fria (CF) e laboratório (LAB), em embalagem plástica (PLAST) e vidro (VIDRO).....	51
<b>Figura 5</b>	Emergência de plântulas (%) obtida em sementes de camu-camu armazenadas em embalagens de vidro e plástica por 300 dias.....	54
<b>Figura 6</b>	Velocidade de emergência de plântulas (VE, índice) obtida em sementes de camu-camu armazenadas em embalagens de vidro e plástica por 300 dias.....	54

### RELAÇÃO DE FIGURAS DO CAPITULO III

<b>Figura 1a</b>	Altura da parte aérea de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	65
<b>Figura 1b</b>	Diâmetro do caule de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	65
<b>Figura 1c</b>	Massa seca da parte aérea de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	66
<b>Figura 1d</b>	Massa seca do sistema radicular de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	66
<b>Figura 1e</b>	Índice de qualidade de Dickson de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	67
<b>Figura 2</b>	Altura da parte aérea de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo.....	68
<b>Figura 3a</b>	Diâmetro do caule de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo.....	69
<b>Figura 3b</b>	Massa seca da parte aérea de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo.....	70
<b>Figura 3c</b>	Massa seca do sistema radicular de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo.....	70
<b>Figura 4</b>	Índice de qualidade de Dickson de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo.....	78
<b>Figura 5a</b>	Teor de clorofila A de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	74

<b>Figura 5b</b>	Teor de clorofila A de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo.....	74
<b>Figura 6</b>	Comportamento do teor de clorofila B em mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	75
<b>Figura 7</b>	Teor de P na parte aérea de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação.....	77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
3.1 Camu-camu.....	14
3.2 Caracterização de sementes.....	16
3.2.1 Biometria de sementes.....	16
3.2.2 Teor de água.....	17
3.2.3 Curva de embebição de sementes.....	17
3.3 Vigor de semente.....	20
3.4 Conservação de sementes.....	21
3.5 O fósforo.....	23
3.5.1 Importância do fósforo.....	23
3.5.2 Uso do fósforo em mudas frutíferas.....	24
<b>4 CAPITULO I: BIOMETRIA E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh</b> .....	27
4.1 Resumo.....	28
4.2 Abstract .....	29
4.3 Introdução .....	29
4.4 Material e métodos .....	31
4.5 Resultados e discussão .....	34
4.6 Conclusões .....	38
<b>5 CAPITULO II: CONSERVAÇÃO, GERMINAÇÃO E CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE <i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh</b> .....	39
5.1 Resumo.....	40
5.2 Abstract .....	41
5.3 Introdução .....	42
5.4 Material e métodos .....	43
5.5 Resultados e discussão .....	45
5.6 Conclusões .....	54
<b>6 CAPITULO III: CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE CAMU-CAMU (<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh)</b> .....	57
6.1 Resumo.....	58
6.2 Abstract .....	59
6.3 Introdução .....	60
6.4 Material e métodos .....	62
6.5 Resultados e discussão .....	64
6.6 Conclusões .....	76
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	77

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A exploração comercial das espécies frutíferas nativas é alternativa promissora para o desenvolvimento social e econômico da região Amazônica. Porém, a baixa produtividade dos pomares tem limitado a expansão dessa atividade na região, visto que, grande parte dos sistemas de produção em uso é desenvolvida empiricamente, necessitando, portanto, de tecnologias que possibilitem o aumento da produtividade, atrelado à sustentabilidade e a rentabilidade econômica. Essas tecnologias envolvem aspectos ligados ao manejo de culturas e produção de mudas para a multiplicação e posterior distribuição aos produtores. Neste contexto, é imprescindível que estudos na área de propagação sejam realizados no sentido de elucidar diversos problemas inerentes à produção de mudas.

A semente é um fator fundamental no processo de produção de mudas, além de representar um baixo custo no valor final de produção. Para assegurar o baixo custo e o sucesso de produtividade, é necessário conhecer características inerentes às sementes, como pureza genética, vigor e germinabilidade. Por esta razão, ao se aplicar técnicas de avaliação de sementes é importante que estas permitam a obtenção de resultados rápidos e confiáveis.

É essencial buscar o entendimento de como as variáveis ambientais afetam os processos germinativos (TAKAHASHI et al., 2006) e a influência destes sobre o armazenamento das sementes, necessitando de métodos capazes de conservar a qualidade das sementes (NASCIMENTO et al., 2006; SANTOS; PAULA, 2007).

A biometria de sementes vem sendo utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN; BASKIN, 1998), estando relacionada à característica de dispersão e estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993). O tamanho das sementes vem sendo estudado com o intuito de identificar diferenças na qualidade fisiológica e durante o período de armazenamento (SANTOS et al., 2005), sendo empregada na multiplicação das diferentes espécies vegetais (ALVES et al., 2005). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), durante a maturação, as sementes crescem até atingir o tamanho característico da espécie.

O fósforo é crítico no metabolismo da planta, desempenhando um papel na transferência de energia celular, na respiração e na fotossíntese (USADA; SHIMOGAWARA, 1993). O fósforo é componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos e de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios. Por conseguinte, uma quantidade adequada de P é essencial desde as primeiras fases de crescimento da planta.

Limitações na disponibilidade de P na fase inicial de crescimento resultam em restrições no crescimento da cultura, a partir da qual a planta não irá recuperar, mesmo quando o abastecimento de P é aumentado para níveis adequados (SCAIFE; SMITH, 1973).

Muitas sementes de espécies nativas ainda carecem de informações referentes às suas condições ideais de germinação e armazenamento (SANTANA; CARVALHO, 2006; STEFANELLO et al., 2006). As Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009), estabelecem metodologias para avaliação da qualidade física, fisiológica, genética e sanitária das sementes de diversas espécies. Entretanto, essas recomendações restringem-se apenas às espécies de maior valor agrícola, como os grãos, que em geral, estão associadas à produção de sementes certificadas e fiscalizadas, relegando espécies que apresentem grande potencial de utilização, como as frutíferas, à segundo plano.

O presente trabalho contempla o estudo da espécie nativa da região amazônica, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, popularmente conhecida como camu-camu, caçari, aração-d'água e azedinho (CAVALCANTE, 1988). É uma planta arbustiva que pode alcançar até 8m de altura, pertencente à família Myrtaceae. A espécie está disperso em quase toda a Amazônia sendo encontrado em estado silvestre nas margens dos rios e lagos e, em ambiente natural, estabelece-se às margens de rios, igarapés e lagos de águas escuras e ácidas (ZANNATA, 2004). Sua distribuição geográfica é limitada aos cursos dos rios estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru com a denominação de camu-camu (CARVALHO, 2012).

A crescente demanda por produtos saudáveis tem contribuído para importância deste fruto como alimento, devido ao seu elevado teor de vitamina C, que variam de 1.882 a 6.602 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa (RUFINO et al., 2010; GRIGIO, 2013), o que é superior ao encontrado na grande maioria dos frutos, despertando o interesse de setores farmacológicos, cosméticos e alimentícios. É a maior fonte natural de ácido ascórbico e ácido cítrico que se conhece, por isso torna-se é um poderoso antioxidante (SMIDERLE, 2009).

Devido à existência de lacunas no conhecimento dos mecanismos envolvidos nos processos fisiológicos da espécie *Myrciaria dubia*, espera-se com este trabalho ter um melhor entendimento dos aspectos associados aos processos de germinação, conservação e crescimento inicial das mudas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Estudar a biometria e conservação de sementes de camu-camu e a influência do fósforo no crescimento inicial das mudas.

### **2.2. Objetivos específicos**

Determinar as características biométricas, físicas e o vigor de sementes de camu-camu;

Avaliar a conservação e germinação de sementes de camu-camu, bem como caracterizar a curva de absorção de água das sementes classificadas por tamanho;

Avaliar o crescimento inicial de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo em diferentes épocas de aplicações.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Camu-camu

O camu-camu é classificado botanicamente como sendo uma planta fanerógama, do subtipo angiosperma, classe dicotiledônea, ordem Myrtales, classe Myrtaceae, gênero *Myrciaria* e espécie *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (RIBEIRO et al., 2002), é popularmente conhecida como aração-dágua, azedinho, camocamo e caçari (GUTIERREZ, 1969; FERREIRA, 1986; SMIDERLE; SOUSA, 2008).

Sua área de ocorrência natural é a região amazônica, crescendo naturalmente às margens de rios, córregos, igarapés e lagos (MAEDA, 2007). Na Amazônia peruana, a maior concentração de variedades de populações naturais pode ser encontrada, principalmente, ao longo dos rios Ucayali, Nanay, Napo, Putumayo e seus afluentes, estendendo sua distribuição na bacia do alto e médio Orinoco na Venezuela e para Colômbia. No Brasil, sua distribuição é desde o Estado do Pará, nos cursos dos Rios Tocantins e Trombetas, na Amazônia Central, Rios Javari, Madeira e Negro e no Estado de Roraima, nos municípios de Amajari, Boa Vista, Bonfim, Cantá, Caracará, Caroebe, Normandia e Rorainópolis (RODRIGES et al., 2001; VASQUEZ-CAICEDO, 2005; SMIDERLE; SOUSA, 2008; CARVALHO, 2012).

Em região de ocorrência natural da *Myrciaria dubia*, as precipitações pluviárias anuais variam de 1500 a 3000 mm e a umidade relativa do ar é de 78 a 82 %. Elas crescem principalmente em solos aluviais de textura argilo-silicosa, com pH entre 5,0 e 6,5. Em terra firme adapta-se a solos pobres e ácidos, com pH entre 4,0 e 4,5 (PINEDO, 2002).

A planta é um arbusto, com profundas raízes e grande número de capilares absorventes. Alcança de 3 a 8 metros de altura, podendo apresentar várias ramificações. Pode assumir diversas formas, como o tipo taça, com um caule principal e muitos ramos secundários, que é a mais apropriada para produção de frutos, ou de vários caules com muitos ramos secundários. Seu tronco pode atingir 15 cm de diâmetro, possuindo superfície lisa e descasca-se naturalmente em períodos de seca. O caule apresenta consistência dura, porém flexível, sendo necessário o tutoramento das plantas quando carregadas de frutos, a fim de evitar a quebra dos ramos por excesso de peso. As folhas são simples e opostas, de forma ovalada, elípticas ou lanceoladas, com 3 a 10 cm de comprimento e 1,5 a 4,5 cm de largura. As flores podem se apresentar individualmente ou em forma de inflorescência, e são encontradas nas axilas das folhas, em toda a extensão dos ramos superiores (RODRIGES et al., 2001; YUYAMA et al., 2010).

O camu-camu é fruto bacáceo, globoso, de superfície lisa e brilhante, podendo apresentar coloração verde-pálido quando imaturo e, quando maduro, variando do vermelho-escuro a púrpuro-negro. O mesocarpo é carnoso (gelatinoso) e esbranquiçado, de sabor cítrico; 1 a 4 cm de diâmetro e massa média de 8,4 g (RODRIGUES et al., 2001; YUYAMA, 2011; MAEDA et al., 2006), e densidade relativa entre 1,026 q 1,030 g mL<sup>-1</sup>(ZAPATA; DUFOUR, 1993).

Os frutos do camu-camu são aproveitados para preparação de sucos, geleias, bebidas alcoólicas, sorvetes entre outros (YUYAMA et al., 2002a; MAEDA; ANDRADE, 2003). A principal propriedade do camu-camu é o elevado teor de vitamina C, em torno de  $6.112 \pm 137,5$  de ácido ascórbico 100<sup>-1</sup> g de polpa, superior à maioria das plantas cultivadas (YUYAMA et al., 2002a). A utilização dos frutos desperta interesse para os diversos setores industriais farmacológicos, de cosméticos e alimentícios, como conservantes naturais, sorvetes, sucos, geleias, vinhos, corantes naturais (YUYAMA et al., 2002a) e bebidas alcoólicas (MAEDA; ANDRADE, 2003; VILLACHICA et al., 1996). A casca do camu-camu também pode ser aproveitada, pois apresentam potencial relevante como fonte de fibra alimentar, sendo mais uma opção na alimentação dos povos amazônicos (YUYAMA et al., 2002b).

Para Kvist et al. (2001), o camu-camu é um fruto que agrega valor à espécie, pois é bastante consumido e apreciado pela população da Amazônia Peruana, sendo importante para os setores da medicina, comércio e alimentação humana, onde ocorre o consumo anual médio de 15 kg por pessoa. O camu-camu tem despertado interesse devido seus compostos bioativos e atividade biológica de ação antioxidante. Os compostos fenólicos presentes no camu-camu apresentam capacidade antioxidante do plasma, redução da peroxidação lipídica, reverter o alto colesterol total e triacilgliceróis, bem como aumentar o HDL-colesterol (GONÇALVES, 2012). É um limpador potencial de radicais livres e fortalece o sistema imunológico: é uma rica fonte de fibra, e contém antocianinas, que são antioxidantes potentes (ZANATTA et al., 2005.); contém níveis significativos de potássio, cálcio, vitamina A, glucose, frutose, amido, pectina, fósforo e azoto (SILVA et al., 2006; AKACHI et al., 2010). Estas propriedades têm despertado interesses econômicos e científicos dos importadores no Japão, Europa e EUA (CASTAÑEDA et al., 2008; GENOVESE et al., 2008).

As sementes de camu-camu, presentes em números de uma a quatro por fruto, são recalitrantes (PICÓN-BAOS et al., 1987; FERREIRA; GENTIL, 2003), com formato



reniforme, planas, medindo de 8,00 a 11,00 mm de comprimento e de 5,5 a 11,00 mm de largura, cobertas por uma lanugem branca e rala, de menos de 1,00 mm de comprimento; apresenta massa em torno de 0,75 g (SILVA; ANDRADE, 1997; SUGUINO et al., 2001). A germinação é do tipo hipógeo, tendo o amido como sua principal reserva energética (SOARES et al., 2012).

As sementes de camu-camu apresentam grau crítico de umidade em torno de 37% e 46% e perdem a viabilidade com a redução do grau de umidade a valores iguais ou inferiores a 19%, sendo a sensibilidade à dessecação um dos fatores relacionados à conservação desta semente (CALZADA BENZA, 1980; GENTIL; FERREIRA, 2000; GENTIL; FERREIRA, 2002; FERREIRA; GENTIL, 2003). A água participa ativamente dos processos metabólicos e confere estabilidade estrutural às membranas e às proteínas (SUN; LEPOLD, 1997 *apud* CHAGAS et al., 2012). Já o período de embebição das sementes exerce influência na germinação pela manutenção da viabilidade e vigor (FERREIRA; GENTIL, 2003).

### **3.2. Caracterização de sementes**

#### **3.2.1 – Biometria de sementes**

A biometria de sementes vem sendo utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN; BASKIN, 1998), estando relacionada à característica de dispersão e estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993).

O tamanho das sementes vem sendo estudado com o intuito de identificar diferenças na qualidade fisiológica e durante o período de armazenamento (SANTOS et al., 2005), sendo empregada na multiplicação das diferentes espécies vegetais (ALVES et al., 2005). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), durante a maturação, as sementes crescem até atingir o tamanho característico da espécie. Porém, dentro da mesma espécie, existem variações individuais devido às influências durante o desenvolvimento da semente e da variabilidade genética (TURNBULL, 1975).

Sementes de maior tamanho têm sido correlacionadas com maiores taxas de crescimento inicial da plântula, pois aumenta a probabilidade de sucesso durante o seu estabelecimento, devido ao rápido crescimento da parte aérea e da raiz possibilitar à planta realizar fotossíntese e aproveitar as reservas hídricas e nutricionais do solo (ALVES et al., 2005).

Em geral, as sementes de maior tamanho foram bem mais nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embrião bem formado e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, portanto, mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). De acordo com Haig e Westoboy (1991), a maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso de estabelecimento da plântula, possibilitando a sobrevivência desta em condições ambientais desfavoráveis por maior tempo.

Em muitas espécies, o tamanho da semente é indicativo de sua qualidade fisiológica, assim, dentro do mesmo lote as sementes menores apresentam menor vigor e emergência que as sementes maiores (POPINIGIS, 1985). No entanto, Vanzolini e Nakagawa (2007) relataram que geralmente as sementes menores germinam mais rapidamente, porém as sementes maiores originam plântulas de maior tamanho e massa.

Tendo em vista encontrar a classe de tamanho ideal para a multiplicação das diferentes espécies vegetais, a biometria tem sido empregada para determinação de qualidade fisiológica e germinação, entretanto, os resultados têm divergido bastante, mesmo se tratando de sementes da mesma espécie (FRAZÃO et al., 1983).

Biruel et al. (2010) constatam que sementes maiores de *Caesalpinia leiostachya* apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação. Resultados diferentes dos relatados por Queiroga et al. (2010), que, estudando sementes de amendoim, constataram que sementes menores apresentam maior porcentagem de germinação.

Pivetta et al. (2008) concluíram que para *Archontophoenix cunninghamii* o tamanho da semente não influenciou tanto para porcentagem de germinação como índice de velocidade de germinação.

Vendramin e Carvalho (2013) concluíram que sementes de tamanho distinto apresentaram o mesmo e elevado percentual de germinação, sendo que as sementes pequenas foram as mais viáveis e as sementes médias e grandes originaram plântulas mais vigorosas.

### **3.2.2 - Teor de água**

Determinações periódicas do teor de água das sementes entre a colheita e a comercialização permitem identificar problemas que, porventura, ocorram ao longo das diferentes fases do processo de germinação, possibilitando com isso, adotar medidas adequadas para a sua solução (MARCOS FILHO et al., 1987).

A água propicia intensificação da atividade respiratória da semente, consumindo suas reservas nutritivas. Como consequência, libera calor tornando o ambiente de armazenamento propício ao aparecimento de agentes patogênicos (FIGLIOLIA et al., 1993). As sementes ortodoxas com alto teor de água tendem a perder a viabilidade mais rapidamente e as sementes recalcitrantes não permitem a diminuição do teor de água, precisando ser manejadas corretamente.

A umidade e a temperatura são fatores preponderantes no armazenamento de sementes. A longevidade é prolongada quando a semente é armazenada com baixo teor de água e temperatura. Entretanto, essa regra não se aplica as espécies recalcitrantes, cujas sementes requerem alto teor de água para seu acondicionamento, como é o caso de *Hevea brasiliensis*, *Theobroma cacao*, *Carapa* sp., *Virola surinamensis*, *Inga uruguensis*, *Araucaria angustifolia* e *Euterpe edulis*, entre outras (FIGLIOLIA et al., 1993).

Nas sementes recalcitrantes, a verificação do teor de água é essencial à manutenção da qualidade fisiológica, principalmente durante a etapa de secagem, até ser atingido o teor de água de segurança, abaixo do qual a viabilidade e/ou vigor começam a serem afetados negativamente. No caso das sementes de camu-camu, Gentil e Ferreira (2000) verificaram que o grau de umidade letal é em torno de 19%.

### **3.2.3 – Embebição de sementes**

Para avaliar a qualidade de determinado lote de sementes em laboratório é necessário dispor de um padrão de germinação para a espécie, tendo em vista que sementes com características distintas tenham desempenho fisiológico e germinativo diferenciado (WIELEWICKI et al., 2006). Dessa forma, pesquisas que contribuam para a geração de conhecimentos técnicos de espécies nativas, bem como métodos para padronização dos testes de vigor e germinação são essenciais para avaliar a qualidade de acordo com Abdo e Paula (2006). Entretanto, os testes são realizados de acordo com as prescrições das RAS (BRASIL, 2009), as quais nem sempre são adequadas à determinadas espécies, dadas as grandes variações morfológicas, fisiológicas e na composição química das sementes e/ou unidades de dispersão existentes entre as espécies florestais (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

Segundo Marcos Filho (2005) e Andrade et al. (2006), a germinação das sementes inicia-se com a hidratação, que é o mecanismo de absorção de água e apresentam um padrão trifásico (BEWLEY; BLACK, 1994).

O processo de embebição de água pela semente desencadeia uma sequência de mudanças metabólicas que culminam com a protrusão da radícula, quando se refere às sementes viáveis não dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Na primeira fase, denominada embebição, ocorre um tipo especial de difusão, provocada pela atração mútua das moléculas de água e a superfície matricial, sendo esta fase muito rápida, pois existem grandes diferenças entre o potencial de água da semente e do substrato (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Castro e Hilhorst (2004), a primeira fase deste processo é puramente física e depende somente da ligação da água à matriz da semente, ocorrendo em qualquer material, morto ou vivo que contenha sítios de ligação ou afinidade pela água, exceto em caso de tegumento impermeável. Já a segunda fase, caracteriza-se pela total hidratação das sementes, havendo estabilização que ocorre em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão. Nesta fase, a semente absorve água lentamente e o eixo embrionário ainda não consegue crescer. Com a retomada de crescimento do eixo embrionário, na fase III, ocorre aumento no grau de umidade das sementes e a protrusão da radícula.

A caracterização da curva de absorção de água das sementes torna-se importante, com suas fases de entrada de água, contribuindo para o entendimento do processo germinativo, relacionada tanto a estudos de permeabilidade de tegumento, como na determinação da duração de tratamentos pré-germinativos com reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação em sementes (ALBUQUERQUE et al., 2000; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Contudo, o tempo de duração de cada etapa depende de propriedades inerentes às sementes de cada espécie e das condições térmicas e hídricas durante a hidratação (VERTUCCI, 1989). Em via contrária à embebição, a secagem para sementes recalcitrantes a níveis baixos pode impedir a germinação. Como todo material biológico, as sementes apresentam a água como constituinte fundamental que, dependendo da quantidade, afeta diversos processos a ela inerentes.

De acordo com Gentil e Ferreira (2002), os resultados das determinações do grau de umidade de sementes de camu-camu podem ser influenciados, em parte, pelo fator genético, por se tratar de uma espécie ainda em fase de domesticação. Dependendo do estágio de

desenvolvimento considerado, as sementes apresentam diferentes requerimentos de água. Assim, no início da formação a exigência é alta, reduz-se gradualmente durante a maturação e acentuadamente após a maturidade fisiológica para a maioria das espécies.

O processo de secagem é consequência do potencial hídrico da atmosfera ser inferior àquele presente nas sementes, fazendo com que a passagem de água ocorra, predominantemente, no sentido semente-atmosfera, levando aquela a buscar um ponto de equilíbrio higroscópico representado por um teor de água inferior ao existente originalmente. Nem sempre as sementes apresentam, na colheita, teores de água adequados ao seu beneficiamento e armazenamento, razão pela qual a secagem é considerada uma operação valiosa no processo de obtenção de sementes (COPERLAND; Mc DONALD, 1985).

### **3.3. Vigor de sementes**

A definição de vigor de sementes tem sido um dos aspectos mais discutidos pelos tecnologistas de sementes do mundo todo (VIEIRA; CARVALHO, 1994). Segundo Basra (1995), o vigor das sementes é responsável pela germinação rápida e uniforme, pela longevidade (período em que a semente se mantém viável), pela boa emergência no campo e pela habilidade para se desenvolver sob diversas condições de campo, considerando que o processo de deterioração está diretamente relacionada com a perda do vigor. As sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento em função de apresentarem maior capacidade de transformações em suprimento de reservas de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987; Marcos Filho, 1994).

Os testes de vigor foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar diferenças de vigor entre lotes de sementes, as quais não são possíveis de se detectar com a utilização do teste de germinação. O vigor é uma característica genética e fisiológica da semente que se manifesta através de respostas como velocidade, total de germinação, e crescimento das plântulas. A deterioração e a sua velocidade estão intimamente relacionadas com o vigor. Na maturação fisiológica ocorre o ponto de máximo vigor e máxima germinação e, também, o ponto no qual a deterioração é mínima, sendo a partir da maturação fisiológica que se inicia o processo de deterioração (HARRINGTON, 1972).

A germinação e a emergência de plantas no campo são reflexos da qualidade fisiológica da semente. Para Schumacher et al. (2002), as sementes, uma vez colhidas e

beneficiadas, necessitam de análise de suas qualidades para avaliar o potencial na produção de mudas. A causa de falhas na emergência é frequentemente atribuída ao baixo vigor associado ao processo de deterioração das sementes (ROSSETTO et al., 1997).

A análise de sementes é de fundamental importância na medida em que fornece parâmetros que expressam as qualidades física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento (FIGLIOLIA, 1993). Procura-se relacionar o vigor com a velocidade de germinação, à uniformidade de emergência e o vigor da plântula resultante (VIEIRA et al., 1994). Diferentes testes e várias características da semente devem ser utilizados para avaliar o vigor, que esta diretamente relacionados às condições ambientais e ao desempenho destas em campo (MARCOS FILHO, 1999).

Alguns testes de vigor podem ser realizados conjuntamente com o teste de germinação. Dentre eles, esta a primeira contagem, realizada para facilitar a condução do teste, pois no processo de deterioração da semente, a velocidade da germinação é um dos parâmetros a ser afetado primeiramente (MARTINS et al., 2002). Segundo Nakagawa (1999), lotes que apresentam maior percentagem de plântulas normais, na data da primeira contagem, podem ser considerados mais vigorosos.

Os testes são baseados no desempenho das plântulas e podem ser realizados em laboratório, sob condições controladas, de acordo com a classificação de McDonald, (1975 apud KRYZYZANOWSKI et al., 1999). A determinação do peso da matéria seca é uma maneira de avaliar o crescimento da planta, conseguindo-se determinar, com certa precisão, a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário. As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas com maior peso (KRYZYZANOWSKI et al., 1999). Amostras de sementes que originam plântulas com maiores valores de comprimento de parte aérea e peso de matéria verde ou seca, num mesmo período de tempo, são consideradas mais vigorosas (AOSA, 1983).

#### **3.4. Conservação de sementes**

A conservação da semente de camu-camu durante armazenamento é afetada pela sensibilidade destas à dessecação (GENTIL; FERREIRA, 2000). Assim, é sugerida a manutenção de níveis elevados do grau de umidade das sementes pelo armazenamento em

água (ENCISO NARAZAS, 1992) ou em embalagem de polietileno a 20 °C após secagem natural à sombra (FERREIRA; GENTIL, 2003). Segundo Yuyama et al. (2011) sementes de camu-camu armazenadas submersas em água obtiveram maior porcentagem de germinação em menor tempo, e durante todo período de armazenamento apresentaram maior índice de velocidade de germinação.

A longevidade das sementes armazenadas é influenciada principalmente pelos fatores: qualidade inicial, teor de água, tempo decorrido entre colheita e o armazenamento, tratamentos fitossanitários e térmicos aplicados, tipo de embalagem, temperatura de armazenamento e umidade relativa de armazenamento (HONG; ELLIS, 2003).

Estudo realizado por Leonhardt et al. (2010), com sementes de *Myrcia glabra* e *Myrcia palustris*, mostraram que, em condições adequadas, é possível preservar a qualidade inicial das sementes das duas espécies por aproximadamente quatro meses, possibilitando ainda estender a longevidade durante pelo menos cinco meses em *M. glabra* e seis meses em *M. palustris*. De igual modo, as variáveis de vigor comportaram-se de maneira semelhante com o aumento do período de armazenamento.

E quando se leva em consideração o teor de água das sementes recalcitrante, a redução do teor de água de 48 para 43%, não afeta imediatamente o desempenho fisiológico das sementes, porém, abaixo de 43%, o progresso da dessecação tende a agravar prejuízos de tal forma, que a partir de 18% o desempenho é totalmente anulado (GENTIL et al., 2004).

### **3.5. O fósforo**

#### **3.5.1 - Importância do fósforo**

O fósforo (P) participa de vários processos metabólicos nas plantas, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação do N<sub>2</sub> (VANCE et al., 2003). Entretanto, a interação do P com outros constituintes do solo, como Al, Fe e Ca, sua ocorrência em formas orgânicas e sua lenta taxa de difusão na solução do solo tornam o P o nutriente menos prontamente disponível na rizosfera. Mesmo quando é aplicado o fertilizante, a maior parte do P adicionado é adsorvida em colóides do solo, tornando-se com o tempo não disponível dado a formação de compostos de baixa solubilidade. Além disso, o suprimento mundial de P para a fabricação de fertilizantes

constitui um recurso natural não renovável, exigindo aproveitamento consciente desse nutriente para garantir a sustentabilidade da agricultura nos moldes atuais (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

Os processos que propiciam o aumento da absorção de P incluem o maior crescimento radicular associado a mudanças na arquitetura radicular, a expansão da superfície radicular pela proliferação de pelos radiculares e associação com fungos micorrizos, maior produção e excreção de fosfatases, a exsudação de ácidos orgânicos e um estímulo a expressão dos transportadores de P (VANCE et al., 2003).

O P tem participação essencial no metabolismo do N, com o qual interage de forma sinérgica, em que ambos os nutrientes, em doses adequadas, promovem aumentos na produção vegetal, maiores do que aqueles obtidos com aplicação de cada nutriente isoladamente (SHUMAN, 1994).

O fósforo é um importante macro nutriente da planta, constituindo-se cerca de 0,2% do peso seco de uma planta. É um componente de moléculas-chave, tais como ácidos nucleicos, fosfolipídios e ATP, e, conseqüentemente, as plantas não podem crescer sem um suprimento confiável de este nutriente. Também está envolvido no controle das reações de enzimas-chave e na regulação de vias metabólicas (THEODOROU; PLAXTON, 1993). O fósforo é o segundo macronutriente mais frequentemente limitante para o crescimento das plantas.

A adubação fosfatada é um contributo muito importante na produção agrícola, como muitos solos carecem de P suficiente para otimizar a produção de culturas (NYBORG et al., 1999). A gestão eficaz de nutrientes requer que os nutrientes estejam disponíveis para a planta em quantidade adequada quando requerida pela cultura. Assegurar que o P e demais nutrientes estejam disponíveis para a planta no início da estação de crescimento é de suma importância.

O fósforo é crítico no metabolismo da planta, desempenhando um papel na transferência de energia celular, na respiração e na fotossíntese (GLASS et al., 1980; OZANNE 1980; USADA; SHIMOGAWARA, 1993). A energia da luz absorvida pela clorofila durante a fotossíntese é armazenada em adenosina-trifosfato (ATP) e serve como fonte primária de energia para realização dos processos biológicos. O fósforo é também um componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos e de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios. Por conseguinte, uma quantidade adequada de P é essencial



desde as primeiras fases de crescimento da planta. Limitações na disponibilidade de P na fase inicial de crescimento resultam em restrições no crescimento da cultura, a partir da qual a planta não irá recuperar, mesmo quando o abastecimento de P é aumentado para níveis adequados (SCAIFE; SMITH, 1973).

### 3.5.2 - Uso do fósforo em mudas frutíferas

Um substrato deficiente em fósforo ocasiona menor crescimento das raízes e da parte aérea, sendo necessária a adubação com fertilizantes fosfatados (YEAGER; WRIGHT, 1984). O fósforo proporcionou as mudas de maracujazeiro-amarelo excelentes respostas, tanto no nível radicular como da parte aérea.

Mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) também tiveram seu crescimento influenciado positivamente pelo aumento de doses de P (CECONE, 2006). Outro exemplo é o palmitheiro (*Euterpe edulis*) que obteve incremento no crescimento inicial com o aumento das doses de P (LIMA et al., 2008). No tamarindo, foi verificada uma interação significativa para o comprimento médio da parte aérea para doses de ureia e superfosfato simples, estimando-se dose de 0,8 kg m<sup>-3</sup> de ureia com 10,0 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato simples promoveram um maior crescimento nas mudas (SOUZA et. al., 2007).

A adubação fosfatada contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento de mudas de umbuzeiro, o que pode antecipar a formação de porta-enxertos para algumas fruteiras do gênero *Spondias* (MELO et. al., 2005). Segundo Welter et al. (2011), mudas de camu-camu apresentaram melhores características morfológicas quando aplicado 4,17 e 8,33 g kg<sup>-1</sup> de pó de basalto com a granulometria de 0,05 mm, devido a maior disponibilidade de nutrientes fornecido por este.

Pesquisas relacionadas com o camucamuzeiro e a adubação orgânica ainda são escassas. Castro e Yuyama (2004) avaliaram o efeito da adubação orgânica (esterco curtido) e mineral (superfosfato triplo, cloreto de potássio e ureia) sobre o desenvolvimento de mudas de camucamuzeiro. Esses autores verificaram que a aplicação de 86 g de esterco parcelada em duas vezes (43 g cada) com intervalo de 30 dias favorece o desenvolvimento das mudas de camucamuzeiro, ao contrário da adubação mineral, que não proporcionou um bom desenvolvimento.

## **CAPITULO I: BIOMETRIA E VIGOR DE SEMENTES DE *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh**

**RESUMO** – O camu-camu tem despertado interesse dos diversos setores industriais farmacológicos, cosméticos e alimentícios, como conservantes naturais, sorvetes, sucos, geleias, vinhos, corantes naturais, entretanto, poucas são as informações técnicas sobre a cultura nas condições do Estado de Roraima. Assim, objetivou-se com este trabalho determinar as características biométricas, físicas e o vigor de sementes de camu-camu. Foram utilizadas sementes originárias de populações nativas do estado de Roraima. Após a limpeza das sementes foi determinada a biometria por meio do comprimento, largura, espessura, volume, massa individual da semente, massa de mil sementes e o número de sementes por quilograma. Os dados foram analisados em planilha Excel e calculados a média, mediana, variância e desvio padrão e classificadas por tamanho em pequenas, médias e grandes em função da massa. O vigor foi determinado por meio da avaliação do teor de água, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, altura da planta e diâmetro do caule, com delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Os resultados médios para largura, espessura, comprimento, massa individual, volume, massa de mil sementes e número de sementes por quilo foram respectivamente: 12,04 x 5,54 x 15,54 mm, 0,79 g, 1035,77 mm<sup>3</sup>, 734,27 g e 1 362 para sementes pequenas; 12,90 x 6,11 x 17,42 mm, 1,11 g, 1371,98 mm<sup>3</sup>, 943,67 g e 1061 para sementes médias; 14,42 x 6,74 x 19,14 mm, 1,45 g, 1859,47 mm<sup>3</sup>, 1213,70 g e 825 para sementes grandes. O tamanho das sementes apresenta correlação direta com o vigor, pois as sementes grandes apresentaram maior vigor.

**Palavra-chave:** fruticultura, camu-camu, classe de tamanho, caracterização biométrica, teor de água, velocidade de emergência

## **BIOMETRICS AND SEED VIGOR *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh**

**ABSTRACT** –The camu-camu has aroused the interest of many pharmacological, cosmetic and nutritional industries as natural preservatives, ice cream, juice, jelly, wine, natural dyes, however, there is little technical information about the culture conditions in the State of Roraima . Thus, the objective of this work was to determine the biometric, physical characteristics and seed vigor of camu-camu. Seeds originating from native populations of the state of Roraima were used. After cleaning the seeds biometrics was determined using the length, width, thickness, volume, mass of the individual seed, thousand seed mass and the number of seed per kilogram. The data were analyzed in Excel spreadsheet and calculated the averad, median, variance, standard deviation and classified by size into small, medium and large based on the mass. The force was determined by evaluating the water content, electrical conductivity, seedling emergence, speed of emergence index, plant height, stem diameter, with completely randomized design with four replications of 25 seeds design. The average results for width, thickness, length, individual mass, volume, weight of thousand seeds and number of seeds per pound were respectively: 12.04 x 15.54 x 5.54 mm, 0.79 g, 1035.77 mm<sup>3</sup>, 734.27 g and 1362 for small seeds; 12.90 x 17.42 x 6.11 mm, 1.11 g, 1371.98 mm<sup>3</sup>, 943.67 g and 1061 for medium seeds; 14.42 x 19.14 x 6.74 mm, 1.45 g, 1859.47 mm<sup>3</sup>, 1213.70 g and 825 for large seeds. The seed size has direct correlation with the force, because the large seeds have higher force.

**Key word:** fruit growing, camu-camu, class size, biometric characterization, water content, rate of emergency

## INTRODUÇÃO

O camu-camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, é uma planta frutífera da família Myrtaceae, popularmente conhecida como aração-d'água, azedinho, camocamo e caçari (GUTIERREZ, 1969; FERREIRA, 1986; SMIDERLE; SOUSA, 2008). Sua área de ocorrência natural é a região amazônica, crescendo naturalmente às margens de rios, córregos, igarapés e lagos (MAEDA, 2007).

Os frutos do camu-camu são aproveitados para preparação de sucos, geleias, bebidas alcoólicas, sorvetes entre outros (YUYAMA et al., 2002a; MAEDA; ANDRADE, 2003). A principal propriedade do camu-camu é o elevado teor de vitamina C, em torno de  $6112 \pm 137,5$  de ácido ascórbico  $100^{-1}$  g de polpa, superior à maioria das plantas cultivadas (YUYAMA et al., 2002a). A casca do camu-camu apresenta potencial relevante como fonte de fibra alimentar, sendo mais uma opção na alimentação dos povos amazônicos (YUYAMA et al., 2002b). O interesse despertado pelo camu-camu se dá em função de seus compostos bioativos, assim como a atividade biológica de ação antioxidante, que, reduzem a peroxidação lipídica, revertem o alto colesterol total e triacilgliceróis, além de aumentar o HDL-colesterol (GONÇALVES, 2012).

O fruto de camu-camu apresenta de uma a quatro sementes recalcitrantes por fruto (PICÓN-BAOS et al., 1987; FERREIRA; GENTIL, 2003), com formato reniforme, planas, medindo de 8,00 a 11,00 mm de comprimento e de 5,5 a 11,00 mm de largura, cobertas por uma lanugem branca e rala menor que 1,00 mm de comprimento, apresenta massa em torno de 0,75 g (SILVA; ANDRADE, 1997; SUGUINO et al., 2001). Quanto à germinação, é do tipo hipógea, sendo o amido a principal reserva energética destas sementes (SOARES et al., 2012).

A diversidade morfofisiológica é uma resposta às diferentes condições ambientais a que as espécies estão sujeitas, consequência das modificações acumuladas por um período de tempo, resultando em estratégias para a manutenção das próximas gerações (RODRIGUES et al., 2006). Assim, a biometria de frutos e sementes se firma como uma importante ferramenta para diferenciar a intensidade de variação das espécies que se relacionam à fatores ambientais, fornecendo informações para a caracterização dos aspectos ecológicos como o tipo de dispersão, agentes dispersores e estabelecimento das plântulas, além de permitir avaliar o comportamento das populações quando estabelecidas em outro ambiente,

principalmente em espécies que possuem ampla distribuição geográfica e adaptação a diversos ecossistemas (RODRIGUES et al., 2006).

As características das sementes são importantes no estudo de uma espécie por permitir entender a dispersão e o estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993). A classificação de sementes por tamanho ou por peso constitui uma estratégia a ser adotada na uniformização e emergência de plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhantes ou com maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em muitas espécies, o tamanho da semente é indicativo de sua qualidade fisiológica, assim, dentro do mesmo lote as sementes menores apresentam menor vigor e emergência que as sementes maiores (POPINIGIS, 1985). No entanto, Vanzolini e Nakagawa (2007) relataram que geralmente as sementes menores germinam mais rapidamente, porém as sementes maiores originam plântulas de maior tamanho e massa.

Tendo em vista encontrar a classe de tamanho ideal para a multiplicação das diferentes espécies vegetais, a biometria tem sido empregada para determinação de qualidade fisiológica e germinação, porém, os resultados têm divergido bastante, mesmo se tratando de sementes da mesma espécie (FRAZÃO et al., 1983).

Biruel et al. (2010) constatam que sementes maiores de *Caesalpinia leiostachya* apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação. Resultados diferentes dos relatados por Queiroga et al. (2010), que estudando sementes de amendoim, constataram que sementes menores apresentam maior porcentagem de germinação.

Sementes de tamanhos distintos apresentaram o mesmo e elevado percentual de germinação, sendo que as sementes pequenas foram as mais viáveis e as sementes médias e grandes originaram plântulas mais vigorosas (VENDRAMIN e CARVALHO, 2013).

Esta situação ambígua pode ser uma das justificativas para a ocorrência da produção de dois ou mais tamanhos de sementes pela mesma espécie. Em coletas de sementes realizadas em área de ocorrência natural no Estado de Roraima foram observadas variações no tamanho das sementes. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho determinar as características biométricas, físicas e o vigor de sementes de camu-camu.

## MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima. Os frutos de camu-camu utilizados no experimento foram colhidos de plantas nativas localizadas nas margens do Rio Jatapú (0°41.072"N e 59°18.046"W) a 144 m de altitude. Neste local, as plantas se desenvolvem em solo rochoso, sendo que as mesmas são distribuídas ao longo do rio em varias populações e/ou subpopulações no município de Caroebe no Estado de Roraima.

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em embalagens plásticas para evitar danos por esmagamento e cuidadosamente transportados para os laboratórios da Embrapa Roraima, onde foram selecionados quanto à ausência de danos, homogeneizados e higienizados para posterior obtenção das sementes.

### **Obtenção das sementes**

As sementes utilizadas na pesquisa foram obtidas por meio da despolpa dos frutos maduros selecionados. Posteriormente, sucessivas lavagens foram feitas em água corrente, utilizando-se uma peneira para a retirada completa da polpa aderida nas sementes.

### **Caracterização física das sementes**

**a) Biometria de sementes:** com auxilio de paquímetro foram medidos a espessura, comprimento e largura individual de 600 sementes, sendo os resultados expressos em mm. O comprimento foi medido no sentido longitudinal da semente; a largura foi obtida perpendicularmente ao comprimento, considerando-se a face mais larga da semente, o que corresponde à linha mediana das sementes; e a espessura, pela medição também perpendicular ao comprimento, porém, na face menos larga da semente, correspondendo à linha mediana, abrangendo os dois cotilédones. Obtendo-se:

- Volume das sementes (mm<sup>3</sup>): multiplicando-se as três dimensões (largura, comprimento e espessura), sem considerar a forma real da semente.
- Massa individual da semente: obtida por meio da pesagem de cada semente.

Com base nestas medições, as sementes foram separadas em três classes de tamanho (grandes, medias e pequenas).

**b) Massa de 1000 sementes (g):** utilizaram-se seis amostras com 100 sementes para cada classe de tamanho. As amostras foram pesadas em balança analítica de precisão 0,001 e determinadas através de cálculos em “Regra de três”.

**c) Número de sementes por quilograma:** Após determinar a massa de mil sementes (MMS), calculou-se o número de sementes por kg através de cálculos em “Regra de três”.

**d) Teor de água (%):** foi realizado através do método padrão da estufa a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 horas. Foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes, onde cada amostra foi acondicionada em cápsula de alumínio e colocada em estufa. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e alocadas em dessecador para o resfriamento e, posteriormente, pesadas em balança analítica com precisão de 0,001. A porcentagem de teor de água foi calculada com base na diferença entre os pesos úmido e seco, aplicando-se a fórmula proposta pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), tendo o resultado final expresso em porcentagem.

Os dados da biometria foram analisados em planilha eletrônica Excel. Calculou-se a média, mediana, variância e desvio padrão.

#### **Determinação do vigor de sementes pequenas, médias e grandes de camu-camu**

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Roraima, em Boa Vista. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos provenientes das classes de três tamanhos (pequenas, médias e grandes), submetidos a quatro repetições de 25 sementes cada. Sementes com massa entre 0,66 g a 0,84 g foram consideradas pequenas; com massa entre 0,92 g a 1,20 g foram consideradas médias e, com massa entre 1,27 g a 1,60 g foram consideradas grandes. Foram realizadas as seguintes análises:

**a) Teste de condutividade elétrica (CE):** as sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g e, em seguida, imersas em 75 mL de água durante 24 horas, em temperatura constante a  $25^\circ \text{C}$ . Após esse processo, a condutividade elétrica, expressa em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente, foi medida em condutivímetro.

**b) Emergência de plântulas:** o teste de emergência seguiu os procedimentos descritos em Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os ensaios foram realizados em bandejas, contendo, como substrato, 50% de areia + 50% de serragem, umedecido com água até 60% de sua capacidade de retenção, utilizando quatro repetições de 25 sementes, distribuídas a 2,0 cm de profundidade. O teste foi realizado em viveiro com sombrite 50%. Para a avaliação das sementes não germinadas, as mesmas foram retiradas do substrato, cortadas ao meio com tesoura de poda e identificada quanto à viabilidade e senescência.

$$E = (N/A) * 100, \text{ onde:}$$

E = porcentagem de emergência;

N = número de plântulas emergidas;

A = número total de sementes colocadas para emergência.

**c) Velocidade de emergência de plântulas:** Obtido o índice de velocidade, calculado por meio da contagem diária de sementes germinadas, aplicando a fórmula proposta por Maguire (1962), por meio da expressão:

$$VE = (E1 / N1) + (E2 / N2) + \dots + (En / Nn), \text{ onde:}$$

VE = velocidade de emergência de plântulas;

E1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem

N1 = número de dias decorridos até a primeira contagem

E2 = número de plântulas emergidas na segunda contagem

N2 = número de dias decorridos até a segunda contagem

n = última contagem

**d) Altura da planta:** foi avaliada, com auxílio de uma régua graduada, quatro meses após a semeadura (cm). Contabilizado entre o nó cotiledonar e a extremidade do primeiro par de folhas das plântulas normais, que foram identificadas no final do teste de emergência da plântula.

**e) Diâmetro do caule:** avaliado com auxílio de paquímetro digital, quatro meses após a semeadura (mm). Determinada a partir da inserção do cotilédone.

Os dados de teor de água, condutividade elétrica, emergência de plântulas, velocidade de emergência, altura da planta e diâmetro do caule foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos, foi observado que houve significativa diferença em todas as variáveis biométricas das sementes analisadas, sendo possível separá-las, de acordo com seu tamanho, em três classes: pequenas, médias e grandes. Na Tabela 1, são apresentados os dados da variância, desvio padrão, coeficiente de variação e os resultados médios da massa, largura, espessura, comprimento e volume individual das sementes de camu-camu.

**Tabela 1** - Características biométricas de sementes de camu-camu oriundas de populações nativas do Estado de Roraima, classificadas por classe de tamanho

CLASSE	Médias	Variância	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
MASSA (g)				
PEQUENAS	0,79	0,002	0,04	5,65
MÉDIAS	1,11	0,004	0,06	5,90
GRANDES	1,45	0,008	0,08	6,12
LARGURA (mm)				
PEQUENAS	12,04	0,541	0,73	6,11
MÉDIAS	12,90	0,147	0,38	2,97
GRANDES	14,42	0,233	0,48	3,34
ESPESSURA (mm)				
PEQUENAS	5,54	0,065	0,25	4,59
MÉDIAS	6,11	0,213	0,46	7,56
GRANDES	6,74	0,329	0,57	8,51
COMRIMENTO (mm)				
PEQUENAS	15,54	0,620	0,79	5,07
MÉDIAS	17,42	0,206	0,45	2,61
GRANDES	19,14	0,342	0,58	3,05
VOLUME (mm <sup>3</sup> )				
PEQUENAS	1035,77	6144,378	78,38	7,57
MÉDIAS	1371,98	6104,830	78,13	5,69
GRANDES	1859,47	20759,298	144,08	7,75

Os dados biométricos apresentados indicaram que a amostragem foi tomada com precisão dentro da população estudada, uma vez que os valores da variância foram baixos (<1) para todas as características estudadas. Os valores de desvio padrão representados na Tabela 1, indicaram que houve baixa variação amostral para todas as características avaliadas.

Os valores do coeficiente de variação remeteram a baixa variação das variáveis considerando a média das características. Entretanto, observou-se que há variação quando as sementes são classificadas por tamanho.

Sementes de camu-camu nativo do Rio Negro, no estado do Amazonas, apresentaram resultados inferiores para comprimento (14,40 mm a 15,67 mm) e largura (11,27 mm a 12,00 mm) (LEANDRO et al., 2010). Resultados superiores foram encontrados em sementes de camu-camu oriundos da margem do Rio Urubu, na região da Serra da Lua em Roraima, que apresentaram massa variando de 1,10 g a 2,55 g (DONINI et al., 2010). De acordo com Allen e Meyer (1998) apud Gonçalves et al. (2008), espécies com ampla distribuição geográfica podem apresentar diferenças em suas características devido aos efeitos de adaptação e à origem.

A variação no tamanho das sementes pode interferir na sua qualidade fisiológica, a qual ainda é pouco pesquisada em espécies florestais (OLIVEIRA et al., 2009). As três classes de tamanhos das sementes apresentaram diferenças significativas para a massa de mil sementes (MMS) e para o número de sementes por quilo (NSQ), com coeficiente de variação baixo, demonstrando pouca variação dentro de cada tamanho (Tabela 2).

**Tabela 2** – Quadro de resumo da análise de variância e comparação das médias para a massa de mil sementes (MMS) e número de sementes por quilo (NSQ) para sementes de camu-camu oriundas de populações nativas do estado de Roraima, classificadas pelo tamanho

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		MMS	NSQ
TRAT	2	346622,68*	435142,53*
REPETIÇÃO	5	633,44	672,57
Erro	10	1.610.651,55	1.318,23
CV (%)		4,16	3,35
Média geral		963,88	1082,76
CLASSE		Médias	
PEQUENA		734,27g	1.362
MÉDIA		943,67 g	1.061
GRANDE		1.213,70 g	825

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O teor de água inicial das sementes nas diferentes classes de tamanho por época da instalação do experimento foi superior a 35%, apresentando diferenças significativas entre as classes (Tabela 3), entretanto foi inferior ao relatado por Gentil (2003) que obteve umidade

inicial de 48% em sementes de camu-camu. Segundo Marcos Filho (1999) o elevado teor de água das sementes pode favorecer o desempenho destas nos testes, pois as sementes mais úmidas, dentro de certos limites, germinam mais rapidamente.

**Tabela 3** – Quadro de resumo da análise de variância e comparação das médias para teor de água (TA, %), condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), emergência (EMERG, %), velocidade de emergência (VE, índice), altura da plântula (ALT P, cm) e diâmetro do caule (DIAM C, mm) de sementes de camu-camu classificadas por tamanho

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		TA (%)	CE $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$	EMERG (%)	VE	ALT P (cm)	DIAM C (mm)
TRAT	2	14,67*	1,83*	433,33*	0,021*	79,12*	0,599*
REP	3	0,08	0,002	5,55	0,000008	0,131	0,0012
Erro	6	0,29	0,001	5,55	0,000008	0,049	0,0008
Média		37,17	3,27	88,33	0,056	15,61	2,13
CV (%)		1,46	1,11	2,67	5,17	1,42	1,36
CLASSE		Médias					
PEQUENA		35,35 c	3,95 c	80 b	0,01 c	11,30 c	1,71 c
MÉDIA		36,99 b	3,22 b	100 a	0,03 b	15,34 b	2,20 b
GRANDE		39,17 a	2,61 a	85 b	0,14 a	20,18 a	2,48 a

\*- Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As diferentes classes de sementes apresentaram expressivas variações em todas as variáveis analisadas. Constatou-se que os valores de condutividade elétrica são dependentes do tamanho de cada semente. Onde, as sementes grandes, pequenas e médias apresentaram, respectivamente, melhor, menor e intermediária qualidade fisiológica (Tabela 3). De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), os menores potenciais fisiológicos das sementes pequenas são provavelmente devido a menor intensidade de organização dos sistemas de membranas das células.

Os dados obtidos na condutividade elétrica para as sementes pequenas apresentaram correlação negativa com as demais variáveis estudadas, mostrando que o maior valor de condutividade elétrica correspondeu às reduções na porcentagem de emergência e velocidade de emergência de plântulas. Tais resultados corroboram com os verificados na literatura (POWELL, 1986; MARCOS FILHO et al., 1990).

Nas sementes grandes, o menor valor de condutividade elétrica deu-se em função da maior organização dos componentes celulares, visto que, apesar da emergência em campo não diferir estatisticamente das sementes pequenas, apresentaram maior velocidade de emergência, além de mostrarem viabilidade mesmo quando não germinadas, pois as sementes pequenas que não emergiram estavam todas mortas.

É importante salientar que, apesar das diferenças observadas entre os tamanhos das sementes quanto à condutividade elétrica, todas as classes sementes apresentaram valores de CE baixos e de emergência superior ao mínimo estabelecido pelos Padrões de Sementes (BRASIL, 2009).

Quanto à altura da planta e o diâmetro do caule, as sementes maiores promoveram os melhores resultados, seguidas das sementes médias e pequenas, respectivamente. Observou-se uma correlação positiva entre o tamanho da semente e a altura da planta e diâmetro do caule, isto é, sementes maiores originam planta maiores e mais vigorosas. Estes resultados corroboram com Yuyama e Siqueira (1999), os quais concluíram que sementes grandes originam plantas de crescimento mais rápido.

Klein et al. (2007) demonstraram que o tamanho das sementes exerce efeito sobre o processo de emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de pitanga (*Eugenia uniflora* L.), e que as sementes de tamanhos médio e grande apresentam plântulas mais vigorosas.

Alves et al. (2005) salientaram que no geral, as sementes de maior tamanho têm sido correlacionadas com maiores taxas de crescimento inicial de plântulas, o que aumenta a probabilidade de sucesso durante o seu estabelecimento, uma vez que o rápido crescimento de raiz e parte aérea possibilita, à planta, aproveitar as reservas nutricionais e hídricas do solo e realizar a fotossíntese. Popinigis (1985) afirma que o tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica. Assim, dentro do mesmo lote, as sementes pequenas apresentam menor emergência de plântulas e menor vigor do que as sementes de tamanho médio e grande.

## **CONCLUSÕES**

As sementes de camu-camu apresentam ampla variabilidade na sua caracterização física quanto à massa, largura, espessura, comprimento e volume.

A massa de mil sementes e o teor de água é influenciada pelo tamanho, com valores crescendo de forma diretamente proporcional ao tamanho da semente, enquanto o número de sementes por quilo diminui de forma inversamente proporcional.

Sementes médias e grandes originam plantas mais vigorosas.

## **CAPITULO II: CONSERVAÇÃO, GERMINAÇÃO E CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh**

**RESUMO** – A semente é um fator fundamental no processo de produção de mudas e o conhecimento de suas características como vigor e germinação é essencial para buscar o entendimento de como as variáveis ambientais afetam o processo de germinação e a influência destas, sobre o armazenamento das sementes. Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a conservação e germinação de sementes de camu-camu, bem como caracterizar a curva de absorção de água das sementes classificadas por tamanho. As sementes foram obtidas de frutos maduros, e, após os procedimentos de desinfestação, foram classificadas em três classes de tamanho, separadas em função da massa individual. Sementes com massa entre 0,66 g a 0,84 g foram consideradas pequenas; com massa entre 0,92 g a 1,20 g foram consideradas médias e, com massa entre 1,27 g a 1,60 g foram consideradas grandes. Para cada classe de sementes foram caracterizadas a curva de embebição. Posteriormente, instalou-se o experimento para monitoramento da conservação de sementes utilizando sementes classificadas como médias. As sementes foram armazenadas dentro de recipientes de vidro e potes plásticos com água até encher, em laboratório a temperatura ambiente 23 a 25°C e 60-70% UR e em câmara fria a temperatura ambiente 14-16°C e 50-60% UR. Durante os 300 dias, foi realizada a troca da água a intervalos regulares de sete dias. A cada período de armazenamento (0, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 dias), foi retirada de cada recipiente uma amostra de trabalho de 110 sementes e submetidas às seguintes avaliações: teor de água, teste de vigor e índice de velocidade de emergência. O experimento foi conduzido com delineamento em bloco casualizado (DBC) com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelo fatorial 2 x 2 (dois tipos de embalagens x dois ambientes) e, as subparcelas, pelos sete períodos de avaliação. Sementes de camu-camu armazenadas em câmara fria a 15°C no interior de embalagem plástica apresentam maior vigor, medido pela menor condutividade elétrica, e maior velocidade de emergência. Sementes de camu-camu imersas em água, no interior de embalagens plásticas e de vidro, mantidas em câmara fria ou no laboratório mantém o vigor, com emergência acima de 80% por 300 dias de armazenamento.

**Palavra-chave:** fruticultura, camu-camu, armazenamento, qualidade de sementes

## CONSERVATION, GERMINATION AND SEED SOAKING CURVE OF *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh

**ABSTRACT** – The seed is a key factor in seedling production process and the knowledge of its characteristics as vigor and germination is essential to seek the understanding of how environmental variables affect the germination process and their influence on seed storage . This study was conducted to evaluate the conservation and germination of camu-camu, as well as to characterize the water absorption of seeds classified by size. The seeds were obtained from ripe fruit, and after disinfection procedures were classified into three size classes, separated by individual mass. Seeds with mass between 0.66 g to 0.84 g were considered small; with mass between 0.92 g to 1.20 g were considered medium, and with mass between 1.27 g to 1.60 g were considered large. For each class of seeds were characterized the imbibition curve. Subsequently, the experiment was installed to monitor the conservation of seeds using seed classified as medium. The seeds were stored in glass containers and plastic containers filled with water up in the laboratory at room temperature 23 to 25°C and 60-70% relative humidity and temperature chamber at ambient temperature 14-16°C and 50-60% UR. During 300 days, change the water at regular intervals of seven days was performed. For each storage period (0, 30, 60, 120, 180, 240 and 300 days), it was drawn from each container a work sample of 110 seeds and subjected to the following evaluations: water content, vigor test and speed of emergency index. The experiment was conducted in randomized block design (RBD) with split plots with the plots constituted by 2 x 2 factorial (two packaging x two environments) and the subplots, the seven evaluation periods. Camu-camu seeds stored in cold storage at 15°C inside a plastic packaging have greater force, measured by lower electrical conductivity, and greater speed of emergency. Camu-camu seeds immersed in water, in plastic and glass containers, kept in a cold chamber or laboratory maintains the vigor with emergency above 80% for 300 days of storage.

**Key word:** fruis crops, camu-camu, storage, seed quality

## INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh), popularmente conhecida como caçari, aração-d'água ou sarão, é uma planta frutífera da família Myrtaceae, dispersa em quase toda a Amazônia, sendo comumente encontrada, em seu estado natural, às margens dos rios, lagos, em regiões de várzea e igapó, tendo ampla distribuição nas margens dos rios roraimenses nos municípios de Amajari, Boa Vista, Bonfim, Cantá, Caracaraí, Caroebe, Normandia e Rorainópolis. (CARVALHO, 2012; MAEDA et al., 2007). Seus frutos são frequentemente explorados pela população local, mas não em escala comercial (RODRIGUES, 2002).

A comercialização é feita em pequena, escala, em feiras, na região produtora, porém a grande parte é feita em forma de polpa congelada. O fruto é muito pouco conhecido dentro do País, mas é muito procurado pelos japoneses, americanos e europeus, sendo exportados em contêineres refrigerados, em tambor de 200 L. No Japão, a polpa é transformada em bebidas gaseificadas em latas de alumínio e vidros, vinagre, recheio de pão, aperitivo, sorvetes, balas, comprimidos. No Brasil, a empresa de cosméticos Semprebella produziu xampu, modelador, desembaraçante e condicionador, e a empresa Tucuxi, em Manaus, o xarope (YUYAMA, 2011).

A principal propriedade do camu-camu é o elevado teor de vitamina C, em torno de  $6112 \pm 137,5$  de ácido ascórbico  $100^{-1}$  g de polpa, superior à maioria das plantas cultivadas (YUYAMA et al., 2002a). A utilização dos frutos desperta interesse para os diversos setores industriais farmacológicos, de cosméticos e alimentícios, como conservantes naturais, sorvetes, sucos, geleias, vinhos, corantes naturais (YUYAMA et al., 2002a) e bebidas alcoólicas (MAEDA; ANDRADE, 2003). A casca do camu-camu também pode ser aproveitada, pois apresenta potencial relevante como fonte de fibra alimentar, sendo mais uma opção na alimentação dos povos amazônicos (YUYAMA et al., 2002b).

A semente é um fator fundamental no processo de produção de mudas, e representa um baixo custo no valor final de produção. Para assegurar o baixo custo e o sucesso de produtividade, é necessário conhecer características das sementes como vigor e germinação. É essencial buscar o entendimento de como as variáveis ambientais, afetam o processo de germinação (TAKAHASHI et al., 2006) e a influência destas, sobre o armazenamento das sementes, verificando-se métodos capazes de conservar a qualidade das sementes (ALVES;



LIN, 2003; AZEVEDO et al., 2003; CATUNDA et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2006; SANTOS; PAULA, 2007; TORRES et al., 2002).

De acordo com Koster (1991), os métodos atuais de conservação e armazenamento de sementes recalcitrantes são baseados na manutenção do teor de água elevado. A conservação da semente de camu-camu durante armazenamento é afetada pela sensibilidade destas à dessecação (GENTIL; FERREIRA, 2000). Assim é sugerida a manutenção de níveis elevados do grau de umidade das sementes pelo armazenamento em água (ENCISO NARAZAS, 1992) ou em embalagem de polietileno a 20°C após secagem natural à sombra (GENTIL; FERREIRA, 2003). Podendo ser armazenado em sacos de plástico, com umidade de 45 e 56%, durante seis meses (YUYAMA et al., 2011), sendo sua conservação favorecida pela associação do grau de umidade de 43% com a temperatura de armazenamento de 10 °C (GENTIL et al., 2004).

Segundo Marcos Filho (2005) e Andrade et al. (2006), a germinação das sementes inicia-se com a hidratação, que é o mecanismo de absorção de água e apresentam um padrão trifásico (BEWLEY; BLACK, 1994). A caracterização da curva de absorção de água das sementes torna-se importante, com suas fases de entrada de água, contribuindo para o entendimento do processo germinativo, relacionada tanto a estudos de permeabilidade de tegumento, como na determinação da duração de tratamentos pré-germinativos com reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação em sementes (ALBUQUERQUE et al., 2000; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Contudo, o tempo de duração de cada etapa depende de propriedades inerentes às sementes de cada espécie e das condições térmicas e hídricas durante a hidratação (VERTUCCI, 1989).

Dessa forma, pesquisas que contribuam para gerar novos conhecimentos técnicos para diferentes espécies são essenciais (ABDO; PAULA, 2006). Portanto, o estudo da curva de absorção de água pelas sementes de camu-camu contribuirá para caracterizar seu processo de germinação, auxiliando na padronização de testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, podendo ser utilizadas como subsídios para a elaboração de metodologias de osmocondicionamento que possibilitem o aumento da resistência das plântulas a estresses ambientais (CUNHA et al., 2010).

Neste contexto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a conservação pela germinação de sementes de camu-camu, bem como caracterizar a curva de absorção de água das sementes classificadas por tamanho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes e em estufa coberta da Embrapa Roraima de maio de 2013 a abril de 2014.

Os frutos de camu-camu utilizados no experimento foram colhidos de plantas nativas localizadas as margens do Rio Jatapú, coordenadas 0°41'072"N e 59°18'046"W à 144 m de altitude, no município de Caroebe-RR no Estado de Roraima. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em embalagens plásticas para evitar o esmagamento e cuidadosamente transportados para laboratório da Embrapa Roraima, onde foram selecionados quanto à ausência de danos, homogeneizados e higienizados.

As sementes foram obtidas de frutos maduros, por meio de despolpa e lavagem em água corrente, com utilização de peneira. Antes de iniciar os testes laboratoriais, foi realizada a assepsia das sementes por meio de lavagem em água corrente e tratadas com solução de hipoclorito de sódio 0,25% diluído em 100 mL de água por cinco minutos. Em seguida as sementes foram classificadas em três classes de tamanho, separadas em função da massa individual. Sementes com massa entre 0,66 g a 0,84 g foram consideradas pequenas; com massa entre 0,92 g a 1,20 g foram consideradas médias e, com massa entre 1,27 g a 1,60 g foram consideradas grandes.

A caracterização da curva de embebição em sementes de camu-camu foi realizada utilizando três repetições de 10 sementes para cada classe de tamanho, sendo estas pesadas e postas em recipiente contendo água destilada. A cada período pré-estabelecido as sementes foram retiradas da água, secas superficialmente com papel toalha, pesadas em balança de precisão de 0,001g e em seguida colocadas novamente para embeber até a medição seguinte. O nível de absorção foi medido nos seguintes intervalos: 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192 e 216 horas. Ao final de cada período as sementes foram retiradas do recipiente, enxugadas com papel toalha e pesadas, obtendo-se a massa úmida. O teor de água absorvida, em cada tempo, foi calculado pela seguinte expressão:

$$\% \text{ água absorvida} = ((M_f - M_i)/M_f) \times 100, \text{ onde:}$$

Mi: massa inicial das sementes; Mf: massa final das sementes.

O experimento para monitoramento da conservação de sementes foi realizado com as sementes classificadas como médias. Assim, as sementes foram armazenadas dentro de recipientes de vidro e potes plásticos com água até encher, em laboratório a temperatura ambiente 23 a 25°C e 60-70% UR e em câmara fria a temperatura ambiente 14-16°C e 50-60% UR, contendo quantidade de sementes suficiente para fazer as avaliações. Durante os 300 dias foram realizadas a troca da água a intervalos regulares de sete dias, a água estava ainda límpida.

A cada período de armazenamento (0, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 dias), foi retirada de cada recipiente uma amostra de trabalho composta de 110 sementes e submetidas às seguintes avaliações:

**1 - Teor de água (%):** realizado utilizando o método padrão da estufa a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 horas, sendo utilizadas quatro repetições de 10 sementes, que foram acondicionadas em cápsulas de alumínio e colocada em estufa. Após esse período, foram retiradas da estufa, tampadas e colocadas em dessecador para esfriar e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001. O teor de água foi calculado pela diferença entre o peso úmido e seco, aplicando-se a fórmula proposta nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e o resultado final expresso em porcentagem.

## 2 – Teste de vigor

- a) **Condutividade elétrica:** foram utilizadas quatro repetições com 20 sementes, que após pesadas em balança com precisão de 0,0001 g foram colocadas em 75 mL de água deionizada em copos plásticos, onde ficaram 24 horas em germinador e medida a condutividade elétrica dos lixiviados na solução de imersão das sementes utilizando condutivímetro, cujos resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente.
- b) **Emergência de plântulas:** o teste de emergência seguiu os procedimentos descritos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Realizada em canteiro, o substrato utilizado foi 50% de areia + 50% de serragem, umedecida com água correspondente a 60% de sua capacidade de retenção, utilizando quatro repetições de 20 sementes, semeadas a 2,0 cm de profundidade. O teste foi

realizado em casa de vegetação coberta com irrigação automatizada diariamente e desprovida de controles da temperatura e da umidade relativa do ar. A partir do início da emergência realizou-se contagens diárias até verificar estabilização. Para a avaliação das sementes não germinadas, ao final do período, as mesmas foram retiradas do substrato, cortadas ao meio com auxílio de tesoura de poda e identificadas quanto à viabilidade e senescência.

$$E = (N/A) \cdot 100, \text{ onde:}$$

E = porcentagem de emergência;

N = número de sementes emergidas;

A = número total de sementes colocadas para germinar.

**c) Velocidade de emergência de plântulas:** obtido por meio da contagem diária do número de plântulas emergidas, aplicando a fórmula proposta por Maguire (1962), por meio da expressão:

$$VE = (E1 / N1) + (E2 / N2) + \dots + (En / Nn), \text{ onde:}$$

VE = velocidade de emergência de plântulas;

E1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem

N1 = número de dias decorridos até a primeira contagem

E2 = número de plântulas emergidas na segunda contagem

N2 = número de dias decorridos até a segunda contagem

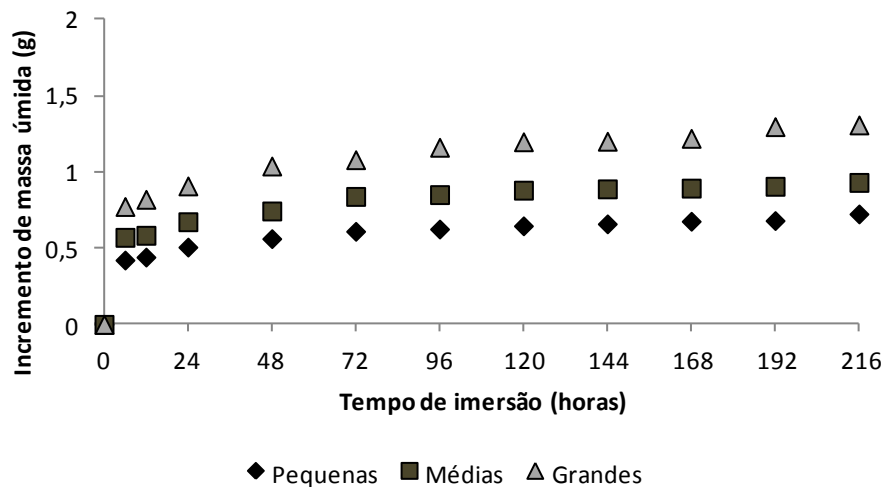
n = última contagem

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos casualizados (DBC) com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelo fatorial 2 x 2 (dois tipos de embalagens x dois ambientes) e, as subparcelas, pelos sete períodos de avaliação. Utilizaram-se quatro repetições com 20 sementes para cada condição de armazenamento. Os resultados obtidos foram comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se a Figura 1, pôde-se constatar que, independente do tamanho, durante o período de avaliação, as sementes tiveram o mesmo desempenho na absorção de água pelas sementes de camu-camu, não se adequando ao padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994). Depois de imersas, as sementes absorveram água rapidamente, alcançando nível de  $\pm 5,50\%$  nas primeiras seis horas (fase I). Observou-se que a inclinação da curva diminui com o

ganho de água. De acordo com Vertucci e Leopold (1983), essa configuração deve-se ao fato de as sementes antes da embebição terem potencial hídrico muito negativo e, quando em contato com a água, a primeira fase é de rápida absorção, pela diferença de potencial existente entre a semente e o meio. O gradiente de umidade diminui com um concomitante declínio na taxa de absorção. Bewley e Black (1994) argumentam que a fase I, denominada embebição, é consequência de potencial matricial e, portanto, processo puramente físico, que ocorre independentemente da viabilidade ou dormência das sementes, desde que não relacionada a impedimentos físicos à entrada de água.



**Figura 1** – Incremento de massa úmida (g) pelas sementes de camu-camu ao longo de 216 horas.

Segundo Villela et al. (2003), os mecanismos bioquímicos e fisiológicos do metabolismo do processo de germinação, iniciados com a embebição e que se estendem até a emissão da raiz primária, variam conforme o nível de hidratação da semente. O processo de hidratação é caracterizado, inicialmente, por rápida absorção de água e acelerado aumento do potencial hídrico do embrião, seguido de redução acentuada na velocidade de hidratação, com reduzida absorção de água.

Posteriormente, observou-se uma absorção lenta, com pouca variação no gradiente de umidade. Nas 210 horas subsequentes as sementes de camu-camu, classificadas por tamanho, absorveram somente aproximadamente 3,50% de água e, até o encerramento na avaliação não foi possível identificar alteração no padrão de absorção para a fase seguinte (Figura 1).

Absorção lenta é característica da fase II e corroboram com a afirmativa Bewley e Black (1994), que discorrem sobre ser esta fase estacionária e ocorrer em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão.

Provavelmente, o baixo nível de absorção de água observado na fase II constitui-se como uma estratégia de sobrevivência da espécie haja vista que o fruto de camu-camu amadurece no período das enchentes dos rios e a dispersão das sementes é endozoocórica, feita principalmente por peixes como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), e pela própria correnteza dos cursos d'água (YUYAMA, 2011; YUYAMA; SIQUEIRA, 1999). Segundo Andrade (2006), por este fato a germinação das sementes de camu-camu não foi influenciada pela embebição.

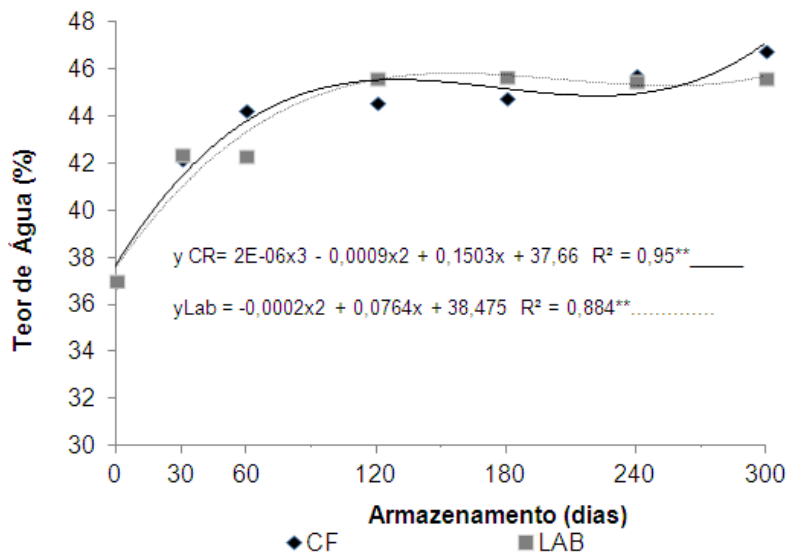
Os resultados do teor de água, condutividade elétrica, emergência de plântulas e velocidade de emergência são apresentados na Tabela 1. A análise dos resultados de teor de água revelou que houve diferenças significativas para o período de armazenamento e a interação entre períodos de armazenamento e os ambientes foram significativos.

**Tabela 1** – Quadro de resumo da análise de variância para teor de água (TA), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas (EMERG) e de velocidade de emergência de plântulas (VE) das sementes de camu-camu armazenadas em diferentes embalagens e ambientes, Roraima, 2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		TA	CE	EMERG	VE
REP	3	0,191675	0,002918	37,202381	0,008218
AMB	1	3,281151	0,208294**	228,571429	0,020901
EMBA	1	1,397322	0,090858**	0,892857	0,009844
AMB*EMBA	1	2,103772	0,95472**	3,571429	0,007072
erro 1	9	1,130518	0,007014	90,972222	0,008525
PERÍODO	6	159,101**	15,290379**	321,354167**	1,512160**
PERÍODO*AMB	6	3,605703**	0,028031**	43,675595	0,006988
PERÍODO*EMBA	6	0,778824	0,039091**	138,913690**	0,011477*
PERÍODO*AMB*EMBA	6	0,792208	0,025664**	81,175595	0,004551
erro 2	72	0,912546	0,003674	38,640873	0,005197
Média		43,47	1,03	90,62	0,71
CV 1 (%)		2,45	8,17	10,52	13,02
CV 2 (%)		2,2	5,91	6,86	10,16

\*\*,\*- Significativo pelo teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade.

Durante o armazenamento, houve variações nos teores de água das sementes, em relação ao teor inicial (Figura 2). As sementes armazenadas em câmara fria apresentaram tendência a se adequarem ao padrão trifásico de absorção proposto por Bewley e Black (1994), pois houve elevação rápida do teor de água até os 60 dias de armazenamento, com início da fase II caracterizado pelo período estacionário de absorção, se estendendo até os 240 dias, onde se observou novamente a elevação no teor de água, indicio do início da fase III, sem, no entanto, apresentar emissão de radícula. Verificou-se que o teor de água das sementes em laboratório elevou-se até os 120 dias de armazenamento, mantendo-se constante até o final do experimento, aos 300 dias.



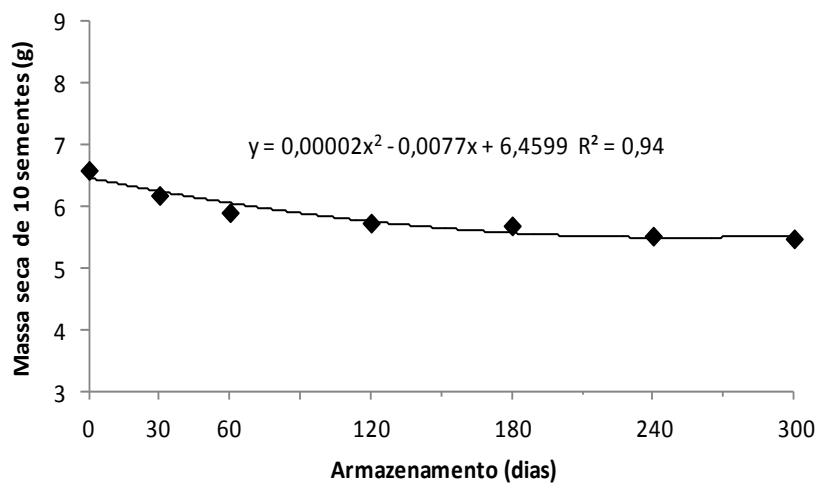
**Figura 2** - Teor de água de sementes de camu-camu armazenadas em ambiente de câmara fria (CF) e laboratório (LAB)

\*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Correlacionando os dados do teor de água durante o armazenamento com a curva de absorção das sementes de camu-camu, pode-se inferir que, provavelmente, a saturação do meio com água diminui a disponibilidade do oxigênio disponível para as sementes e, conseqüentemente, o índice de atividades metabólicas destas, estendendo a fase II até aos 240 dias na Câmara Fria e até aos 300 dias em Laboratório. Com pouca disponibilidade de oxigênio não há taxa de respiração suficiente para iniciar a síntese de ATP necessária para o início da fase III (BEWLEY et al., 2000) ocasionando a perda de massa.

A composição amilácea das sementes de camu-camu contribuiu para o potencial de armazenamento de água das sementes, pois apresentarem potencial matricial mais negativo do que os carboidratos (VIEIRA-JUNIOR et al., 1999; SOARES et al., 2012).

Verificou-se pela equação quadrática decrescente gerada com os valores médios da massa seca de 10 sementes de camu-camu das sete avaliações, que ocorreu maior perda de massa nos primeiros 60 dias (Figura 3). Ao longo dos 300 dias de armazenamento houve perda média de 16,8% de massa seca.

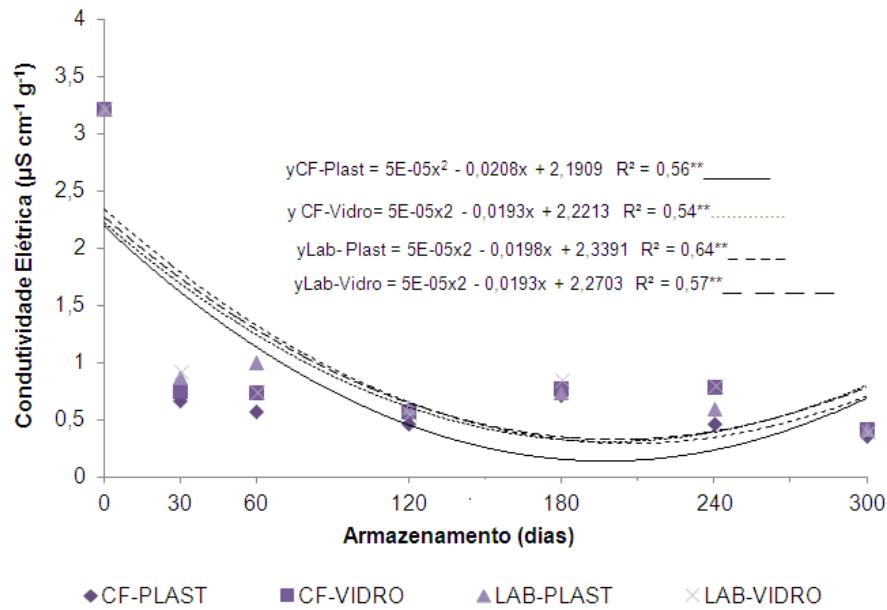


**Figura 3** – Valores médios de massa seca de 10 sementes de camu-camu retiradas para obtenção dos teores de água ao longo dos 300 dias de armazenamento.

As análises dos resultados médios obtidos na condutividade elétrica em sementes de camu-camu, apresentadas na Figura 4, indicam que o efeito significativo ( $P < 0,01$ ) para a interação embalagem x ambiente x período de armazenamento (Tabela 1).

O desdobramento de interação embalagem x ambiente dentro de cada período de armazenamento para a condutividade elétrica apresentou comportamento polinomial quadrático (Figura 4). Sendo que a maior condutividade elétrica observada foi na época zero, ou seja, no início da instalação do experimento.





**Figura 4** - Condutividade elétrica de sementes de camu-camu armazenadas em ambiente de câmara fria (CF) e laboratório (LAB), em embalagem plástica (PLAST) e vidro (VIDRO)

\*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Com o decorrer do tempo a condutividade elétrica diminuiu sendo o menor valor observado para a embalagem plástica armazenada em Câmara Fria, que apresentou  $0,028 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente aos 216 dias de armazenamento (Figura 4). Quando a embalagem plástica estava armazenada em Laboratório a menor condutividade elétrica apresentada foi de  $0,379 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  aos 196 dias. Quando se utilizou embalagem de vidro a menor condutividade elétrica foi aos 186 dias para os dois ambientes, entretanto em laboratório foi mais elevado ( $0,408 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) que em Câmara Fria ( $0,359 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ).

A maior condutividade elétrica observada no início da implantação do experimento deve-se a maior desestruturação da membrana no momento, ocorrendo pelo maior diferencial de teor de água das sementes. A redução significativa nos valores de condutividade pode ser explicada pela saída de material celular de diferentes organelas nos tempos anteriores, pois a quantidade de lixiviados liberados na água de embebição esta diretamente relacionada com a degradação das membranas (MARCOS FILHO et al., 2000).

Correlacionando as curvas do teor de água (Figura 2) com a condutividade (Figura 4) observou-se que existe uma relação inversa, a medida que aumenta o teor de água diminuiu a condutividade. Esse fato pode ser explicado pela reorganização do conteúdo celular e menor

liberação de eletrólitos, de acordo com Abdul-Baki (1980), durante a embebição, o sistema de membranas das sementes reorganiza-se, readquirindo o controle da permeabilidade. Aos 240 dias foi observado elevação no teor de água da semente e na condutividade elétrica. Esse fato deve-se provavelmente pelo início da fase III da absorção, o que ocasiona rompimento do tegumento com a maior liberação de solutos na solução.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da comparação de médias de condutividade elétrica das sementes de camu-camu armazenadas em embalagens de vidro e plástico no laboratório e em câmara fria durante 300 dias. Ressalta-se que na interpretação dos resultados de condutividade elétrica, valores maiores indicam sementes com baixa qualidade fisiológica, e baixos valores estão associados a sementes de alto vigor.

**Tabela 2** – Médias de condutividade elétrica de sementes de camu-camu armazenadas em ambiente de câmara fria (CF) e laboratório (LAB), em embalagem plástica e de vidro durante 300 dias

ARMAZENAMENTO (DIAS)	AMBIENTE	EMBALAGEM	
		PLÁSTICA	VIDRO
0	CF	3,217 a A	3,217 a A
	LAB	3,217 a A	3,217 a A
30	CF	0,665 a A	0,757 a B
	LAB	0,875 b A	0,922 b A
60	CF	0,570 a A	0,740 a B
	LAB	1,007 b B	0,740 a A
120	CF	0,462 a A	0,545 a B
	LAB	0,615 b A	0,572 a A
180	CF	0,715 a A	0,772 a A
	LAB	0,745 a A	0,845 a B
240	CF	0,472 a A	0,790 a B
	LAB	0,600 b A	0,802 a B
300	CF	0,365 a A	0,395 a A
	LAB	0,420 a A	0,420 a A

\*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CF = câmara fria e LAB = laboratório.

Com exceção do período 30 dias, as sementes armazenadas em embalagem de vidro não diferiram quando analisados os ambientes de armazenamento. Já as armazenadas em

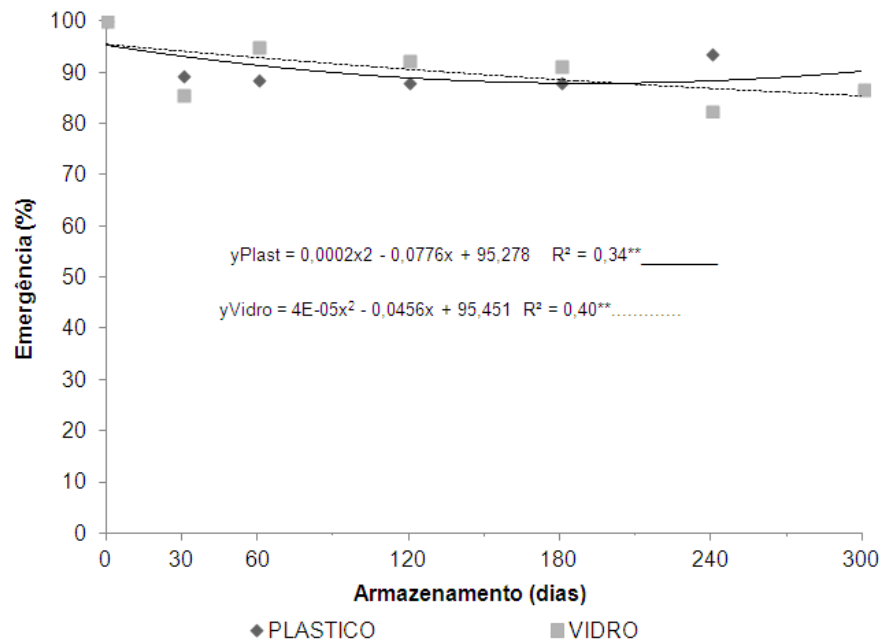
embalagem plástica obtiveram menores valores de condutividade em ambiente de câmara fria que em laboratório, com exceção dos períodos zero e 180 dias, em que não houve diferença significativa (Tabela 2). Quando comparadas as embalagens, aos 60 dias, as sementes armazenadas em vidro, mantidas em laboratório, apresentavam menor condutividade que as da embalagem plástica. Nos demais períodos as sementes armazenadas em embalagem plástica apresentaram menor condutividade que as da embalagem de vidro.

Os resultados da condutividade observados foram baixos, provavelmente devido à característica intrínseca da espécie por apresentar alta organização celular ou devido ao alto teor de água das sementes. Resultados obtidos em trabalhos com cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), indicaram que sementes com teor de água inferior a 11% apresentaram valores de condutividade elétrica muito altos, ocorrendo o inverso para sementes com teor de água mais altos (PENARIOL, 1997).

Observou-se que os resultados dos testes de emergência de plântulas apresentavam tendência linear com leve decréscimo com o decorrer dos dias (Figura 5). Até aos 120 dias de armazenamento as sementes das embalagens de vidro apresentavam maior percentual de emergência que as da embalagem plástica. A partir de 240 dias as sementes armazenadas em embalagens plásticas apresentavam maior percentual de emergência que as das embalagens de vidro. No entanto, a porcentagem de emergência até o final do experimento foi superior a 80%, podendo as sementes ser consideradas ainda vigorosas. Este é indicativo de que as condições foram apropriadas para armazenar sementes de camu-camu até 300 dias.

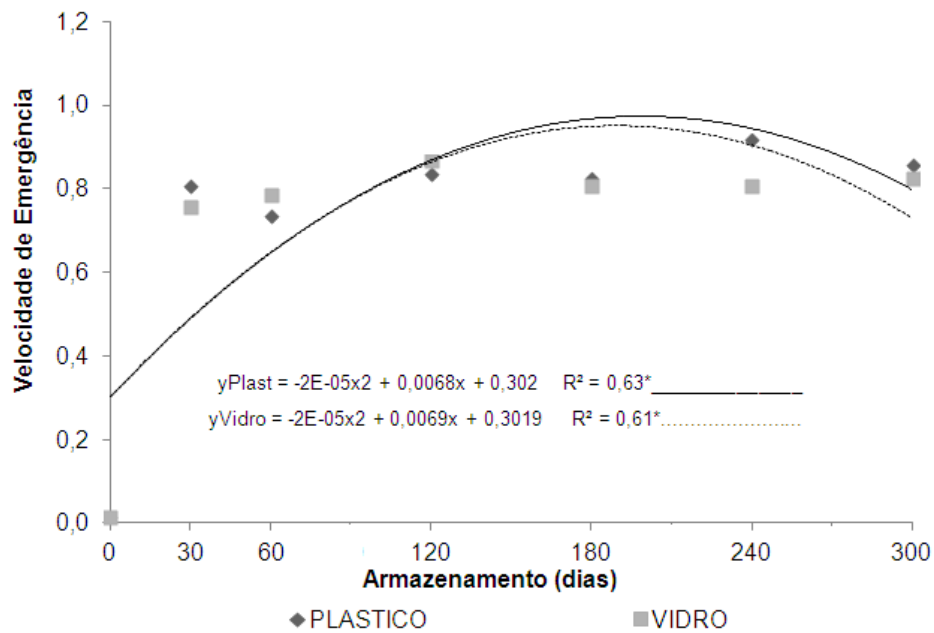
Os valores médios obtidos para VE apresentaram tendência quadrática tanto para a embalagem plástica quanto para a de vidro (Figura 6), com os maiores índices sendo observados aos 170 dias para ambas as embalagens. Entretanto a embalagem plástica possibilitou maior índice de emergência durante quase todo o experimento, sendo que a partir de aproximadamente 220 dias de armazenamento, a velocidade de emergência na embalagem de vidro foi superior.

Durante todo o armazenamento o teor de água da semente variou entre 37 a 47%, resultados estes inferiores aos relatados por Yuyama et al. (2011), no entanto também não afetaram na porcentagem de emergência de plântulas de camu-camu.



**Figura 5.** Emergência de plântulas (%) obtida em sementes de camu-camu armazenadas em embalagens de vidro e plástica por 300 dias

\*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.



**Figura 6.** Velocidade de emergência de plântulas (VE, índice) obtida em sementes de camu-camu armazenadas em embalagens de vidro e plástica por 300 dias

\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores da emergência de plântulas obtidos foram semelhantes aos relatados por Ferreira e Gentil (2003) quando avaliaram o armazenamento de sementes de camu-camu com diferentes graus de umidade. Entretanto quando observada a temperatura, somente as armazenadas em 10°C com 43% de umidade continuaram viáveis até os 280 dias, com 81% de germinação (GENTIL, SILVA e FERREIRA, 2004). Yuyama et al. (2011) relataram germinação acima de 90% em sementes sem polpa e sementes lavadas/tratadas com hipoclorito, armazenadas em água até seis meses ou em ambiente natural até quatro meses.

## **CONCLUSÕES**

Sementes de camu-camu armazenadas em câmara fria a 15°C no interior de embalagem plástica apresentam maior vigor, em função da condutividade elétrica e da velocidade de emergência.

Sementes de camu-camu imersas em água, no interior das embalagens nos dois ambientes mantêm o vigor, com emergência acima de 80% por 300 dias de armazenamento.

### **CAPITULO III: CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAMU-CAMU** *(Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh)*

**RESUMO** – Para o crescimento de mudas frutíferas, o fósforo é um dos principais nutrientes e atua de forma essencial na transferência de energia celular, na respiração e na fotossíntese, proporcionando excelente desenvolvimento das plantas. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento inicial de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo em diferentes épocas de aplicações. O substrato utilizado foi constituído de material retirado do local de ocorrência natural do camu-camu, às margens do rio Cauamé em Boa Vista-RR. Após as análises química e física do solo, fez-se a adubação fosfatada em 100% do volume de solo disponível nos tubetes utilizados como unidade amostral. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos provenientes das respectivas doses de P: zero, 60, 120, 180 e 240 mg de P dm<sup>-3</sup>; na forma de superfosfato triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); submetidos a quatro repetições, onde cada repetição constituiu-se de 50 unidades amostrais. O transplântio foi realizado 30 dias após a semeadura, e 60 dias após o transplântio iniciaram-se as avaliações, onde foram avaliadas mensalmente, até completar 180 dias, as seguintes características das mudas de camu-camu: Altura (cm); Diâmetro do caule (mm); Massa seca da parte aérea (g); Massa seca do sistema radicular (g); Índice de qualidade de Dickson (IQD); Clorofilas A e B; Determinação do teor de fósforo na parte aérea das plantas. Mudanças de camu-camu não respondem a adubação fosfatada até os 120 dias. Após 120 dias, a adubação necessária para melhor crescimento inicial corresponde a faixa de 130,00 a 187,00 mg de P dm<sup>-3</sup>.

**Palavra-chave:** fruticultura, adubação fosfatada; conteúdo de P; produção de mudas

**INITIAL SEEDLING GROWTH OF CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth)****McVaugh)**

**ABSTRACT** – For growing fruit seedlings, phosphorus is one of the main nutrients and acts in an essential way in the transfer of cellular energy, respiration and photosynthesis, providing excellent plant growth. Therefore, the objective with this study was to evaluate the initial seedling development of camu-camu under different phosphorus levels at different times of applications. The substrate consisted of soil taken from the place of occurrence of native camu-camu, on the border of river Cauamé in Boa Vista-RR. After chemical and physical soil analyzes, phosphorus fertilization was made in 100% of the soil volume available in tubes used as the sampling unit. The experimental design used was a randomized block with five treatments from their P levels: zero, 60, 120, 180 and 240 mg P dm<sup>-3</sup>; as triple superphosphate (41% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); subjected to four replicates, where each replicate consisted of 50 sampling units. The transplant was done 30 days after sowing and 60 days after transplanting began evaluations, where they were evaluated monthly until complete 180 days, the following characteristics of camu-camu seedlings: Height (cm); Stem diameter (mm); Dry mass aerial part (g); Dry mass root system (g); Dickson quality index (IQD); Chlorophylls A and B; Determination of phosphorus content in shoots of plants. Seedlings camu-camu not respond to phosphorus fertilization until 120 days. After 120 days, the required fertilization for better initial growth corresponds the range from 130.00 to 187.00 mg P dm<sup>-3</sup>.

**Key word:** fruit crops, phosphorus fertilization, content of P, seedlings production

## INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh), popularmente conhecida como caçari, aração-d'água ou sarão, é uma planta frutífera da família Myrtaceae, dispersa em quase toda a Amazônia, comumente encontrada, em seu estado natural, às margens de rios e lagos e em regiões de várzea e igapó, tendo ampla distribuição nas margens dos rios roraimenses nos municípios de Amajari, Boa Vista, Bonfim, Cantá, Caracarái, Caroebe, Normandia e Rorainópolis (CARVALHO, 2012; MAEDA et al., 2007).

Os frutos do camu-camu são aproveitados para preparação de sucos, geleias, bebidas alcoólicas, sorvetes, entre outros (YUYAMA et al., 2002a; MAEDA; ANDRADE, 2003). A principal propriedade deste fruto é o elevado teor de vitamina C, em torno de  $6112 \pm 137,5$  de ácido ascórbico  $100^{-1}$  g de polpa, superior à maioria das plantas cultivadas (YUYAMA et al., 2002a). A casca do camu-camu também pode ser aproveitada, pois apresenta potencial relevante como fonte de fibra alimentar (YUYAMA et al., 2002b).

No Brasil, algumas empresas utilizam o camu-camu como matéria prima na produção de cosméticos, como xampu, modelador, desembaraçante e condicionador; e na produção de xarope (YUYAMA, 2011). Isso ocorre em função desse fruto possuir propriedades potencialmente importantes, como: fibras e antocianinas, que são potentes antioxidantes (ZANATTA et al., 2005), além de conter níveis significativos de potássio, cálcio, vitamina A, glucose, frutose, amido, pectina, fósforo e azoto (AKACHI et al., 2010). Propriedades estas, têm despertado os interesses econômicos e científicos de importadores do Japão, Europa e EUA (CASTAÑEDA et al., 2008; GENOVESE et al., 2008).

Para a produção do camu-camu em condições não naturais, vários aspectos produtivos devem ser levados em consideração. Dentre os atributos essenciais na produção agrícola, a adubação fosfatada se torna um dos mais importantes, visto que a maioria dos solos brasileiros apresenta insuficiência de fósforo (P) à produção das culturas (NYBORG et al., 1999). Gerir de forma eficaz a necessidade de nutrientes é propiciar sua disponibilidade em quantidade adequada requerida pela cultura, pois assegurar que o P e os demais nutrientes estejam disponíveis às plantas em todo seu ciclo produtivo é de particular importância na produção (GLASS et al., 1980).

Na planta, o fósforo atua de forma essencial na transferência de energia celular, na respiração e na fotossíntese (OZANNE, 1980; USADA; SHIMOGAWARA, 1993), sendo ainda, componente estrutural dos ácidos nucleicos, de muitas coenzimas, de fosfoproteínas e



de fosfolipídios. Com isso, quantidades adequadas de P são essenciais desde as primeiras fases de crescimento da planta. Limitações na disponibilidade de P na fase inicial de crescimento afetam negativamente o posterior desenvolvimento da cultura, mesmo quando o abastecimento de P é aumentado para níveis adequados (SCAIFE; SMITH, 1973).

Yeager e Wright (1984), avaliando o crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo em função de aplicações de fósforo, observaram satisfatórias respostas, tanto a nível radicular, quanto na parte aérea nas plantas submetidas a doses desse nutriente. Os autores ainda relataram que um substrato deficiente em fósforo ocasiona menor crescimento das raízes e da parte aérea, sendo necessária a adubação com fertilizantes fosfatados. Cecone (2006) observou positiva influência no crescimento de plântulas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) pelo aumento de doses de fósforo.

Pesquisas inerentes ao manejo da adubação do camucamuzeiro ainda são escassas. Castro e Yuyama (2004), avaliando o efeito das adubações orgânica (esterco curtido) e mineral (superfosfato triplo, cloreto de potássio e ureia) sobre o desenvolvimento de mudas de camucamuzeiro, verificaram que a aplicação de 86 g de esterco, parcelada em duas vezes (43 g cada) com intervalo de 30 dias, favorece o desenvolvimento das mudas de camucamuzeiro, diferente da adubação mineral, que não proporcionou bom desenvolvimento às mesmas.

Para Welter et al. (2011), aplicações de 4,17 e 8,33 g kg<sup>-1</sup> de pó de basalto com granulometria de 0,05 mm, por disponibilizar grandes quantidades de nutrientes, proporcionam satisfatórias características morfológicas em plântulas de camucamuzeiro.

Os poucos trabalhos inerentes à cultura do camucamuzeiro descritos na Região Amazônica são incipientes para determinar as condições ideais de cultivo e os teores de elementos minerais necessários ao bom desenvolvimento da cultura. No entanto, o interesse dos diversos setores industriais (fármacos, cosméticos, conservantes naturais, bebidas etc.) nestes frutos tem aumentado a demanda por pesquisas em busca de maiores informações a respeito dessa espécie.

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento inicial de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo nas diferentes épocas de avaliação.

## MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado no Setor de Fruticultura da Embrapa Roraima, no período de 03/06/2013 a 03/02/2014, em Boa Vista – RR, cujas coordenadas geográficas de referência são 02°42'30"N e 47°38'00"W, 90m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região experimental é do tipo Aw, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março) (ARAÚJO et al., 2001).

O substrato utilizado na pesquisa foi constituído de material retirado do local de ocorrência natural do camu-camu, às margens do rio Cauamé em Boa Vista-RR, o qual é classificado como Latossolo Amarelo. Após ser extraída de seu local de origem e secada a sombra, separou-se uma amostra para realização das análises química e física, a qual apresentou as seguintes características (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1.** Análise química do substrato utilizado no experimento de crescimento inicial de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo. Boa Vista-RR, 2014

pH	Complexo sortivo <sup>(1)</sup>									V	m	M.O.
	K <sup>+</sup>	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T			
	mg dm <sup>-3</sup>		cmol dm <sup>-3</sup>			cmolc dm <sup>-3</sup>			----- % -----			
4,9	3,20	7,21	1,40	0,30	0,70	4,04	1,78	2,48	5,82	30,62	28,23	1,87

<sup>(1)</sup>pH em água (1:2,5); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup>: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> e P: extrator mehlich-1; H+Al: extrator SMP; M.O.: matéria orgânica – oxidação Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N; SB: soma de bases trocáveis; t: capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio.

**Tabela 2.** Micronutrientes do substrato utilizado no experimento de crescimento inicial de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo. Boa Vista-RR, 2014

Micronutrientes <sup>(1)</sup>					
Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
2,57	752,49	28,40	1,30	0,24	11,23

<sup>(1)</sup>Zn, Fe, Mn e Cu: extrator mehlich-1; B: extrator água quente; S: extrator fosfato monocálcio em ácido acético.

Após as análises do solo, fez-se a adubação fosfatada em 100% do volume de solo disponível e, em seguida, colocado nos tubetes utilizados como unidade amostral.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos provenientes das respectivas doses de P: zero, 60, 120, 180 e 240 mg de P dm<sup>-3</sup>;

na forma de superfosfato triplo (41% de  $P_2O_5$ ); submetidos a quatro repetições, onde cada repetição constituiu-se de 50 unidades amostrais.

As mudas de camu-camu utilizadas no experimento foram provenientes de sementes retiradas de frutos maduros de uma única planta adulta do lago da Morena no município do Cantá-RR, onde foram acondicionados em embalagens plásticas para evitar o esmagamento e cuidadosamente transportados para laboratório da Embrapa Roraima. Após as sementes serem retiradas dos frutos por meio de despolpa foram lavadas em água corrente, com utilização de peneira. Em seguida as sementes foram classificadas em três classes de tamanho, separadas em função da massa individual. Sementes com, foram semeadas em canteiro contendo serragem e areia (1:1) como substrato. Após 30 dias da semeadura, quando as mudas apresentavam aproximadamente 10 cm de altura, foram padronizadas e transplantadas para tubetes de polietileno (6 x 15 cm), preenchidos com os diferentes tratamentos. As mudas, de acordo com cada tratamento, foram mantidas no telado sob irrigação com aspersores de 35 L  $h^{-1}$  a pressão de 1,5  $kgf\ cm^{-2}$  e uma frequência de quatro regas diárias, por 5 minutos cada.

Aos 60 dias após transplântio, iniciaram-se as avaliações, onde foram avaliadas mensalmente, até completar 180 dias, as seguintes características das mudas de camu-camu:

**Altura (cm):** da posição do cotilédone até a extremidade da última folha expandida;

**Diâmetro do caule (mm):** a 0,5 cm da posição do cotilédone da planta, com o auxílio de paquímetro digital;

**Massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (g):** amostras foram secas em estufa a  $65\ ^\circ C \pm 3^\circ C$  por 48 horas, e posteriormente pesadas com utilização de balança digital;

**Índice de qualidade de Dickson (IQD):** obtido segundo a metodologia utilizada por Gomes (2001), em que:

$$IQD = MST / (H/DC + MSPA/MSSR). \text{ Onde}$$

H= altura;

DC= diâmetro do caule;

MSPA= massa seca da parte aérea;

MSSR= massa seca do sistema radicular;

MST= MSPA + MSSR.

**Clorofilas A e B:** com utilização de medidor portátil - clorofilometro;

**Determinação do teor de fósforo na parte aérea das plantas:** de cada repetição foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas e separadas a parte aérea. As plantas foram

coletadas, lavadas com água de torneira, secadas em estufa a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, moídas e preparadas às amostras para determinação do teor de fósforo. As amostras secas foram enviadas para o laboratório de Nutrição de plantas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foram analisados os teores de macro e micronutrientes, segundo a metodologia analítica por descrita Malavolta et al. (1989).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados via regressão polinomial ( $p < 0,05$ ) pelo programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a utilização da adubação fosfatada em mudas de camu-camu, na forma de superfosfato triplo, promoveu efeito significativo para a interação entre as doses de P e as épocas de avaliação, em nível de 1%, nas características morfológicas altura da parte aérea, diâmetro do caule, massa seca do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson, enquanto que a massa seca da parte aérea apresentou interação significativa a 5% (Tabela 3).

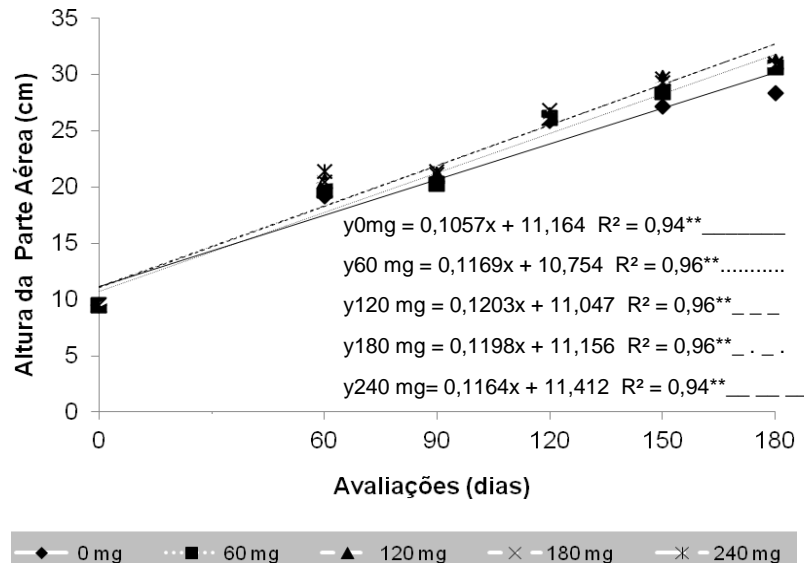
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as características morfológicas de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo, Boa Vista-RR, 2013

FATOR DE VARIÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO				
		H	DC	MSPA	MSSR	IQD
DOSE	4	8,845756**	0,051851**	0,023429**	0,00714**	0,000312**
REPETIÇÃO	3	0,652828	0,004833	0,004306	0,001084	0,000079
erro 1	12	0,255996	0,002774	0,002714	0,000965	0,000051
ÉPOCA	5	1174,858**	10,51208**	3,430975**	1,863441**	0,096678**
DOSE*ÉPOCA	20	1,165589**	0,007169**	0,002972*	0,003933**	0,000101**
erro 2	75	0,368248	0,003003	0,001516	0,000752	0,000037
MEDIA		22,69	2,40	0,66	0,51	0,11
CV 1 (%)		2,23	2,19	7,93	6,15	6,35
CV 2 (%)		2,67	2,28	5,93	5,43	5,43

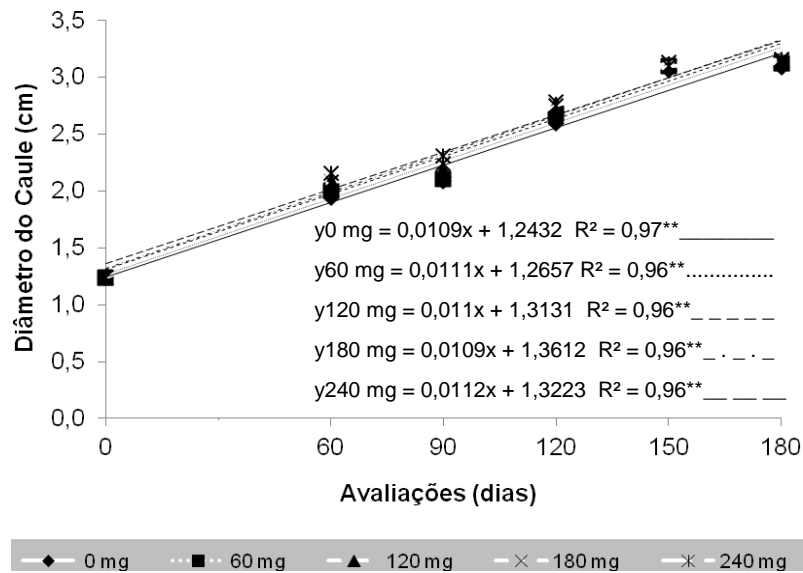
Altura da parte aérea (H), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

\*\*,\*- Efeitos significativo pelo teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade.

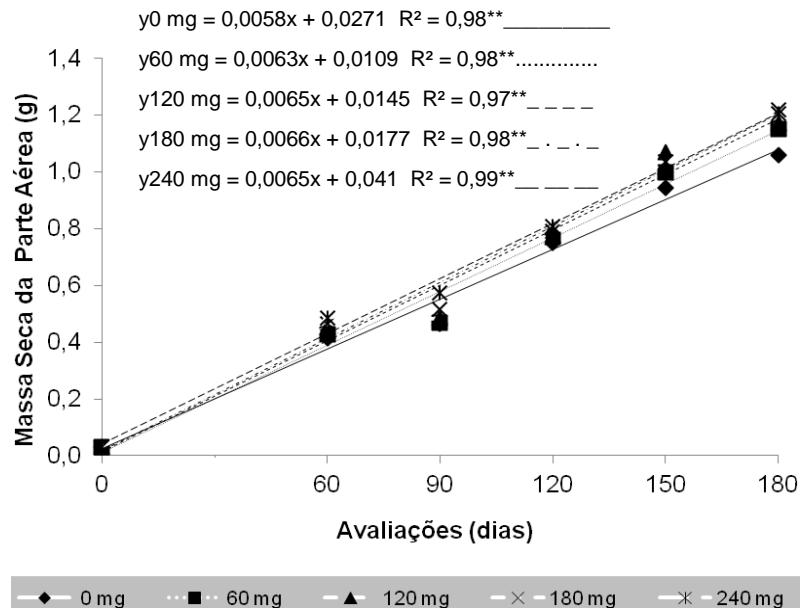
O modelo linear foi o que melhor se ajustou aos resultados das variáveis morfológicas analisadas em função das épocas de avaliação nas diferentes doses de P estudadas (Figura 1a, 1b, 1c, 1d, 1e).



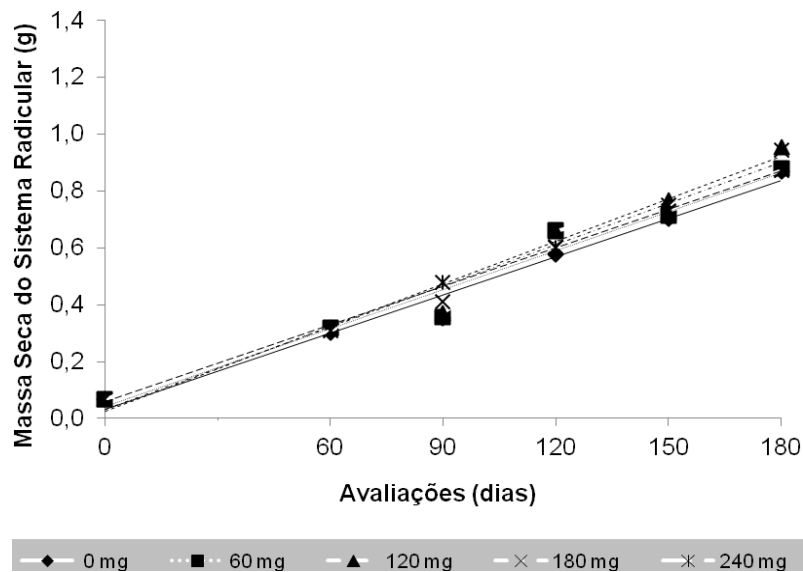
**Figura 1a.** Altura da parte aérea de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação  
 \*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.



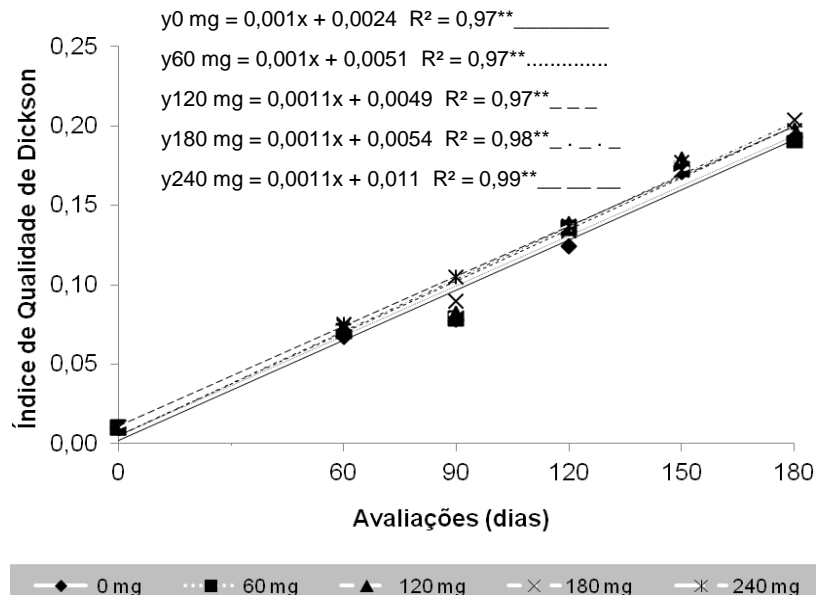
**Figura 1b.** Diâmetro do caule de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação  
 \*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.



**Figura 1c.** Massa seca da parte aérea de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação  
 \*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.



**Figura 1d.** Massa seca do sistema radicular de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação  
 \*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.



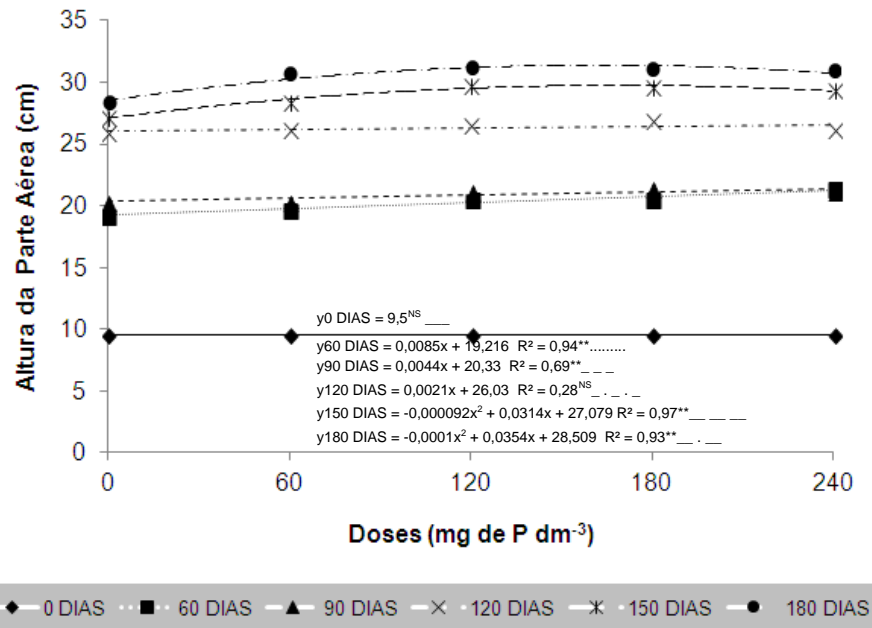
**Figura 1e.** Índice de qualidade de Dickson de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação

\*\*.- Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Verificou-se que houve influência positiva dos tratamentos nas características morfológicas (altura da parte aérea, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson) evidenciando a necessidade de P em todas as partes da planta relacionado ao acúmulo de massa no período de desenvolvimento inicial das mudas de camu-camu.

Pela análise de variância, os valores médios da altura das plantas em função da aplicação das doses de P (Tabela 3) apresentaram influência significativa dos tratamentos aos 60, 90, 150 e 180 dias após o transplântio (DAT).

Até os 120 DAT o efeito foi linear (Figura 2) com incremento diário de 0,0085cm e 0,0044cm, nas épocas 60 e 90 dias, respectivamente. Aos 120 dias as doses de P não apresentavam diferença significativa para a altura da planta, sendo que nas demais épocas avaliadas apresentavam comportamento quadrático, verificando-se que aos 150 DAT a altura máxima estimada foi de 29,76 cm com a utilização de 170,65 mg de P  $\text{dm}^{-3}$ . Aos 180 DAT a altura máxima estimada de 31,64 cm foi obtida com a dose de 177 mg  $\text{dm}^{-3}$  de P.



**Figura 2.** Altura da parte aérea de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo

<sup>NS</sup>,\*\* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade;

Segundo Novais et al. (1990), quando o solo apresenta baixo teor de fósforo, espera-se resposta acentuada das plantas à aplicação de P, tanto na fase de produção de mudas como no estabelecimento das plantas em campo. Neste experimento observou-se que as mudas que não receberam fósforo tiveram seu crescimento comprometido ao longo do tempo, o que evidencia que este nutriente é indispensável ao crescimento inicial do camu-camu. Corroborando com estes resultados Soares; Lima e Crisóstomo (2007) relatam efeito positivo da adubação fosfatada sobre a altura da graviolera em estágio inicial de crescimento.

As características agrônômicas diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular apresentaram respostas positivas a adubação fosfatada com comportamento similar ao apresentado pela altura da parte aérea (Figura 3 a, b e c).

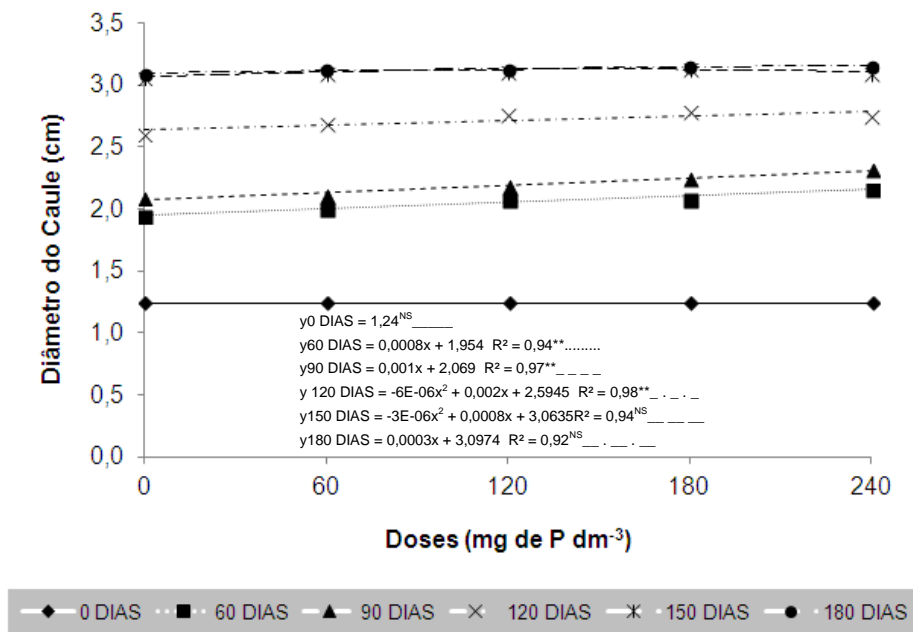
O diâmetro do caule apresentou efeito significativo linear crescente das doses de P aos 60 e 90 DAT (Figura 3a). Aos 120 DAT apresentou comportamento quadrático com a dose estimadas de 166,66 mg de P dm<sup>-3</sup> proporcionando 2,77 mm de diâmetro. Nas épocas sucessivas houve aumento no diâmetro do caule, entretanto não apresentou diferença entre as



doses de P utilizada aos 150 e 180 DAT (Tabela 5), evidenciando a necessidade da adubação fosfatada no início do crescimento das plantas.

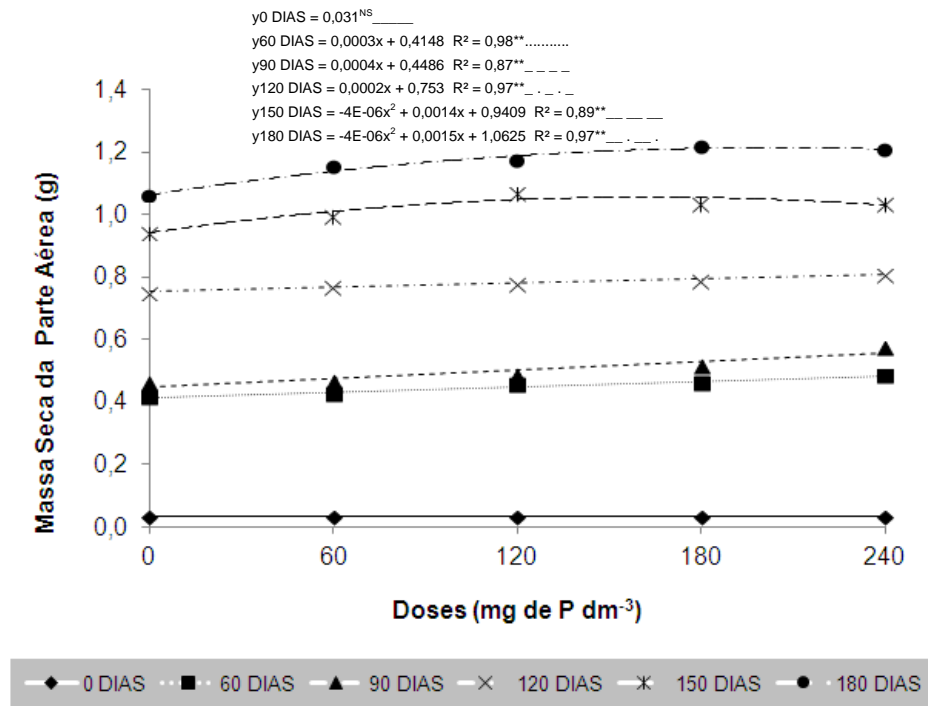
O maior acúmulo de massa seca da parte aérea foi obtido pelas doses estimadas de 175,00 e 187,50  $\text{mg dm}^{-3}$ , que resultou na produção de 1,06 e 2,47 g aos 150 e 180 DAT, respectivamente (Figura 3b). Aos 60, 90 e 120 DAT, a massa seca da parte aérea apresentou um comportamento linear crescente, com incremento de 0,0003, 0,0004, 0,0002  $\text{g mg}^{-1}$  de P.

As doses de P não teve efeito significativo sobre a massa seca do sistema radicular aos 60 DAT. Aos 90 DAT esta apresentou um comportamento linear crescente com incremento de 0,005  $\text{g mg}^{-1}$  de P. Aos 120, 150 e 180 DAT apresentou comportamento quadrático (Figura 3c). Nas doses estimadas de 130,00, 133,33 e 130,00  $\text{mg de P dm}^{-3}$  obteve 0,66, 0,75 e 0,99 g de massa seca do sistema radicular, respectivamente.

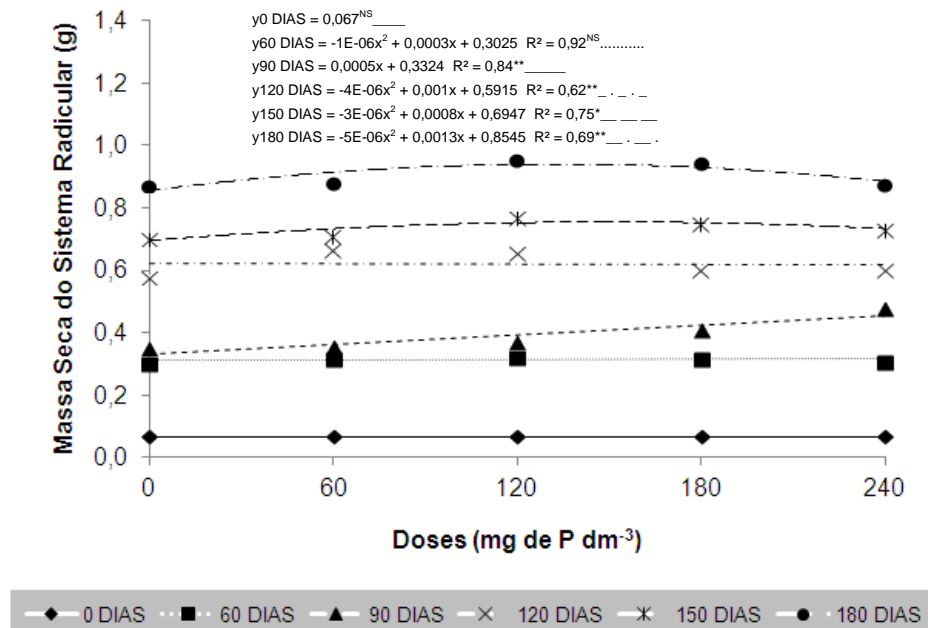


**Figura 3a.** Diâmetro do caule de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo

<sup>NS</sup>, \*\* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente.



**Figura 3b.** Massa seca da parte aérea de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo  
<sup>NS</sup>, \*\* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente.



**Figura 3c.** Massa seca do sistema radicular de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo  
<sup>NS</sup>, \*\*, \* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

A resposta linear crescente das características agrônômicas ao aumento das doses de fósforo dos tratamentos nas primeiras avaliações deve ser provavelmente porque o P no solo estava de forma disponível devido à adubação e transplântio recente, sendo mais acessível às raízes. Com o passar do tempo o nível de P diminui devido à absorção pelas plantas e conversão para formas menos disponíveis.

De modo geral, observou-se que aos 150 DAT as características agrônômicas apresentaram comportamento quadrático com ajuste de correlação. Essa mudança no comportamento deve-se provavelmente a menor disponibilidade de P devido à absorção e conversão para forma indisponível o que ocasionou resposta direta à adubação.

Os melhores resultados observados apresentados por essas características aos 150 DAT foram com a utilização de 133,33 a 17,00 mg de P  $\text{dm}^{-3}$ . Já aos 180 DAT essa faixa variou entre 130,00 a 187,00 mg de P  $\text{dm}^{-3}$ .

O incremento médio diário da altura e da massa seca da parte aérea diminuiu entre os períodos 150 e 180 DAT, quase não havendo incremento para o diâmetro do caule. Entretanto observou-se que houve incremento significativo para a massa seca do sistema radicular. Esse comportamento é justificado devido às características intrínsecas da espécie bem como o possível esgotamento do P disponível no substrato.

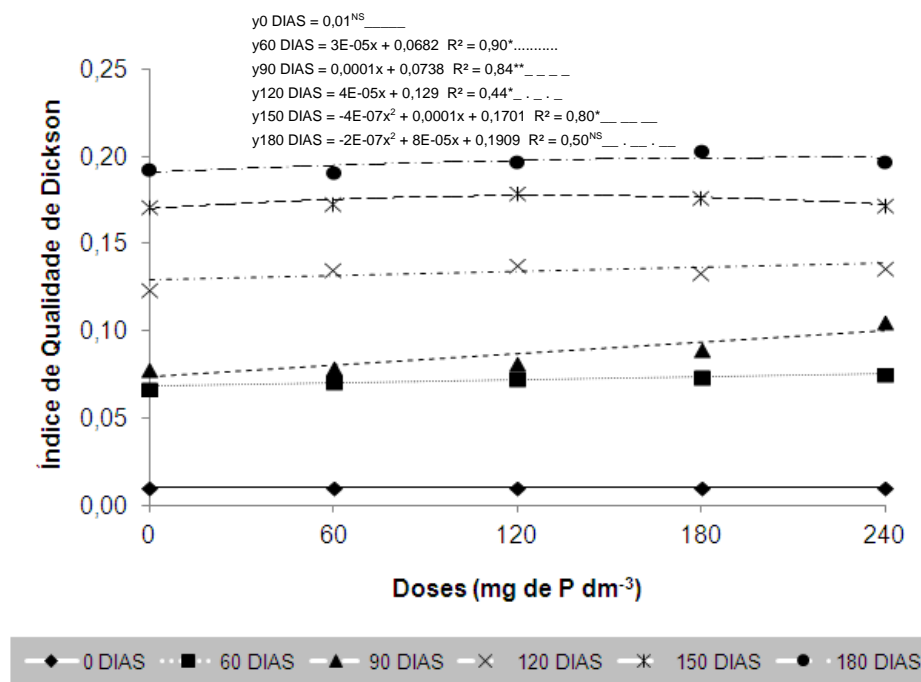
Quando ocorre deficiência de P disponível para a planta, a redução do crescimento é geralmente maior na parte aérea do que na raiz, permitindo que o crescimento da raiz encontre P para extrair a partir do solo (BRENCHLEY, 1929). Como a absorção de P pela planta é proporcional à densidade da raiz, o aumento da área da superfície da raiz aumenta a capacidade da planta para ter acesso e absorver P do solo (BARBER, 1977). Portanto, muitas plantas respondem a baixas concentrações de P do solo aumentando o sistema radicular e desenvolvendo raízes altamente ramificadas com abundantes pelos radiculares para reforçar a sua capacidade para explorar novas reservas de P do solo e extrair eficientemente o P do solo quando são encontrados áreas de alta concentração (BARBER, 1977; OZANNE, 1980).

O suprimento adequado também pode aumentar a síntese de proteínas e do ácido nucléico e evitaria a acumulação de compostos solúveis de N, particularmente amida, no tecido (GLASS et al., 1980) prosseguindo com a incorporação das proteínas. As proteínas são catalisadores dos processos metabólicos; por conseguinte, o crescimento de células será adiantada e potencialmente elevado pelo correto suprimento de P. Plantas com deficiência de P apresentam sintomas que incluem diminuição da altura da planta, surgimento de folha lento

e desenvolvimento fásico, reduções no perfilhamento, no desenvolvimento radicular secundário, na produção de matéria seca e na produção de sementes (GLASS et al., 1980; ELLIOTT et al., 1997; HOPPO et al., 1999).

Soares et al. (2007) relataram resultados semelhantes nas características de crescimento da gravioleira submetidas a doses de fósforo. E, respostas positivas de características agrônômicas de crescimento em mudas de espécies florestais incrementando à medida que aumentam as doses de fósforo aplicadas ao solo, e a partir das maiores doses, as respostas à adubação começou a decrescer, também foram observadas por Resende et al. (1999), Neves et al. (2004), Gomes et al. (2004) e Schumacher et al. (2004).

Na qualidade das mudas determinada pelo índice de qualidade de Dickson não obteve efeito significativo das doses de P aos 180 DAT, sendo que aos 60, 90 e 120 DAT apresentou um comportamento linear positivo (Figura 4) com incrementos de 0,00003, 0,0001 e 0,00004 por mg de P, respectivamente.



**Figura 4.** Índice de qualidade de Dickson de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo <sup>NS</sup>, \*\*, \* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Aos 150 DAT o índice de qualidade de Dickson apresentou comportamento quadrático com valor máximo estimado de 0,18 com a utilização de 125 mg de P. Entretanto, observou-se que os resultados são aquém do desejado, todavia este fato deveu-se as característica própria da espécie que, nesta fase, apresenta uma relação altura da parte aérea : diâmetro do caule alta.

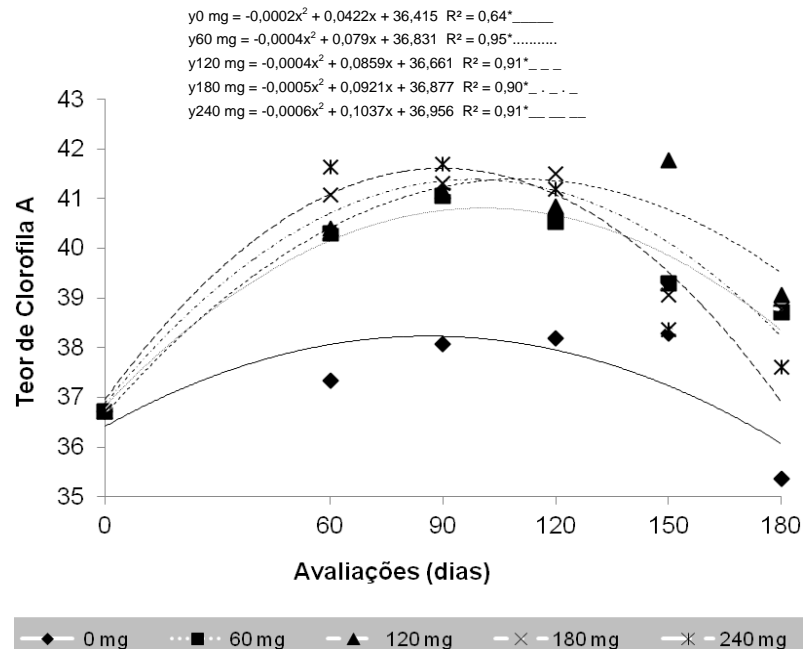
A utilização da adubação fosfatada em mudas de camu-camu, na forma de superfosfato triplo, promoveu efeito significativo para a interação entre as doses de P e as épocas de avaliação, em nível de 1%, para teor de clorofila *a* e teor de fósforo (P). O teor de clorofila *b* não apresentou interação, apresentando diferença significativa para doses e para épocas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância do teor de clorofila *a*, clorofila *b*, teor de fósforo (P) de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo, Boa Vista-RR, 2014

FATOR DE VARIÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO		
		<i>a</i>	<i>b</i>	P
DOSE	4	27,487113**	3,183211 <sup>NS</sup>	1,282282**
REPETIÇÃO	3	1,550319	3,205596	0,004376
erro 1	12	0,345445	0,378321	0,002528
ÉPOCA	5	49,847321**	48,39942**	1,123683**
DOSE*ÉPOCA	20	3,266666**	0,671961 <sup>NS</sup>	0,71257**
erro 2	75	1,253243	0,511561	0,001931
MEDIA		39,21	12,03	1,44
CV 1 (%)		1,50	5,11	3,50
CV 2 (%)		2,86	5,96	3,06

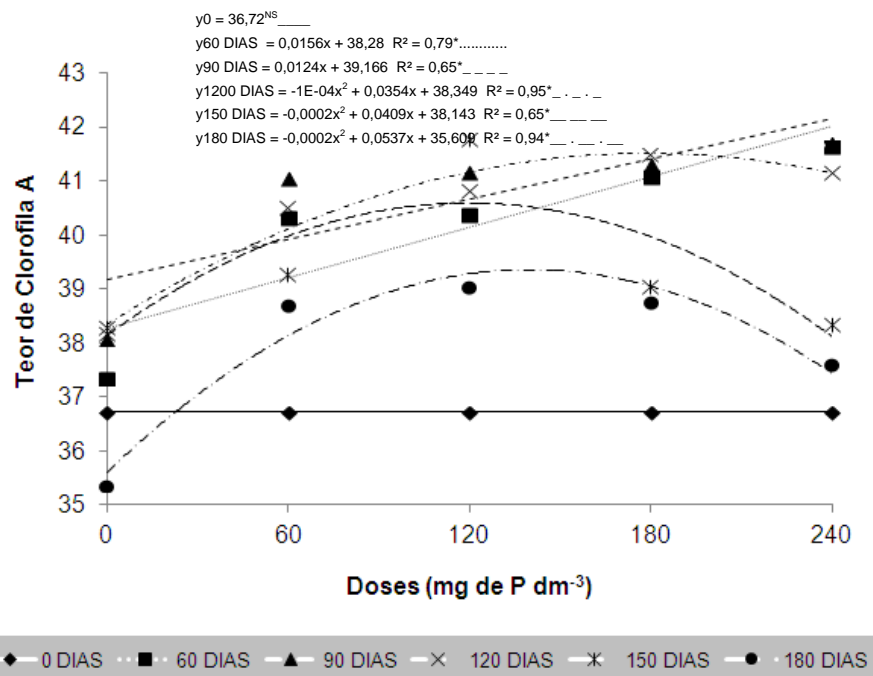
<sup>NS</sup>, \*\* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente.

Quando analisado o teor de clorofila *a* em função das épocas de avaliação observou-se que todas as doses apresentaram comportamento quadrático (Figura 5a), sendo que a dose zero apresentou menor teor em todas as épocas avaliadas. O pico máximo de clorofila *a* estimado foi de 41,28, 41,12 e 41,44 quando se utilizou as doses 120, 180 e 240 mg de P dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Entretanto, observou-se que com a utilização de 240 mg de P este pico foi alcançado aos 86 dias, enquanto que para as doses 120 e 180 foram alcançados aos 107 e 92 dias, respectivamente.



**Figura 5a.** Teor de clorofila *a* de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação

\* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente



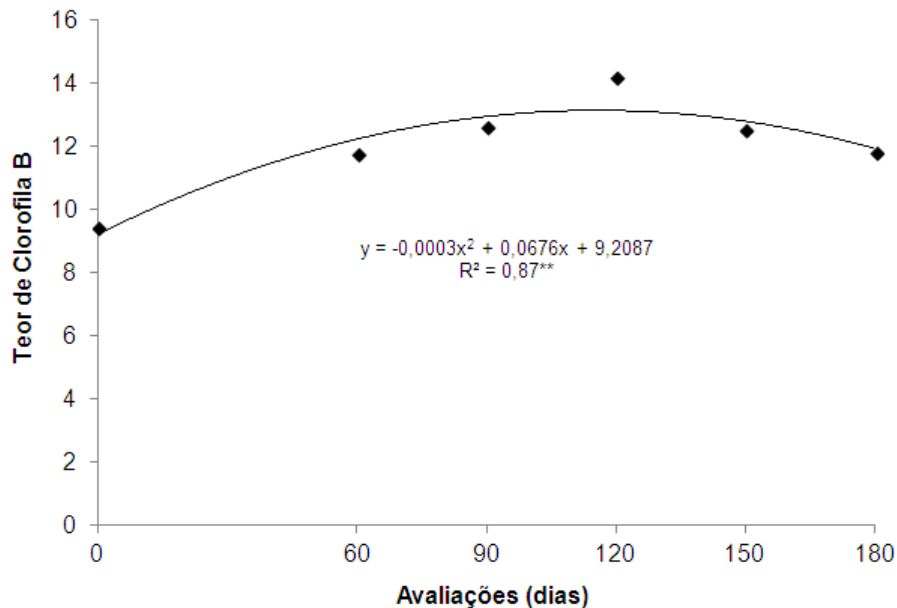
**Figura 5b.** Teor de clorofila *a* de mudas de camu-camu nas seis épocas de avaliação em função das diferentes doses de fósforo

<sup>NS</sup>, \* - Efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente.

Analisando em função das doses de fósforo constatou-se que aos 60 e 90 DAT a clorofila *a* apresentou comportamento crescente com incrementos de 0,0156 e 0,0124 por mg de P (Figura 5b). Com o decorrer do tempo o teor de clorofila *a* apresentou um comportamento quadrático.

De maneira geral, observou-se que o teor de clorofila *a* diminuiu com o tempo para todas as doses testadas. Sendo o maior teor de clorofila *a* estimado de 41,48 com a utilização de 177 mg de P dm<sup>-3</sup> aos 120 DAT; de 40,23 com a utilização de 102,25 mg de P dm<sup>-3</sup> aos 150 DAT e 39,21 com a utilização de 134,25 mg de P dm<sup>-3</sup> aos 180 DAT (Figura 5)

O teor de clorofila *b* apresentou efeito significativo somente em função do tempo, onde a mesma apresentou um comportamento quadrático (Figura 6), aumentando até alcançar o teor estimado de 13,02 aos 112 dias.



**Figura 6.** Comportamento do teor de clorofila *b* de mudas de camu-camu submetidas a diferentes doses de fósforo em função das épocas de avaliação.

\*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou ao comportamento do teor de P na parte aérea das mudas de camu-camu nas épocas de avaliação nas diferentes doses de P estudadas (Figura 7). Constatou-se que em todas as épocas em que foram aplicadas as maiores doses, as mudas apresentaram maior conteúdo de P.

O comportamento crescente do teor de clorofila *b* até aos 90 DAT deve ter ocorrido porque as mudas não responderam as doses de fosforo aplicado, pois as mesmas estavam se mantendo das reservas das sementes. A partir dos 120 DAT observou-se a resposta da adubação fosfata elevando o teor de clorofila *a* até 41,48 com a utilização estimada de 177 mg de P dm<sup>-3</sup>, depois a mesma diminui nas avaliações subsequentes consequência do esgotamento do fosforo disponível no substrato.

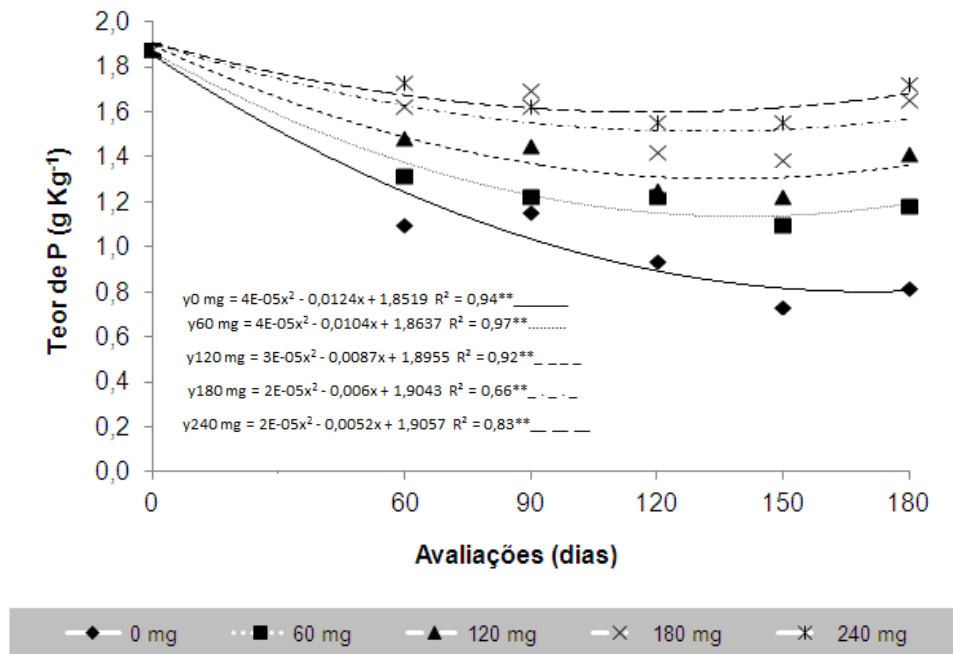
Resposta positiva também foi relatado por Souza et al. (2011) que verificaram elevação na concentração de clorofila com utilização de doses de P, que promoveu aumento de N no tecido foliar favorecendo a síntese de clorofila. Entretanto Martins e Pitelli (2000) constataram decréscimo dos índices de clorofila com aplicação de fósforo e Silva-Neto et al. (2011), quando avaliou teor de clorofila em pinhão-manso submetido a doses de fosforo, relata que o experimento não apresentou um nível de variância considerável quanto a taxa de clorofila das plantas.

Observou-se ainda o índice de clorofila *a* foi maior em relação à clorofila *b*. Tal observação ocorre devido a uma maior proporção do fotossistema I que é mais rico em clorofila *a*, esse fator está diretamente relacionado com a capacidade das plantas em maximizar a captura de luz em condições normais de luminosidade (CRITCHLEY, 1999).

O fósforo é crítico no metabolismo da planta, desempenhando um papel importante na transferência de energia celular, na respiração e na fotossíntese (GLASS et al, 1980; OZANNE, 1980; USADA; SHIMOGAWARA, 1993). A energia da luz absorvida pela clorofila durante a fotossíntese é armazenada em trifosfato de adenosina (ATP) e serve como fonte primária de energia exigida nos processos biológicos. O fósforo é também um componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomas e de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios. Por conseguinte, uma quantidade adequada de P é essencial desde as primeiras fases de crescimento da planta, pois sua deficiência pode reduzir tanto a respiração e a fotossíntese (GLASS et al., 1980 ). Plantas pobres em P diminuem a atividade fotossintética, consequentemente não conseguem manter o nível metabólico da folha aumentando sua taxa de senescência (BENBALLA E PAULSEN, 1998a, b).

Foram observadas diferenças significativas nos teores de fósforo na parte aérea das mudas nas diferentes doses utilizadas nos diferentes períodos de avaliação, com ajuste a equação quadrática. E, quanto maior a dose de fósforo aplicada maior o teor de fósforo na parte aérea da planta (Figura 7).





**Figura 7.** Teor de P na parte aérea de mudas de camu-camu nas cinco doses de fósforo em função das épocas de avaliação

\*\* - Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Observou-se que o teor de fósforo inicial foi maior que nos demais períodos, decrescendo com o passar do tempo decorrido, seguido de um leve aumento na concentração aos 180 DAT.

O maior teor de fósforo da avaliação inicial deve ter ocorrido pelo suprimento das sementes, pois altas concentrações de P na semente podem ser utilizadas para melhorar o abastecimento de início do crescimento da plântula e subsequente aumentar seu crescimento. Muitas plantas podem subsistir com o P contido na semente até cerca de duas semanas de crescimento. Em estudos usando P radioativo, Spinks e Barber (1948) observaram que não houve captação apreciável de P do solo até que as plantas de trigo completassem duas semanas de idade. Schjorring e Jensen (1984) relatou que, na ausência de P externo, o fornecimento unicamente pela semente assegurou o máximo peso fresco da raiz por uns sete dias de idade das mudas, mas o crescimento de sete a 12 dias após o transplante foi limitado pela deficiência de P. Concentrações de fósforo diminuem com o tempo, em plantas anuais, porque quanto à planta amadurece uma proporção crescente do seu peso seco é composto por tecidos estruturais e de armazenamento de baixo conteúdo de P.

## CONCLUSÕES

Mudas de camu-camu não respondem de forma diferenciadas às diferentes doses de fósforo até os 120 dias.

Após 120 dias, a adubação necessária para melhor crescimento inicial corresponde a faixa de 130,00 a 187,00 mg de P dm<sup>-3</sup> de solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.135-140, 2006.
- ABDUL-BAKI, A. A. Biochemical aspects of seed vigor. **Hortscience**, Alexandria, v.15, n.6, p.765-771, 1980.
- AKACHI, T.; YASUYUKI, S.; KAWAGUCHI, T.; TATSUYA, M. T.; SUGIYAMA, K. 1-methylmalate de Camu-camu (*Myrciaria dubia*) suprimida D-induzida por galactosamina lesão hepática em ratos. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**. v.74, p.573-578, 2010.
- ALBERTINO, A.; BARGE, A.; CRAVOTTO, G.; GENZINI, L.; GOBETTO, R.; VICENTI, M. Natural origin of ascorbic acid: Validation by <sup>13</sup>C NMR and IRMS. **Food Chemistry**, Barking, v.112, n.3, p.715-720, 2009.
- ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. DE J. D.; MENDONÇA, A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, p.206-215, 2000.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; PAULA, R. C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.877-885, 2005.
- ANDRADE, R. A.; JESUS, N.; MARTINS, A. B. G. Embebição e germinação de sementes de camu- camu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.4, p. 499-501. 2006.
- AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor test committee. Seed vigor testing handbook. Lincoln: **AOSA**, 1983. 88 p. (Contribution, 32).
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. de T. **Fósforo**. SBCS, Viçosa. Nutrição Mineral de Plantas, 432p. (Ed. FERNANDES, M. S.), 2006. 889p.
- BARBER, S. A. Application of phosphate fertilizers: methods, rates and time of application in relation to the phosphorus status of soils. **Phosphorus Agricultural**. v. 70, p.109–115. 1977.
- BARDALES, X. I.; CARRILLO, M. P.; HERNANDEZ, M. S.; BARRERA, J. A.; FERNANDEZ-TRUJILLO, J. P.; MARTINEZ, O. Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*), a new option for productive systems in the Colombian Amazonian region. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 773, p. 173-178, 2008.
- BASRA, A. S. **Seed quality. Basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Haworth Press, 1995. 389p.
- BASKIN, C. S.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Academic Press: London, 1998.
- BENBALLA, M.; PAULSEN, G. M. Efficacy of treatments for delaying senescence of wheat leaves: I. Senescence under controlled conditions. **Agronomy Journal**, v.90, p.329–332. 1998a.

- BENBALLA, M.; PAULSEN, G. M.. Efficacy of treatments for delaying senescence of wheat leaves: II. Senescence and grain yield under field conditions. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 332–338. 1998b.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2ª ed. New York: Plenum, 445p, 1994.
- BEWLEY, J. D.; HEMPEL, F. D.; McCORMICK, S.; ZAMBRYSKI, P. Reproductive Development. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. **American Society of Plant Phytologist**, Rockeville. 2000, p. 988-1043.
- BIRUEL, R. P.; PAULA, R. C.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.197-204, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 398 p.
- BRENCHLEY, W. E. The phosphate requirement of barley at different periods of growth. **Ann. Bot.** v. 43, p. 89–112. 1929.
- CARVALHO, A. dos S. **Ocorrência, distribuição geográfica e estudo fenológico de camucamuzeiro** (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) **no estado de Roraima**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5.ed. Jaboticabal, FUNEP, 590p. 2012.
- CASTAÑEDA, C.B.; RAMOS, Q. F.; IBÁÑEZ V. L. Avaliação da capacidade antioxidante de sete plantas medicinais peruanas. **Revista Horizonte Médico**. v. 8, n. 1, p. 56-72, 2008.
- CASTRO, A. F.; YUYAMA, K. **Avaliação do crescimento de mudas de camucamuzeiro** (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), **submetidas a adubação orgânica e mineral**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2004, Florianópolis. Anais. Florianópolis: SBF, 2004. Cd Rom.
- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. **Embebição e Reativação do Metabolismo**. In: Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira; Borghetti, F., orgs.) Artimed, Porto Alegre, 2004. 149-162 p.
- CATUNDA, P. H. A.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; POSSE, S. C. P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.65-71, 2003
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 4ª edição. Belém – Pará: Museu paraense Emilio Goeld – Coleção Adolfo Dicke / Companhia Souza Cruz Indústria e Comercio. 1988. 279p.
- CECONE, D. E.; POLETTO, I.; BRUN, E. J.; LOVATO, T. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Revista Cerne**, v. 12, n. 3, p. 292-299, 2006.

- CHAGAS, E. A.; BACELAR-LIMA, C. G.; CARVALHO, A. S.; RIBEIRO, M. I. G.; SAKAZAKI, R.T.; NEVES, L.C. Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2012.
- CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; PEDRESCHI, R.; CAMPOS, D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, v. 120, p. 1019-1024, 2010.
- COPELAND, L. O; MC DONALD, M. B. **Principles of seeds Science and tecnologia**. 2ª edição. Mineapolis: Burges. Publishing Compay, 320 p. 1985.
- CRITCHLEY, C. **Concepts in photobiology: photosynthesis and photomorphogenesis**. New Delhi: Narosa publishing House, 1999. 587 p.
- CUNHA, J. R; RIBEIRO, L. M. P.; ASEVEDO, K. C. S.; MACÊDO, C. E. C.; MAIA, J. M.; VOIGT, E. L. Germinação de girassol sob estresse hídrico induzido por PEG 6000. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS**, João Pessoa- PB, p.889-903. 2010.
- DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WENTZEL, C. T. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.
- DONINI, L. P.; CHAGAS, E. A.; VILENA, J. O.; CARVALHO, A. S.; PIO, R.; ARAÚJO, M. C. R.; NEVES, L. C.; MATTOS, P. S. R. **Avaliação intraespecífica de acessos de *Myrciaria dubia* provenientes do rio Urubu, região da Serra da Lua, RR**. Ainfo.cnptia.embrapa.br digital bitstream item 28049 1 camu-camu-variabilidade.pdf <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/877134/1/camucamuavaliacaointraespecificaSerradaLua.pdf>.
- ELLIOTT, D. E.; REUTER, D. J.; REDDY, G. D.; ABBOTT, R. J. Phosphorus nutrition of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) 1. Effect of phosphorus supply on plant symptoms, yield, components of yield, and plant phosphorus uptake. **Aust. J. Agric. Res.** v. 48, p. 855–867. 1997.
- ENCISO NARAZAS, R. M. **Propagación Del camu camu (*Myrciaria dúbia*) por injerto**. Lima: INIA, Programa de Investigación de Cutlivos Tropicales, 1992. 17p. (INIA. Informe Técnico, 0.2/2.3-1)
- FENNER, M. **Seed ecology**. London: Champman & Hall, 1993.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, S. A. N. Camu-camu. **Informativo SBF**, v. 5, n. 2, p. 11-12, 1986.
- FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes grau de umidade e temperatura. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v.25, n.3, p.400-404, 2003.
- FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de Pureza. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 145-148.

- FRAZÃO, D. A. C.; FIGUEIREDO, F. J. C.; CORREA, M. P. F.; OLIVEIRA, R. P. de; POPINIGIS, F. Tamanho de semente e sua influencia na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 1, p. 81-91, 1983.
- GENOVESE, M. I.; PINTO, M. S.; GONÇALVEZ, A. E. S.; LAJOLO, F. M. Compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutas exóticas e polpas congeladas comerciais do Brasil. **Food Science and Technology International**. v. 14, n. 1, p. 201-208. 2008.
- GENTIL, D. F. O. Conservação de sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh . Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 41 p. – Piracicaba, 2003.
- GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Preparação das sub-amostras, temperatura e período de secagem na determinação do grau de umidade de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 24, n. 2, p. 62-69, 2002.
- GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Tolerância a Dessecação e Viabilidade de Sementes de camu-camu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.2, p. 264-267, 2000.
- GENTIL, D. F. O.; SILVA, W. R.; FERREIRA, S. A. N. Conservação de sementes da (*Myrciaria dúbia* (Kunth) Mc Vaugh). **Bragantia**, v.63, n.3, p.421-430, 2004.
- GLASS, A. D. M.; BEATON, J. D.; BOMKE, A.. **Role of P in plant nutrition**. in Proceedings of the Western Canada Phosphate Symposium. The Western Canada Soils Coordinating Committee and the Western Canada Fertilizer. Association, Calgary, AB. Pages 357–368. 1980.
- GOMES, K. C. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N.F.; SILVA, S.R. Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco. **Revista Árvore**, v. 28, p. 785-792, 2004.
- GONÇALVES, A. E. S. S. **Compostos bioativos do camu-camu (*Myrciaria dúbia* Mc Vaugh): caracterização e atividade biológica**. 2012. 114 p. Tese (Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012.
- GONÇALVES, J. V. S.; ALBRECHT, J. M. F.; SOARES, T. S.; TITON, M. Caracterização física e avaliação da pré-embebição na germinação de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH). **Cerne**, v.14, n.4, p.330-334, 2008.
- GRIGIO, M. L. **Caracterização e conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (Kunth) Mc Vaugh)**. 2013. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Boa Vista: Universidade Federal de Roraima, 2013.
- GUTIERREZ, R. A. **Especies frutales nativas de la selva del Peru: estudio botánico e de propagación de semillas**. Lima, 1969. Tesis (Ingeniero Agrónomo) – Universidad Nacional Agraria. 1969.
- HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, v. 5, p. 231-247, 1991.
- HARRINGTON, J. F. **Seed storage and longevity**. In: KOZLOWSKI, T. T. Seed biology. New York: Academic Press, 1972 v. 3, 245p.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Storage. In: USDA Forest Services, Reforestation, Nurseries, e Genetics Resources, **TROPICAL TREE SEED MANUAL**, UK, 2003. Chapter. 3, p. 125-136.

- HOPPO, S. D.; ELLIOTT, D. E.; REUTER, D. J. Plant tests for diagnosing phosphorus deficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.). Aust. **J. Exp. Agric.** v. 39, p. 857–872. 1999.
- KLEIN, J.; ZUCARELI, V.; KESTRING, D.; CAMILLI, L.; RODRIGUES, J. D. Efeito do tamanho da semente na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 861-863, jul. 2007.
- KOSTER, K. L. Formação de vidro e tolerância à dessecação em sementes. **Plant Physiology**, v. 96, p.302-304, 1991
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANCA NETTO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETTO, J. B. (Orgs.). **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 218 p. 1999.
- KVIST, L. P.; ANDERSEN, M. K.; STAGEGAARD, J.; HESSELSON, M.; LLAPAPASCA, C. Extraction from woody forest plants in flood plain communities in Amazonian Peru: use, choice and conservation status of resources. **Forest Ecology and Management**. v. 150, p 147-174, 2001.
- LEANDRO, R. C.; COELHO, E. C. S.; YUYAMA, K.; VIANA, A. G. **Biometria de frutos e sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) nativo do Rio Negro, no estado do Amazonas**. 61º Congresso Nacional de Botânica 05 a 10 de Setembro de 2010 Manaus, Amazonas, Brasil. 2010.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – *Myrtaceae* armazenadas em câmara fria. **IHERINGIA, Série Botânica**. v. 65, n. 1, p. 25-33, 2010.
- LIMA, L. S. H.; FRANCO, E. T. H.; SCHUMACHER, M. V. Crescimento de mudas de *Euterpe edulis* Martius em resposta a diferentes doses de fósforo **Ciência Florestal**, v. 18, n. 4, p. 461-470, 2008.
- MAEDA, R. N.; ANDRADE, J. S. Aproveitamento do Camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 489-498. 2003.
- MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 26, v. 1, p. 70-74, 2006.
- MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, n. 27, p. 313-316, 2007.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495p.
- MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p. 133-149.

- MARCOS FILHO, J. **Testes de vigor: Importância e utilização.** In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETTO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap.1, p 1-21, 1999.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: ESALQ, 230 p. 1987.
- MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.C.P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.473- 482, 2000.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudos comparativos de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.
- MARTINS, C. M.; SEMENE, A. M.; CASTRO, M. M. et al. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolis (Básica *oleracea* L. var. itálica PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 96- 101, 2002.
- MARTINS, D.; PITELLI, R. A. Efeito da adubação fosfatada e da calagem nas relações de interferência entre plantas de soja e capim-marmelada. **Revista de Plantas Daninhas**, v.18, n.2, 2000.
- McDONALD JR, M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proc. Assoc. Offic. Seed Analises**, v.65, p.109-139, 1975.
- MELO, A. S. de.; GOIS, M. P. P.; BRITO, M. E. B.; VIEGAS, P. R. A.; ARAUJO, F. P. de.; MELO, D. L. M. F. de.; MENDONCA, M. C. da. Desenvolvimento de porta-enxertos de umbuzeiro em resposta a adubação com ureia e Superfosfato simples. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, mar/abr. 2005.
- NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas.** In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETTO, J. B. Vigor de sementes conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p.1-21.
- NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. S.; FREITAS, R. A.; BLUMER, L.; MUNIZ, M. F. B. Colheita e armazenamento de sementes de coentro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1793-1801, 2006.
- NEVES, O. S. C.; BENEDITO, D. S.; MACHADO, R. V.; CARVALHO, J. G. Crescimento, produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) cultivadas em solo de várzea, em função de diferentes doses de fósforo. **Revista Árvore**, v. 28, p. 343-349, 2004.
- NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 25-98.
- NYBORG, M.; MALHI, S. S.; MUMEY, G.; PENNEY, D. C.; LAVERTY, D. H. Economics of phosphorus fertilization of barley as influenced by concentration of extractable phosphorus in the soil. **Commun. Soil Science. Plant Anal.** v. 30, p. 1789–1795. 1999.



- OLIVEIRA, A. B. de; MEDEIROS-FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E; BRUNO, R. de L. A. Emergência de plântulas de *Copernicia hospita* Martius em função do tamanho da sementes, do substrato e do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 281-287, 2009.
- OZANNE, P. G. **Phosphate nutrition of plants – A general treatise.** in F. E. KHASAWNEH, E. C. SAMPLE, AND E. J. KAMPRATH, eds. The role of phosphorus in agriculture. ASA, Madison, WI. Pages 559–589. 1980.
- PENARIOL, A. L. **Efeito do teor de água de sementes de soja sobre os resultados do teste de condutividade elétrica.** 1997. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
- PICÓN BAOS, C.; DELGADO DE LA FLOR, F.; PADILHA TRUERBA, C. **Descriptores de camu-camu.** Lima: INIA. Programa Nacional de Cultivos Tropicales. 55pp (Informe técnico, 8). Programa Nacional de Cultivos Tropicales, Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuária, 1987.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Teste de Qualidade In: BORGUETTI, et al. (orgs.), **Germinação do básico ao aplicado.** São Paulo, Ed. ARTMED, 2004.
- PINEDO, R. A. **Manutenção dos atributos de qualidade do camu-camu (*Myrciaria dubia* KUNTH (Mc Vaugh)) destratado, durante armazenamento.** - Dissertação ({Mestrado}) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.
- PIVETTA, K. F. L.; SARZI, I.; ESTELLITA, M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** v. 8, nº 1, 1º Semestre, 2008.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** 8. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1985. 289p.
- POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, v. 10, n. 2, p. 81-100, 1986.
- QUEIROGA, V. P.; ARAUJO, M. E. R.; LIMA, V. I.; BRUNO, R. L. A. Tamanho das sementes de amendoim e seus efeitos sobre a germinação e vigor. In IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010. 2165 CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010.
- RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIM, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2071-2081, 1999.
- RIBEIRO, S. I.; MOTA, M. G. C.; CORREA, M. L. P. **Recomendações para o cultivo de camucamuzeiro no Estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazonia Oriental. Circular Técnica 31, 9 p. 2002.

- RODRIGUES, A. C. da C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. de O. D.; RIOS, A. P. S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano 4, n. 8, p. 1-15, 2006.
- RODRIGUES, R. B.; MENEZES, H. C.; CABRAL, L. M. C. An Amazonian fruit with a high potential as a natural source of vitamin C: the camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Fruits**, v.56, n. 5, p. 345-354, 2001.
- RODRIGUES, R. B. **Aplicação dos processos de separação por membranas para produção de suco clarificado e concentrado de Camu-camu (*Myrciaria dubia*)**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 146p. 2002.
- ROSSETTO, C. A. V.; NOVEMBRE, A. D. C.; MARCOS FILHO, J. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, na qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 1/2, p. 97-105, 1997.
- RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., JIMÉNEZ, J. P., CALIXTO, F. S., FILHO, J. M Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121. p. 996-1002, 2010.
- SANTANA, A. M. S.; CARVALHO, R. I. N. Viabilidade e capacidade de armazenamento de sementes de carqueja coletadas em três municípios do Paraná. **Scientia Agrária**, v.7, n.1 e 2, p.15-20, 2006.
- SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chysotricha* (Mart. Ex Dc) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand-(Bignoniaceae). **Ciência Florestal**, v.15, n.1, p.87-92, 2005.
- SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha – Euphorbiaceae) durante o armazenamento. **Scientia Forestalis**, n.74, p.87-94, 2007.
- SCAIFE, M. A.; SMITH, R. The phosphorus requirement of lettuce. II. A dynamic model of phosphorus uptake and growth. **Journal Agriculturae Science**. v. 80, p. 353–361. 1973.
- SCHJORRING, J. K.; JENSÉN, P. Phosphorus nutrition of barley, buckwheat and rape seedlings. I. Influence of seed-borne P and external P levels on growth, P content and 32P/31P-fractionation in shoots and roots. **Physiology Plant**. v. 61, p. 577–583. 1984.
- SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, v. 28, p. 149-155, 2004.
- SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A. **Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Cruz do Sul: Instituído pela Associação dos Fumicultores do Brasil. 28 p. 2002.
- SHUMAN, L. M. Mineral nutrition. In: WILKINSON, R. E., ed. *Plant-environment interactions*. New York, Marcel Dekker, p.149-182, 1994.

- SILVA, C. T. C.; ANDRADE, J. S.; Postharvest modifications in camu-camu fruit (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) in response to stage of maturation and modified atmosphere. **Acta Horticulturae**, n. 452, p. 23-26, 1997.
- SILVA, M. A.; SOBRAL, P. J. A. E.; KIECKBUSCH T. G. Os diagramas de estado liofilizado de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) polpa com e sem maltodextrina. **Journal and Food Engineering** v. 77, p. 426-432. 2006.
- SILVA-NETO, A. S.; LOPES, J. P. S.; BARBOSA, J. M.; SILVA, M. C.; ALCANFOR, P. X.; LEANDRO, W. M. **Teor relativo de clorofila de pinhão-manso submetido a doses de fosfato reativo em solos do cerrado goiano**. 63º SBPC. Goiania-GO, 10 de junho, 2011.
- SMIDERLE, J. O.; SOUSA, R. C. P. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agro@ambiente On-line**. v. 2, nº 2, p 61-63, 2008.
- SMIDERLE, O. J. **Camu-camu: fruto amazônico com mais vitamina C que o limão**. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/artigo/camu-camu-fruto-amazonico-com-mais-vitamina-c-que-o-limao> pesquisado em 21/03/2013.
- SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.38, n.4, p.343-349, Out.- Dez., 2007.
- SOARES, J. D. R.; RODRIGUES, F. A.; PASQUAL, M.; NAVES, V. L.; CHAGAS, E. A.; ASMAR, S. A. **Análise histoquímica de sementes de camu-camu**. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves –RS. 22-26 outubro 2012.
- SOUZA, G. S.; SILVA, J. S.; SANTOS, A. R.; GOMES, D. G.; OLIVEIRA, U. C. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em alfavaca cultivada sob malhas coloridas e adubação fosfatada. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, 2011.
- SOUZA, H. A. de.; MENDONCA, V.; ABREU, N. A. A. de.; TEIXEIRA, G. A.; GURGEL, R. F. L. da.; RAMOS, J. D. Adubação nitrogenada e substratos na produção de mudas de maracujazeiro doce. **Ciência Agrotecnica**, v. 31, n. 3, p. 599-604, maio/jun. 2007.
- SPINKS, J. W. T.; BARBER, S. A. Study of fertilizer uptake using radioactive phosphorus II. **Science Agricultural**. v. 28, p. 79–87. 1948.
- STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L.; MUNIZ, M. F. B.; WRASSE, C. F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.135-141, 2006.
- SUGUINO, E.; DE ARAUJO, P. S. R.; SIMÃO, S. **Cultivo de camu-camu** (*Myrciaria dubia*). Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação. Série Produtor Rural, n. 16, 37 p. 2001.
- TAKAHASHI, L. S. A.; ROCHA, J. N.; SOUZA, J. R. P. Revisão sobre produção e tecnologia de sementes de espécies medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.4, p.198-209, 2006.
- THEODOROU, M. E.; PLAXTON, W. C. As adaptações metabólicas da planta respiração à privação de fosfato nutricional. **Plant Physiol**, v. 101, p.339-344. 1993.

- TURNBULL, J. W. **Seed extraction and cleaning**. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang. Proceedings... Rome: FAO, 1975. p.135-151.
- USADA, H.; SHIMOGAWARA, K. Phosphate deficiency in maize. IV. Changes in amounts of sucrose phosphate synthase during the course of phosphate deprivation. **Plant Cell Physiol**. v. 34, p.767-770. 1993.
- VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLEN, D. L. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytologist**, 157:423-447, 2003.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo ABRATES**, v.17, n.1-3, p.76-83, 2007.
- VASQUEZ-CAICEDO, A. Camu-camu: a promising Amazonian fruit. **Fruit Processing**, v. 15, n. 1, p. 19-26, 2005.
- VENDRAMIN, D. W.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de pitangueira (*Eugenia uniflora* ( L.) (Myrtaceae). **Estudos Biológicos**. v. 35, n. 84, p.59-65, 2013.
- VERTUCCI, C. W. The kinetics of seed imbibition: controlling factors and relevance to seedling vigor. In: Stanwood, P.C. & McDonald, M.B. (eds.). Seed moisture. symposium sponsored by division c-4 and c-2 of the crop science society, Atlanta, 30 nov.1987. **Proceedings**. Madson: Crop Science Society, 1989. p.93-115. (Special Publication, 14).
- VERTUCCI, C. W.; LEOPOLD, A. C. Dynamics of imbibition by soybean embryos. **Plant Physiology**, v. 72, p. 190-193, 1983.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 164p. 1994.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de; SADER, R. Testes de vigor e suas disponibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 31-47. 1994.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOSWSKI, F. C. **Teste de condutividade elétrica**. In: KRZYZANOSWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. ABRATES, p. 4.1 - 4. 26. 1999.
- VIEIRA-JUNIOR, P. A.; SILVA, W. R.; VILLA NOVA, N. A.; DIAS, C. T. S.; SMIDERLE, O. J.; DOURADO-NETO, D.; CICERO, S. M. Estimativas do potencial total de água em sementes, usando modelos não lineares. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 87-92, 1999.
- VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. V.; MULLER, C. H.; DIAZ, C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazonia**. Lima:FAO. 27-83. 1996.
- VILLELA, F.A. et al. Estado energético da água na semente de milho no processo de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.95-100, 2003.
- WELTER, M. K.; MELO, V. P.; BRUCKNER, C. H.; GÓES, H. T. P.; CHAGAS, E. A.; UCHÔA, S. C. P. EFEITO DA APLICAÇÃO DE PÓ DE BASALTO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.

- WIELEWICKI, A .P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S.. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.191-197.2006.
- YEAGER, T. H.; WRIGHT, R. D. Response of *Ilex crenat Thunb. Helleri* to superphosphat-incorporated pine bark. **Hortscience**, Alexandria, v. 19, n. 7, p.823-826, july. 1984.
- YUYAMA, K. A cultura de camu-camu no Brasil **Revista Brasileira De Fruticultura** v. 33, n. 2 p.335-690, 2011.
- YUYAMA, K. A.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. *Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C*. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 1, p. 169-174. 2002a.
- YUYAMA, K.; MENDES, N. B.; VALENTE, J. P. Longevidade de sementes de camu-camu submetidas a diferentes ambientes e formas de conservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 601-607, Junho 2011
- YUYAMA, K.; SIQUEIRA, J. A. S. Efeito do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrcuaria dubia*). **Acta Amazônica**, v. 29, n. 4, p.647-650, 1999.
- YUYAMA, K.; YAYAMA, L. K. O.; VALENTE, J. P.; SILVA, A. C.; AGUIAR, J. P.L.; FLORES, W. B. C.; LIMA, C. G. B. C. **Camu-camu**. Jaboticabal: FUNEP, 50p. 2010.
- YUYAMA, L.K.O.; BARROS, S. E.; AGUIAR, J. L.; YUYAMA, K.; FILHO, D. S. F. Quantificação de fibra alimentar em algumas populações de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal); Camu-camu (*Myrciaria dubia* (KUNTH) MacVaugh) e Açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Acta Amazônica**, v. 32, n. 3, p. 491-497. 2002b.
- ZANATTA, C. F.; CUEVAS, E.; BOBBIO, F. O.; WINTERHALTER, P. E.; MERCADANTE, A. Z. Determinação de antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dubia*) por HPLC - PDA, HPLC - MS e RMN. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.53,p. 9531-9535, 2005.
- ZAPATA, S. M.; DUFOUR, J. P. Camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh: chemical composition of fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.61, n.3, p.349-351, 1993.