

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ERNANI AUGUSTO OCHEKOSKI MOSSANEK

INDUÇÃO DE PERFILHAMENTO EM MUDAS DE PUPUNHEIRA
(*Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson)

CURITIBA

2013

ERNANI AUGUSTO OCHEKOSKI MOSSANEK

**INDUÇÃO DE PERFILAMENTO EM MUDAS DE PUPUNHEIRA
(*Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Co-orientadores: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler
Dr. Ivar Wendling

CURITIBA

2013

M913 Mossaneck, Ernani Augusto Ochekoski

Indução de perfilamento em mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson) / Ernani Augusto Ochekoski Mossaneck. – Curitiba, 2012.

53 f. : il. : color.

Orientador: Katia Christina Zuffelato-Ribas

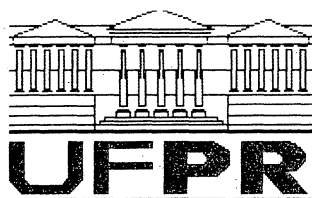
Co-orientador: Henrique Soares Koehler

Ivar Wendling

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal

1. Pupunheira – Propagação vegetativa. 2. Palmito.
I. Zuffelato-Ribas, Kátia Christina. II. Koehler, Henrique Soares.
III. Wendling, Ivar. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. V. Título.

CDU 582.521.11



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL




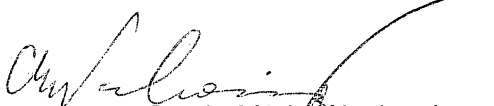
PARECER


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **ERNANI AUGUSTO OCHEKOSKI MOSSANEK**, sob o título “**INDUÇÃO DE PERFILHAMENTO EM MUDAS DE PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson)**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.


Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Curitiba, 23 de Maio de 2013.


Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa


Professora Dra. Cyntia Maria Wachowicz
Primeira Examinadora


Dr. Alvaro Figueredo dos Santos
Segundo Examinador


Professor Dr. Cicero Deschamps
Terceiro Examinador


Professora Dra. Katia Christina Zuffellato Ribas
Presidente da Banca e Orientadora

Em memória de Maria Drabik Ochekoski e
João Maria Mossanek.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pela oportunidade da vida e à minha pequena e unida família pelo amor, carinho, compreensão e apoio em minhas decisões.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Katia Christina Zuffellato-Ribas pela confiança depositada em mim para a realização desse projeto, pela paciência, dedicação e pelo bom exemplo de uma grande pesquisadora.

Aos meus co-orientadores Prof. Dr. Henrique Soares Koehler e Dr. Ivar Wendling pelo auxílio prestado ao longo da realização desse trabalho.

À todos os membros integrantes do Grupo de Estudo e Pesquisa em Estaquia (GEPE) por todos os bons momentos que passamos juntos, sempre aprendendo uns com os outros, e pelo auxílio durante as instalações dos experimentos.

À Profa. Dra. Cleusa Bona, ao técnico Nilson Belém Filho e todo o pessoal do Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica da UFPR pelo auxílio durante as análises anatômicas.

À Embrapa Florestas pelo espaço físico e recursos cedidos para a realização desse trabalho, em especial ao Décio, Joel, Nide e Vero pela amizade, risadas, ensinamentos e pela valiosa ajuda durante todo o período em que o trabalho foi desenvolvido.

Aos meus queridos amigos por todos os momentos de alegria e dedicação em tentar entender do que se tratava meu trabalho. À Elisa Barbieri pelo amor, carinho, apoio durante momentos difíceis e por me ajudar a ser uma pessoa melhor.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

RESUMO

Bactris gasipaes, popularmente conhecida como pupunheira, é uma espécie de palmeira pertencente à família Arecaceae. É cultivada em diversas regiões brasileiras, sendo o palmito o principal produto extraído dessa espécie. A principal característica da pupunheira é o perfilhamento, o que torna a cultura perene. Tendo em vista a escassez de estudos sobre técnicas de propagação vegetativa dessa espécie e que o aumento do número de perfilhos pode ajudar nessa metodologia, o presente estudo teve como objetivo a indução do perfilhamento em mudas de pupunheira submetidas a diferentes métodos de indução de perfilhamento, em 4 épocas distintas. Os experimentos foram conduzidos em estufa situada na Embrapa Florestas, município de Colombo – PR, utilizando mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* provenientes de sementes. Os tratamentos constituíram-se de: 1) arqueamento do caule; 2) arqueamento do caule e aplicação de 150 mg kg⁻¹ de citocinina (BAP); 3) arqueamento do caule e aplicação de 150 mg kg⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); 4) anelamento do caule; 5) testemunha. Foram realizadas quatro instalações, nas épocas de agosto e dezembro/2011 e abril e agosto/2012, por um período de 90 dias cada. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com 4 repetições por tratamento e 20 plantas por repetição. Também foram realizadas análises anatômicas na região do colo das plantas. Os tratamentos de arqueamento do caule foram ineficientes quanto à emissão de perfilhos, causando uma alta mortalidade das plantas. A maior mortalidade foi registrada para os tratamentos de arqueamento do caule com aplicação de reguladores vegetais, com 83,75% na época de instalação de dezembro/2011. O tratamento de anelamento apresentou baixa taxa de mortalidade (6,25%), igualando-se estatisticamente à testemunha. Em relação ao perfilhamento, o tratamento de anelamento diferiu estatisticamente da testemunha somente em agosto/2011, apresentando um total de 61,25% de mudas perfilhadas. Os resultados de sobrevivência para os tratamentos de arqueamento do caule foram baixos para as épocas de agosto e dezembro/2011, sendo o menor valor de 16,25% de mudas sobreviventes. Os resultados de sobrevivência para os tratamentos anelamento e testemunha foram altos, com a maior porcentagem para a testemunha na época de dezembro/2011 (88,75%). A indução do perfilhamento mostrou-se ineficiente quando aplicados os tratamentos de arqueamento do caule, sendo estes considerados muito invasivos. O tratamento de anelamento revelou um potencial em induzir o perfilhamento. As análises anatômicas realizadas possibilitaram caracterizar os tecidos na região do caule da espécie e a localização de seu meristema apical.

Palavras-chave: Arecaceae. Giberelina. Citocinina. Brotações laterais. Anatomia caulinar.

ABSTRACT

Bactris gasipaes, commonly known as peach palm, is a palm tree species which belongs to the Arecaceae family. It is cultivated in various regions of Brazil, being the heart of palm the main product obtained from this palm tree. The peach palm has the potential of emission of off-shoots, characterizing its cultivation as perennial. There are few studies about vegetative propagation technics for this species, and an improve of the numbers of off-shoots per palm plant could help enhance these methodologies. The present dissertation aimed to verify the induction of basal shoots in peach palm plants treated in 5 different off-shoots induction methodologies in 4 distinct months. The experiments were conducted in a greenhouse located at Embrapa Florestas, city of Colombo – PR, using young *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* plants originated from seeds. The treatments were: 1) stem camber; 2) stem camber and application of 150 mg kg⁻¹ of cytokinin (BAP); 3) stem camber and application of 150 mg kg⁻¹ of gibberellic acid (GA₃); 4) stem girdling; 5) witness. There were 4 experiments placed through 4 distinct months: August and December/2011 and April and August/2012, through a period of 90 days each. The experimental design was random with 4 repetitions per treatment and 20 plant per repetition. An anatomical analysis was conducted at the base of the stem of the plants. The stem camber treatments were inefficient in terms of basal shoots emission and causing great plant mortality. The highest mortality percentage was registered for the stem camber treatments with growth regulators (83.75%) in the month of december/2011. The girdling treatment presented a low mortality percentage (6.25%), being statistically equal to the witness treatment. For the variable emission of basal shoots, the stem girdling treatment was statistically different from the witness only for the month of August/2011, showing a percentage of 61.25 plants with off-shoots. The three stem camber treatments presented a low percentage of survival for the months of August and December/2011, being the minor value 16.25%. The results of the survival variable for the stem girdling and witness treatments were high, with the highest percentage for the witness being in the month of December/2011 (88.75%). The emission of off-shoots was inefficient when cambering treatments were applied, being considered too invasive. The girdling treatment showed a potencial to induce off-shoot emission. The anatomical analysis made provided a characterization of the plant stem tissues and the site of its meristematic apex.

Key words: Arecaceae. Gibberellic acid. Cytokinin. Basal shoots. Stem anatomy.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE TABELAS	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Caracterização botânica e origem da espécie <i>Bactris gasipaes</i>	12
2.2 Utilização e importância econômica	14
2.3 Propagação sexuada	16
2.4 Propagação vegetativa.....	17
2.4.1 Propagação vegetativa de pupunheira	19
2.5 Uso de reguladores vegetais na emissão de brotações laterais	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Indução do perfilhamento	23
3.2 Análises anatômicas	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Indução do perfilhamento	28
4.2 Análises anatômicas	43
5 CONCLUSÕES	47
6 REFERÊNCIAS	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. A – D: Metodologia dos tratamentos de arqueamento do caule25
- Figura 2 - *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. A – D: Metodologia dos tratamentos de anelamento do caule25
- Figura 3 - Aspecto geral de uma muda de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* (tratamento testemunha).26
- Figura 4 - Muda perfilhada de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* após 90 dias da instalação do experimento, sob a influência do tratamento de anelamento do caule31
- Gráfico 1 - Médias das temperaturas em estufa na Embrapa Florestas, durante o período de experimentação (agosto/2011 a novembro/2012). As barras horizontais correspondem às médias das temperaturas às quais as plantas permaneceram em estufa nas épocas de instalação de agosto/2011, dezembro/2011, abril/2012 e agosto/2012, respectivamente (Fonte: Embrapa Florestas, 2012).....38
- Figura 5 - Lâmina anatômica da região basal de uma muda de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. Pf: primórdio foliar; Ac: ápice caulinar; DME: células derivadas da endoderme meristemática; Pr: periciclo; Cv: córtex vascular; Cc: córtex caulinar44
- Figura 6 - *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. Comparação entre o local da aplicação do tratamento de anelamento (A) e a posição anatômica no meristema apical (B), em escala aproximada.46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Idades e médias das alturas e diâmetros de uma parcela de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* em cada época de instalação.....24
- Tabela 2 - Resultados da análise de variância para os percentuais de perfilhamento, mortalidade e sobrevivência de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 201228
- Tabela 3 - Resultados do teste de comparação de médias para porcentagens de mudas perfilhadas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 201229
- Tabela 4 - Resultados do teste de comparação de médias para porcentagens de mortalidade de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 201234
- Tabela 5 - Resultados do teste de comparação de médias para porcentagens de sobrevivência de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 201239

1. INTRODUÇÃO

Bactris gasipaes Kunth var. *gasipaes* Henderson, popularmente conhecida como pupunheira, é uma espécie de palmeira, composta por mais de um caule, denominado estipe. Seu caule é ereto, com altura variando entre 6 e 24 metros. Apresenta um crescimento cespitoso, em forma de touceira, com perfilhos que brotam da base do estipe principal, variando em número de 1 a 13 (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997; KULCHETSCKI; CHAIMSOHN; GARDINGO, 2001).

Seus frutos podem ser usados para a produção de bebidas, farinha e outros (CLEMENT, 1987). Entretanto, o principal produto explorado é o palmito, retirado do interior do estipe (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997). No Brasil, até o ano de 2003, a área plantada com palmeiras produtoras de palmito era de 10 mil ha, tendo no Estado do Paraná 463 ha de pupunheira. A produção de palmito no país, para o mesmo ano, foi de 160 mil t (RODRIGUES; DURIGAN, 2007).

A pupunheira destaca-se, dentre as palmeiras produtoras de palmito, por diversos aspectos. É uma planta de crescimento rápido, com alta produtividade e com potencial de perfilhamento. Esta última característica lhe confere uma grande vantagem, pois é possível manter a cultura perene (BOVI, 1998). Dessa maneira, a incidência da extração ilegal de palmito nativo pode ser diminuída com o aumento da produção e oferta de palmito pupunha. Assim, contribui-se com a redução do desmate da Floresta Atlântica (CHAIMSOHN *et al.*, 2002).

A propagação de pupunheira via sementes apresenta limitações em produção comercial. A maioria das sementes utilizadas são importadas do Peru, não havendo disponibilidade de sementes melhoradas. Além disso, a oferta de sementes é escassa, pelo fato da coleta dessas sementes ser realizada predominantemente entre os meses de dezembro e maio (NEVES *et al.*, 2008). A germinação ocorre num período entre 50 a 130 dias (FERREIRA; SANTOS, 1992; NEVES *et al.*, 2008). Após germinadas, as mudas podem permanecer por até 8 meses em viveiro, para então serem levadas a campo (FERREIRA, 2005). Além disso, sementes germinadas tardiamente e mudas que apresentem espinhos são descartadas, pois originam plantas de baixo interesse econômico (BOVI, 1998; NEVES *et al.*, 2008).

Para diminuir o tempo de produção de mudas, técnicas de propagação vegetativa podem ser empregadas. Utilizando qualquer parte do vegetal, é possível originar um indivíduo idêntico à planta matriz (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). Assim, é possível selecionar indivíduos com características produtivas de interesse, homogeneizando a população cultivada (HARTMANN *et al.*, 2011).

A pupunheira pode ser propagada vegetativamente utilizando seus perfilhos. Estes são retirados da planta matriz e colocados em leito de enraizamento, com ou sem reguladores vegetais (MOURA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997). GARCIA (1988) avaliou o efeito do regulador vegetal ácido indolbutírico no enraizamento de perfilhos de diferentes tamanhos, obtendo média de 31%. Contudo, TRACZ *et al.* (2009), estudando diferentes progênies de pupunheira, obtiveram porcentagens de até 26,6% de enraizamento de perfilhos, sem tratamentos com reguladores vegetais.

Fisiologicamente, a emissão e o crescimento de gemas laterais são regulados por uma complexa interação de hormônios, como as auxinas e citocininas. A aplicação exógena de citocinina pode estimular a divisão celular, resultando no brotamento de gemas axilares (TAIZ; ZEIGER, 2009). Outro regulador vegetal que promove a superação da dominância apical é a giberelina. Em plantas de mamoeiro, a administração de giberelina aliada à retirada da gema apical promoveu um incremento no número de brotações (ONO; GRANA JÚNIOR; RODRIGUES, 2004).

A técnica do anelamento consiste na remoção da casca do tronco ou de ramos, contendo vasos floemáticos, bloqueando temporariamente o fluxo de nutrientes no sentido das folhas para o resto da planta, resultando em um desbalanço hormonal (SARTORI; ILHA, 2005), o qual pode induzir brotações laterais. SANTIN *et al.* (2008) observaram que plantas adultas de erva-mate produzem novas brotações após terem seus troncos anelados.

A característica de perfilhamento da pupunheira, além de manter a cultura perene, possibilita a produção de novos indivíduos (BOVI, 1998). Blaak (1980), em estudos com essa espécie, demonstrou que a superação da dominância apical pela remoção da gema terminal resulta na emissão de perfilhos.

Assim, esse estudo teve como objetivo avaliar o potencial de perfilhamento de mudas de pupunheira em estufa, sob influência de diferentes métodos de indução de perfilhamento, aliado ao estudo anatômico do caule desta espécie, visando sua caracterização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização botânica e origem da espécie *Bactris gasipaes*

A espécie *Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson, popularmente conhecida como pupunheira, está agrupada taxonomicamente, segundo a classificação proposta pelo Grupo de Filogenia das Angiospermas (APG III) (2009), da seguinte maneira: Classe Commelinidae; Ordem Arecales; Família Arecaceae; Gênero *Bactris*; Espécie *Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson.

A Família Arecaceae, segundo Cronquist (1981), é colocada na Classe Liliopsida, sendo que na classificação APG II (2003), a Família é colocada no clado Commelinidae (SINGH, 2010). A espécie apresenta diversas sinonímias, como *Guilielma chontaduro* Triana, *Guilielma gasipaes* (Kunth) L.H. Bailey, *Guilielma insignis* Mart., *Guilielma speciosa* Mart., *Guilielma speciosa* var. *flava* Barb. Rodr., *Guilielma speciosa* var. *coccinea* Barb. Rodr., *Guilielma speciosa* var. *ochracea* Barb. Rodr., *Guilielma speciosa* var. *mitis* Drude, *Martinezia ciliata* Ruiz & Pavón (LORENZI *et al.*, 2004).

Ainda há incertezas sobre o local de origem de *B. gasipaes*. O táxon ancestral *Guilielma* pode ter se distribuído no noroeste da América do Sul, ao longo do sopé dos Andes, nas regiões da Bolívia, Equador, Panamá e Peru. Por meio de um processo de diversificação, algumas dessas espécies, ou híbridos entre elas, podem ter dado origem à pupunheira, a qual passou a ser cultivada e domesticada por povos Ameríndios (MORA-URPÍ, 1984; CLEMENT, 1987).

Bactris gasipaes é representada por palmeiras, cujos indivíduos alcançam alturas de até 24 m. Seu caule é do tipo estipe, com diâmetro variando entre 12 e 26 cm, cilíndrico, ereto e sem ramificações. Apesar disso, essas plantas apresentam um crescimento cespitoso, desenvolvendo mais de um caule por indivíduo, em um número que pode variar de 1 a 13. Estes se originam pelo desenvolvimento e crescimento de gemas laterais na base da planta, recebendo o nome de perfilhos. Em alguns indivíduos há a presença de espinhos recobrimdo os caules (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997).

A pupunheira apresenta diferentes tipos de folhas dependendo do estágio de maturidade em que se encontra. Durante seu período de juvenildade, são encontradas folhas bífidias; em contrapartida, folhas pinadas passam a ser emitidas quando a planta atinge um estado adulto (ROTHSCHUH, 1983). Essas folhas podem ser glabras ou com a presença de espinhos em todas as suas partes, tanto na face abaxial quanto na adaxial. A raquis foliar possui comprimento de 1,5 a 2,5 m, e a lâmina foliar de até 3 m, sendo dividida em até 240 folíolos arranjados irregularmente (LORENZI *et al.*, 2004).

A fase reprodutiva dos indivíduos de *B. gasipaes* é alcançada entre 4 a 5 anos após a germinação, culminando na emissão das inflorescências. Cada estipe pode produzir de 3 a 5 inflorescências. Estas se desenvolvem nas axilas foliares, sendo recobertas por uma bráctea revestida ou não por espinhos (ROTHSCHUH, 1983). Por ser uma espécie monóica, a inflorescência é constituída por flores masculinas e femininas, podendo, ocasionalmente, existir algumas flores hermafroditas. As flores estaminadas são de cor creme e com androceu composto por 6 estames. As flores pistiladas são amarelas ou raramente verdes, tri-carpelares, sincárpicas, uniloculares com estigma sésil. As flores masculinas são menores, porém encontram-se sempre em maior número, podendo representar até 50 vezes o número de flores femininas (FERREIRA, 2005).

O fruto é do tipo drupa, com coloração verde quando jovem e variando entre amarelo, alaranjado e vermelho quando maduro. Seu tamanho e formato são variáveis. Sua base pode ser ondulada, plana, truncada ou arredondada e seu ápice mamiforme, arredondado, pontiagudo ou truncado. Os frutos são organizados em rácimo, podendo conter até 764 frutos maduros por inflorescência. Frutos partenocárpicos (não fecundados) são comuns, sendo estes mais leves que os férteis. Devido a esta heterogeneidade encontrada nos frutos, indivíduos de pupunheira foram classificados em três raças distintas, baseadas no tamanho ou peso dos frutos: **microcarpa** – palmeiras que produzem frutos de até 20 g; **mesocarpa** – indivíduos com produção de frutos pesando entre 20 e 70 g; **macrocarpa** – pupunheiras apresentando frutos com peso entre 70 e 250 g (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997; FERREIRA, 2005).

2.2 Utilização e importância econômica

A pupunheira é utilizada há séculos por diversos povos para diferentes fins. Alguns produtos podem ser obtidos a partir de seus frutos, sendo utilizados na alimentação humana e também para a produção de ração para animais. Destes frutos é possível realizar a extração de óleos, produção de farinha, compotas e bebidas alcoólicas, além de seu consumo direto após o cozimento (CLEMENT, 1987).

Para a alimentação humana, a pupunheira é um componente muito importante na dieta das populações que a utilizam, pois seus frutos possuem um grande valor nutricional, apresentando altas concentrações de vitamina A e ácido ascórbico, ricos em proteínas e lipídeos (CAMACHO, 1969). Além disso, possuem grandes quantidades de óleo do tipo oléico-palmítico, encontrado em altas concentrações no seu mesocarpo, tornando a pupunheira uma alternativa ao óleo de dendê (CLEMENT; PÉREZ; van LEEUWEN, 2005).

A madeira retirada de seu caule tipo estipe é relativamente pesada e resistente a intempéries. Após beneficiada, pode ser utilizada para diversos fins, como fabricação de peças de artesanato, instrumentos musicais, pisos, além de ser usada na obtenção de celulose para papel, a qual pode ser transformada em celofane e crayon (MORA-URPÍ *et al.*, 1984; COUTO *et al.*, 1999; CHAIMSOHN, 2001).

Os restos de caules e folhas não utilizados em cultivos de pupunheira podem ainda ser utilizados como fertilizantes orgânicos. Há relatos de povos Ameríndios que utilizavam os longos espinhos dos caules para confeccionar agulhas para costura. Contudo, atualmente o palmito é o principal produto explorado na cultura dessa espécie de palmeira (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997).

O palmito extraído da pupunheira é encontrado no interior de seu estipe e pode ser classificado em dois tipos: o palmito verdadeiro apresenta-se em uma forma cilíndrica, composto de tenras bainhas foliares que envolvem as folhas em desenvolvimento acima da região meristemática apical; e o palmito caulinar, encontrado abaixo do meristema apical, formado por um tecido macio. O palmito caulinar possui um valor de mercado menor do que o palmito verdadeiro, e é

comercializado em diversos tamanhos e formatos (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997).

A industrialização do palmito de diversas espécies no Brasil teve início no ano de 1949 no município de Guaraqueçaba, litoral do Paraná, sendo o produto extraído principalmente da espécie *Euterpe edulis* (palmito Juçara). Essa atividade era predominantemente extrativista até o início da década de 90, resultando num declínio da população natural e tornando-a uma espécie ameaçada de extinção. Por volta do ano de 1995, lavouras de pupunha foram implantadas no Paraná, principalmente no litoral, contribuindo para a economia local e nacional. No ano de 2001 foi fundada a associação de produtores de palmito no município de Morretes – PR, com o intuito de apoiar e organizar o desenvolvimento dessa atividade (RODRIGUES; DURIGAN, 2007).

A área plantada e em produção no Brasil com palmeiras produtoras de palmito, durante o ano de 2003, foi estimada em torno de 10 mil ha. No Estado do Paraná, a área plantada foi estimada em 1.293 ha para o mesmo ano, sendo que deste total, 463 ha são de lavouras de pupunheira. Assim, a produção de palmito no Brasil foi estimada em 160 mil t ao ano (RODRIGUES; DURIGAN, 2007).

Ocorre uma expansão da atividade de produção de palmito nas áreas em que a pupunheira adaptou-se bem. No Paraná, contudo, as áreas plantadas com palmeira-real são maiores em relação às com pupunheira. Isso se deve ao fato da implantação de cultivos de palmeira-real ser mais barata. Porém, o cultivo de pupunheira tende a ser mais rentável a médio e longo prazo (RODRIGUES; DURIGAN, 2008).

O Brasil é o maior consumidor de palmito, sendo as regiões Sudeste e Sul as que apresentam maior demanda pelo produto. Em outros países como Estados Unidos, França, Espanha e Argentina, o consumo de palmito tem aumentado. As exportações feitas pelo Brasil no ano de 2007 totalizaram 2 847 t de palmito, volume inferior aos dos países concorrentes como Equador (22 mil t em 2006) e Costa Rica (10 mil t em 2006) (RODRIGUES; DURIGAN, 2008).

A pupunheira destaca-se dentre as outras palmeiras produtoras de palmito por diversos aspectos. É uma planta de crescimento rápido (precocidade), rústica, com alta sobrevivência em campo e com potencial de perfilhamento. Este último lhe confere uma grande vantagem, pois com o manejo dos perfilhos é possível uma

produção a longo prazo, tornando a cultura perene (BOVI, 1998). Além disso, o palmito de *B. gasipaes* não oxida como o do gênero *Euterpe*, tornando o produto fresco mais atrativo aos olhos do consumidor. Com o aumento da produção e oferta de palmito cultivado, é possível reduzir a extração ilegal de palmito nativo, contribuindo para a diminuição do desmate da Floresta Atlântica. Além disso, o cultivo da pupunheira é uma boa fonte de renda para pequenos produtores em sistemas de produção (CHAIMSOHN *et al.*, 2002). Assim, estabelece-se uma importância socioambiental para a cultura da pupunheira.

2.3 Propagação sexuada

O estágio de maturidade em plantas de pupunheira é iniciado pelo desenvolvimento e emissão das primeiras inflorescências, o que ocorre após um período de 4 a 5 anos subsequente à sua germinação (ROTHSCHUH, 1983). O número de frutos maduros formados por rácemo é variável, podendo chegar a até 764 unidades. Porém, nem todos estes desenvolvem sementes, sendo a partenocarpia comum para essa espécie. Os frutos partenocárpicos apresentam um tamanho menor ao serem comparados com frutos férteis (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997).

As flores de pupunheira são polinizadas por meio de insetos, pelo vento ou pela gravidade. O período de polinização – antese, receptividade floral e polinização propriamente dita – dura apenas 3 dias, tendo início com a abertura das flores femininas, as quais permanecem receptivas por mais de 24 horas. Durante o segundo dia, há a antese das flores masculinas, permitindo a liberação de pólen, e após 10 a 20 minutos inicia-se o processo de senescência destas flores estaminadas (MORA-URPÍ; SOLÍS, 1980).

B. gasipaes apresenta uma considerável auto-incompatibilidade, fazendo com que sua polinização seja predominantemente xenogâmica. Isso proporciona uma diminuição da endogamia e uma maior fertilização cruzada, aumentando a heterogeneidade gênica. Contudo, há um leve grau de autofecundação,

possibilitando que a espécie produza sementes no caso de não existirem agentes polinizadores suficientes nas proximidades (MORA-URPÍ; SOLÍS, 1980).

As sementes de pupunheira apresentam um problema em relação à germinação, pois estas são classificadas como recalcitrantes, não tolerando perda de umidade interna. Com um teor de umidade próximo a 30%, há uma redução na viabilidade e vigor destas sementes (FERREIRA; SANTOS, 1992). Quando não sujeitas à desidratação, contendo teores de umidade entre 47 e 38%, as sementes dessa espécie germinam de maneira relativamente satisfatória, com valores entre 59 a 84% (BOVI; MARTINS; SPIERING, 2004).

Villalobos e Herrera (1991), ao manterem sementes de pupunheira sob temperatura constante de 30° C, observaram que a germinação iniciou-se mais rapidamente do que em temperatura ambiente, alcançando 81,3% de sementes germinadas após 3 meses. Sob boas condições, a germinação de sementes de pupunheira inicia-se a partir dos 30 dias, estendendo-se até 120 dias. Porém, as plântulas originadas de sementes que completaram o processo germinativo após esse período devem ser eliminadas, pois formam mudas de baixo vigor vegetativo. Além disso, a alta variabilidade genética presente nessas sementes pode originar, com ocorrência de 5%, mudas com características não desejáveis, fazendo-se necessário o seu descarte. Um desses caracteres não desejáveis é a presença de espinhos no estipe e folhas das plantas, o que dificulta o manejo da cultura (EMPAER, 2008).

2.4 Propagação vegetativa

Entende-se por propagação vegetativa o processo de multiplicação ou produção de novos indivíduos por meio de partes assexuadas extraídas de matrizes, como células, tecidos e órgãos vegetais. Por não envolver processos de recombinação gênica, o indivíduo formado é um clone, conservando em si uma informação genética idêntica à da planta-mãe (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES; 2001; FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004; HARTMANN *et al.*, 2011).

Existem diversos métodos para a realização da técnica de propagação vegetativa. Os mais utilizados para fins de produções comerciais são os métodos da micropropagação, estaquia, miniestaquia, microestaquia e enxertia. Porém, existem outros menos difundidos como a alporquia, que não se enquadra em um sistema comercial (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

A propagação vegetativa oferece diversas vantagens para a produção vegetal. Com essa técnica é possível obter uniformidade da população propagada, melhor controle de desenvolvimento, fixação de genótipos, antecipação da floração, além de maior facilidade na propagação vegetal (HARTMANN *et al.*, 2011). Isso pode ser alcançado pela micropropagação, utilizando-se de técnicas de cultivo de células *in vitro*, ou pela macropropagação por meio de métodos como a estaquia e enxertia (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

De maneira natural, as plantas podem se reproduzir tanto de forma sexuada quanto assexuada. A reprodução sexuada caracteriza-se pela união de gametas, formados a partir da divisão meiótica, para a formação de um embrião que pode se desenvolver em um novo indivíduo. Já na reprodução assexuada ou propagação vegetativa, é possível gerar novas plantas por meio de estruturas somáticas retiradas de uma planta matriz (HARTMANN *et al.*, 2011).

Durante o processo de evolução, algumas espécies desenvolveram órgãos especializados para a sua própria propagação vegetativa natural. Assim, há uma economia energética na formação de uma nova planta, dispensando a produção de gametas, embriões e sementes (HARTMANN *et al.*, 2011). Dentre essas estruturas é possível citar os caules modificados que armazenam reservas como bulbos, cormos e tubérculos, além dos estolões, estruturas caulinares de crescimento horizontal. Há também as raízes modificadas como os rizomas e raízes tuberosas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

São conhecidos alguns métodos que utilizam órgãos de propagação vegetativa natural para a produção de novos indivíduos, em um âmbito comercial. É o caso da bananeira (*Musa spp.*), em que é utilizada a técnica da separação de rizomas. Seus caules subterrâneos, os rizomas, possuem gemas, as quais se desenvolvem e emitem novas brotações. Um pedaço desse rizoma contendo uma brotação é fracionado, tem suas raízes limpas e é então plantado novamente, formando um novo indivíduo (SOUZA; CORDEIRO; TRINDADE, 2000).

A pupunheira é uma das espécies que apresenta a característica de perfilhamento. Perfilhos são brotações originadas de gemas laterais que se desenvolvem a partir da base da planta, e seu número pode variar de 0 a 12 por indivíduo. A utilização dessas brotações é recomendada para fins de propagação vegetativa da espécie. Os perfilhos são retirados da planta-mãe e podem ou não conter raízes pré-formadas. Caso apresentem raízes, estes são plantados em recipientes para que as mesmas se desenvolvam, sobrevivendo para formar um novo indivíduo. Em contrapartida, perfilhos sem raízes podem receber tratamento com o regulador vegetal ácido indolbutírico (IBA) para promover o enraizamento (BARRUETO CID, 1986; GARCIA, 1988; MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997; TRACZ, 2005).

2.4.1 Propagação vegetativa de pupunheira

Na cultura de *Bactris gasipaes*, a espécie pode ser propagada vegetativamente de duas maneiras: 1) pela micropropagação, com a cultura de tecidos; e 2) por meio da separação e transplante de perfilhos. Porém, nenhuma destas técnicas é desenvolvida e aplicada em práticas comerciais, sendo a propagação via sementes ainda a mais utilizada (ROTHSCHUH, 1983; MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997; STEINMACHER; CLEMENT; GUERRA, 2007).

Os perfilhos originados pelas brotações laterais na base da árvore de pupunheira podem ser removidos da planta-mãe e transplantados para viveiros. Estes, dependendo de seu estado de desenvolvimento, podem ou não apresentar raízes adventícias formadas. Caso não apresente, o enraizamento pode ocorrer pela aplicação de reguladores vegetais, em casa de vegetação por um período de 2 a 3 meses. Após esse período, o perfilho deve ficar em condições de sombra para então ser levado a campo (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997). Assim, a espécie é propagada formando uma nova muda com as mesmas características e carga genética idênticas à da planta matriz (ROTHSCHUH, 1983).

Em um estudo sobre a propagação de pupunheira, perfilhos foram extraídos de plantas matrizes em campo, transplantados para recipientes e mantidos em casa

de vegetação. Após 3 meses de experimentação, foi avaliada a sobrevivência dos perfilhos, obtendo resultados que variaram de 54,1% a 72,9% (PINEDO-PANDURO; MELÉNDEZ-TORRES, 1993). Da mesma maneira, ao estudar a propagação vegetativa de pupunheira por meio de perfilhos, Rengifo (1993) obteve resultados de até 40% de sobrevivência após 330 dias da retirada e plantio dos perfilhos. O autor também recomenda o uso de perfilhos com alturas variando entre 20 e 40 cm.

Em outro trabalho visando a propagação vegetativa de pupunheira, a sobrevivência dessas brotações laterais foi influenciada pela presença ou ausência de raízes no momento de sua extração da planta-mãe. Após 90 dias em leito de enraizamento, observou-se a mortalidade de 100% de perfilhos extraídos sem raízes. Enquanto que 38% dos perfilhos extraídos com raízes sobreviveram ao final do mesmo período de tempo (TRACZ, 2005).

Com o intuito de aumentar essa porcentagem de sobrevivência, é possível utilizar a técnica de desmame antes da retirada e transplante dos perfilhos. Nesse método, o perfilho é destacado da planta com o auxílio de uma ferramenta cortante, e é deixado no mesmo lugar (em campo) por um certo período de tempo antes de ser transplantado. Assim, é possível que este se regenere de injúrias causadas durante a extração, aumentando as chances de posterior sobrevivência. É recomendada para esse método a utilização de perfilhos com tamanho entre 30 e 60 cm e que estes sejam mantidos em desmame por, no mínimo, 30 dias antes do transplante definitivo (FLORES; YUYAMA; SILVA, 2012).

Há indicações na literatura de que é possível utilizar perfilhos sem raízes para a propagação vegetativa dessa espécie, sendo que o enraizamento destes pode ser induzido com a aplicação de reguladores vegetais. Barreto Cid (1986) avaliou o efeito do regulador vegetal ácido indolbutírico (IBA) na indução de raízes em perfilhos de pupunheira, obtendo resultados de até 46% de enraizamento. Embora o percentual seja baixo, verificou-se a viabilidade da técnica.

Apesar da aplicação do regulador vegetal IBA promover o enraizamento, não é recomendado o seu uso em perfilhos que já apresentem raízes no momento da sua extração, pois esse regulador não influencia o incremento do volume radicial (PINEDO-PANDURO; MELÉNDEZ-TORRES, 1993). Além disso, recomenda-se que os perfilhos coletados sejam transplantados em até 2 dias (RENGIFO, 1993).

Com maiores estudos e pesquisas sobre a propagação vegetativa de *Bactris gasipaes* será possível entender melhor o uso de perfilhos na propagação de plantas dessa espécie, a fim de aumentar a sobrevivência dessas brotações após sua retirada da planta matriz e posterior transplante (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997).

Blaak (1980) demonstrou que há a possibilidade de mudas de pupunheira emitirem novas brotações laterais caso a dominância apical seja superada. Após 6 semanas da remoção da gema apical, as plantas emitiram perfilhos, enquanto que as plantas controle, sem a remoção da gema apical, não desenvolveram brotações. Contudo, algumas plantas sem influência de tratamentos apresentaram novos perfilhos. Isso demonstra o potencial genético da espécie em perfilhar espontaneamente, além da variabilidade genética entre as unidades experimentais, pelo fato do material ser proveniente de sementes.

2.5 Uso de reguladores vegetais na emissão de brotações laterais

A emissão de brotações laterais em espécies vegetais pode ser alcançada pela superação da dominância apical. Isso ocorre porque há uma grande concentração endógena do hormônio vegetal ácido indolil-3-acético (IAA) nas células da gema apical, o qual inibe o desenvolvimento das gemas laterais (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O início da dominância apical e sua superação pode ser dividido em 4 etapas: 1) formação da gema lateral; 2) imposição da inibição do crescimento da gema lateral; 3) superação da dominância pela remoção da gema apical; 4) desenvolvimento da gema lateral. Assim, a dominância apical é superada pela retirada da gema apical, diminuindo a concentração de IAA endógeno e permitindo que ramos laterais sejam emitidos (CLINE, 1997).

São documentados diversos experimentos e técnicas em que reguladores vegetais são aplicados em algumas plantas para promover a emissão de brotações laterais. No caso do mamoeiro, aplicações de giberelina, citocinina e ambos em conjunto, promoveram a emissão de brotações laterais quando comparados à

testemunha (aplicação de água). Nas plantas tratadas, houve um incremento de brotações que variou em número de 4 a 60, enquanto que a testemunha não emitiu novas brotações laterais (ONO; GRANA JÚNIOR; RODRIGUES, 2004).

Em árvores de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Bitencourt (2009) avaliou o efeito do anelamento aliado à aplicação do regulador vegetal citocinina (benzilaminopurina - BAP), veiculado via vaselina, na emissão de novas brotações. Nas árvores tratadas com BAP, observou-se que houve um aumento no número de brotações por árvore, apesar de não diferir estatisticamente das árvores somente aneladas. Esse aumento pode estar associado ao efeito fisiológico da citocinina.

Sabe-se que as citocininas, quando aplicadas exogenamente, promovem o desenvolvimento de gemas vegetativas pelo seu efeito de multiplicação e alongamento celular (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; TAIZ; ZEIGER, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Indução do perfilhamento

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, no município de Colombo – PR, entre os meses de agosto/2011 e dezembro/2012. Mudas de *Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson, oriundas de sementes, foram obtidas de viveirista do município de Garuva – SC, conveniado à Embrapa Florestas. As mudas tiveram suas folhas secas removidas e foram transplantadas em vasos plásticos de 1,7 L, contendo como substrato uma mistura de terra e substrato comercial a base de casca de pinus na proporção de 1:1. A este substrato foi incorporada uma adubação de base, seguindo protocolo da Embrapa Florestas: superfosfato simples (4000 g m^{-3}), sulfato de amônia (800 g m^{-3}), cloreto de potássio (200 g m^{-3}) e FTE BR-12 (1000 g m^{-3}).

As mudas permaneceram acondicionadas em estufa, a qual apresentava as seguintes dimensões: comprimentos de 6,65 m x 7,90 m e alturas de 2,20 m no perímetro e 4,40 m na parte média. Todo o exterior da estufa possui cobertura de placas de vidro translúcido e teto protegido por uma rede em caso de chuva de granizo. Em seu interior, o sistema de irrigação é composto por 9 microaspersores distribuídos igualmente em três linhas de tubulação. A pressão de água da rede é de $2,0 \text{ kg cm}^{-2}$, com vazão de 67 L h^{-1} . A irrigação foi acionada nos períodos de dias quentes, às 11h, 14h e 16h por 8 minutos; e nos períodos de dias frios a irrigação ocorreu quando necessária.

As mudas foram submetidas a cinco tratamentos, descritos a seguir, visando a emissão de brotações laterais (perfilhos):

1. Arqueamento do caule: consistiu no arqueamento do caule, realizado a uma distância de aproximadamente 2 cm acima do colo da planta. Foi aplicada, ao longo da região arqueada, uma fina camada de pasta de vaselina sem regulador vegetal incorporado (Figura 1);
2. Arqueamento do caule + BAP: consistiu no arqueamento do caule, realizado a uma distância de aproximadamente 2 cm acima do colo da

planta. Foi aplicada, ao longo da região arqueada, uma fina camada de pasta de vaselina contendo o regulador vegetal citocinina (BAP), na concentração de 150 mg kg^{-1} (Figura 1);

3. Arqueamento do caule + GA_3 : consistiu no arqueamento do caule, realizado a uma distância de aproximadamente 2 cm acima do colo da planta. Foi aplicada, ao longo da região arqueada, uma fina camada de pasta de vaselina contendo o regulador vegetal ácido giberélico (GA_3), na concentração de 150 mg kg^{-1} (Figura 1);
4. Anelamento do caule: consistiu no anelamento feito por meio do estrangulamento do caule com arame inoxidável, realizado a uma distância de aproximadamente 2 cm acima do colo da planta (Figura 2);
5. Testemunha: plantas sem a influência de tratamentos (Figura 3).

Após 60 dias da instalação do experimento, as mudas passaram a receber, semanalmente, adubação complementar em solução (25 mL por vaso), visando suprir a perda de nutrientes lixiviados pela irrigação, seguindo protocolo da Embrapa Florestas. A solução foi composta da seguinte maneira: sulfato de amônio (4 g L^{-1}), superfosfato triplo (4 g L^{-1}), FTE BR-12 (1 g L^{-1}) e cloreto de potássio (4 g L^{-1}).

Os experimentos foram conduzidos por um período de 90 dias, sendo realizadas avaliações quinzenais para a análise das seguintes variáveis:

- Perfilhamento: presença ou ausência de perfilhos nas plantas;
- Mortalidade: plantas com tecidos totalmente necrosados;
- Sobrevivência: plantas vivas mas com ausência de perfilhamento.

Foram realizadas quatro instalações em épocas distintas: agosto e dezembro de 2011 e abril e agosto de 2012, sendo que todos os experimentos seguiram a mesma metodologia. Para cada época de instalação, foram aferidos a altura e diâmetro de uma parcela de 50 plantas aleatórias, com suas médias expostas na Tabela 1, bem como a idade de cada lote de mudas a partir da data de semeadura. A altura foi aferida a partir do colo da planta até a extremidade da folha mais alta.

Tabela 1 – Idades e médias das alturas e diâmetros de uma parcela de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* em cada época de instalação.

	Agosto/2011	Dezembro/2011	Abril/2012	Agosto/2012
Idade	13 meses	10 meses	13 meses	19 meses
Altura (cm)	59,69	37,01	57,04	63,42
Diâmetro (cm)	1,51	1,04	1,37	1,41

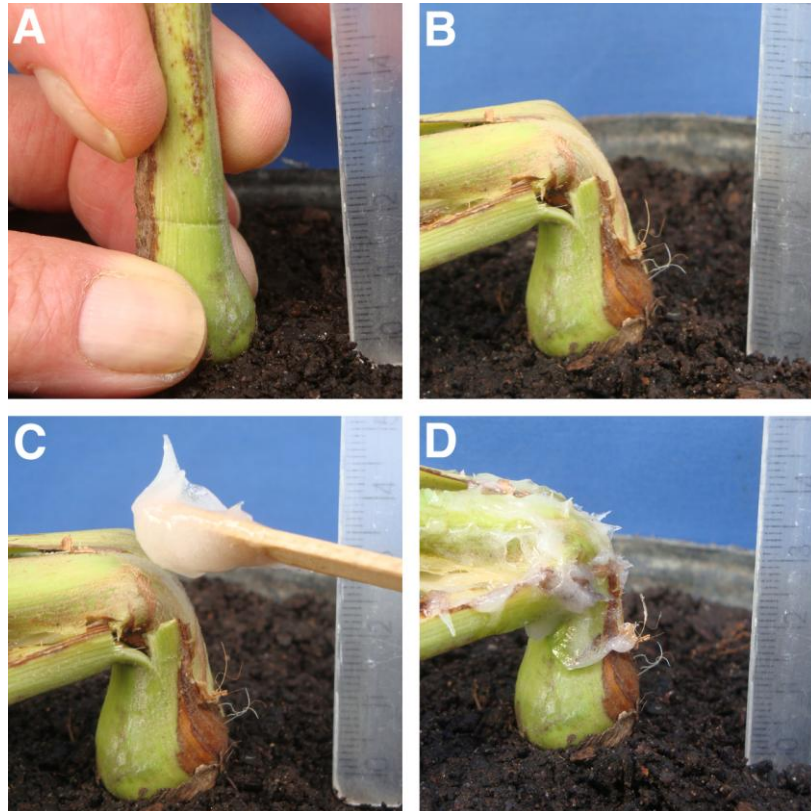


Figura 1 – *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. A – D: Metodologia dos tratamentos de arqueamento do caule.

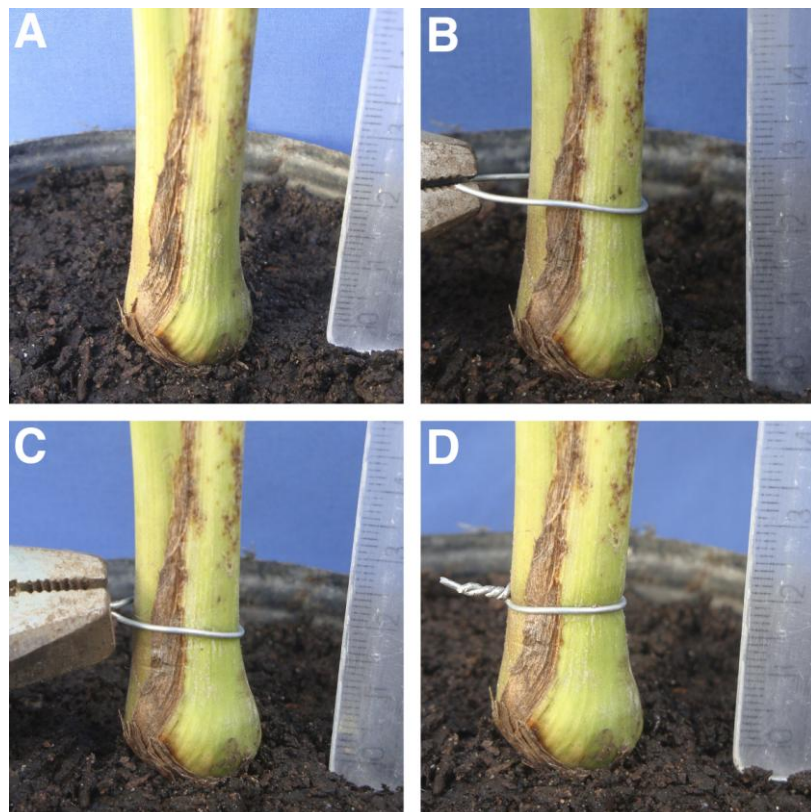


Figura 2 – *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. A – D: Metodologia do tratamento de anelamento do caule.



Figura 3 – Aspecto geral de uma muda de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* (tratamento testemunha).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, num arranjo fatorial de 4x5 (4 épocas de instalação x 5 tratamentos), com quatro repetições contendo 20 plantas por unidade experimental, totalizando 400 mudas por instalação.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

3.2 Análises anatômicas

Os procedimentos de análises anatômicas foram executados no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica da UFPR, Curitiba – PR. Para isso, algumas mudas de pupunheira foram selecionadas, com a finalidade de analisar e caracterizar anatomicamente a região do caule da espécie. A seguir, a região do colo de cada planta foi coletada, sendo este material fixado em FAA 70 (formaldeído ácido acético 70%) por 24 horas e conservado em álcool 70% até o momento de seu uso.

Após sua fixação, o material vegetal foi infiltrado e incluído em polietileno (polietilenoglicol 1500), formando cubos sólidos. Essas amostras seguiram para a microtomia, sendo seccionados em micrótomo rotatório (Olympus CUT 4055) em uma espessura de 20 μm . Os melhores cortes foram selecionados para a sua coloração e montagem das lâminas.

Os cortes foram corados seguindo a metodologia proposta por Kraus e Arduin (1997), utilizando-se do corante safrablau para a identificação de celulose e lignina nos tecidos celulares.

As lâminas foram montadas de maneira semipermanente com gelatina-glicerinada, posicionando uma lamínula sobre o corte e vedando-a com esmalte incolor. O registro dos cortes foi feito em microscópio Olympus BX40 com dispositivo de captura de imagem digital Olympus DP71 acoplado, em objetiva de menor aumento (4x).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Indução do perfilhamento

Os resultados da análise de variância (Tabela 2) demonstraram que, para todas as variáveis analisadas, houve interação significativa entre os cinco tratamentos aplicados e as quatro épocas em que os experimentos foram instalados.

Tabela 2 - Resultados da análise de variância para o percentual de perfilhamento, mortalidade e sobrevivência de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 2012

Fontes de variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio		
		Perfilhamento	Mortalidade	Sobrevivência
Tratamentos (A)	4	143,21**	772,23**	266,51**
Época (B)	3	45,10**	88,28**	111,91**
Interação A x B	12	9,38**	22,46**	36,37**
Erro	60	1,79	2,88	1,97
Total	79			
Coeficiente de variação (%)		46,97	15,65	25,32
Teste de Bartlett (X^2)		18,49 ^{ns}	30,80 ^{ns}	27,35 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

^{ns} não significativo

Para a variável analisada porcentagem de mudas perfilhadas, os tratamentos de arqueamento do caule, com e sem aplicação de reguladores vegetais, não diferiram estatisticamente, tanto entre si quanto entre as épocas de instalação (Tabela 3). Dentre estes, o maior resultado foi obtido para o tratamento de arqueamento do caule sem aplicação de regulador vegetal, na época de instalação do mês de agosto de 2011, com 15% de mudas perfilhadas. Para o tratamento de anelamento do caule, o maior percentual de mudas perfilhadas (61,25%) foi observado para a época de instalação do mês de agosto/2011 (Tabela 3). Em relação ao tratamento testemunha, os maiores resultados, para a variável perfilhamento, foram obtidos para as épocas de instalação dos meses de agosto/2011 (37,50%) e agosto/2012 (28,75%), não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3).

Ainda sobre a variável porcentagem de mudas perfilhadas, o maior resultado obtido para a época de instalação do mês de agosto/2011 foi observado para o tratamento de anelamento do caule, com 61,25% de mudas perfilhadas (Tabela 3). Para as demais épocas de instalação, os maiores resultados, para a variável perfilhamento, foram observados para os tratamentos anelamento e testemunha, não diferindo estatisticamente entre si em cada época (Tabela 3).

Analisando os resultados obtidos para os três tratamentos de arqueamento do caule, nota-se que a aplicação de reguladores vegetais, tanto citocinina quanto giberelina, aliados ao arqueamento do caule, não resultam em efeitos positivos quanto à emissão de brotações laterais. Isso é justificado pelo fato de que ambos os tratamentos com a presença desses reguladores vegetais apresentaram resultados estatisticamente iguais ao do tratamento de arqueamento do caule sem aplicação de reguladores vegetais (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados do teste de comparação de médias para porcentagens de mudas perfilhadas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 2012

Tratamentos	Épocas de instalação				Médias
	Agosto/2011	Dezembro/2011	Abril/2012	Agosto/2012	
Arqueamento	15,00 A c	2,50 A b	7,50 A b	3,75 A b	7,86
Arqueamento + BAP	5,00 A c	0,00 A b	5,00 A b	0,00 A b	2,50
Arqueamento + GA ₃	2,50 A c	0,00 A b	3,75 A b	0,00 A b	1,56
Anelamento	61,25 A a	17,50 C a	33,75 B a	27,50 BC a	35,00
Testemunha	37,50 A b	11,25 C ab	22,50 BC a	28,75 AB a	25,00
Médias	24,25	6,25	14,50	12,00	
Coeficiente de variação (%)	46,97				

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Estudos feitos com plantas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) demonstraram que a aplicação exógena dos reguladores vegetais citocinina e giberelina, com e sem a retirada da gema apical, promovem o desenvolvimento de brotações laterais. A aplicação combinada destes dois reguladores vegetais resulta em um maior número de brotações laterais, tornando desnecessária a retirada da gema apical (ONO *et al.*, 2004).

A superação da dominância apical em plantas pode ser alcançada pela sua exposição a reguladores vegetais, como citocininas e ácido giberélico. O crescimento de gemas laterais é promovido pela aplicação de citocininas, e seu desenvolvimento promovido pela aplicação de giberelina (CLINE, 1997).

Teoricamente, uma intervenção na planta para a retirada da gema apical, aliada à aplicação dos reguladores vegetais citocinina e/ou giberelina, resultaria em efeitos fisiológicos de desbalanço hormonal que promoveriam o desenvolvimento de brotações laterais. Porém, este efeito não foi observado para a espécie *Bactris gasipaes*, nas condições em que este trabalho foi conduzido.

Segundo Taiz & Zeiger (2009), em condições normais, o hormônio vegetal IAA é produzido pelas células da gema apical, aumentando a sua concentração nessa região da planta. Esse elevado nível de auxina regula a presença do hormônio ácido abscísico (ABA) nas gemas laterais, mantendo-o em uma alta concentração e inibindo o desenvolvimento dessas gemas. Além disso, a presença de auxina inibe a expressão de genes envolvidos na biossíntese do hormônio vegetal citocinina, diminuindo sua concentração endógena. A ação da citocinina estimula a atividade de divisão celular e, com a retirada da gema apical, os níveis de citocinina aumentam nas gemas laterais, promovendo o desenvolvimento de um novo ramo. Da mesma maneira, a presença de giberelina nessas gemas, além de estimular o alongamento celular, também promove a divisão celular. Com isso, o aumento das concentrações de citocinina e giberelina nas gemas laterais estimula o brotamento de ramos laterais.

Os resultados dos tratamentos de anelamento e testemunha diferiram estatisticamente entre si somente na época de instalação do mês de agosto/2011, para a variável perfilhamento, sendo estes os maiores resultados encontrados dentre todas as épocas de instalação (Tabela 3). Para esta época, o tratamento de anelamento resultou em um total de 61,25% de plantas perfilhadas (Figura 4), em comparação ao tratamento testemunha que apresentou somente 37,50% de mudas perfilhadas. Os menores resultados para estes dois tratamentos foram observados na época de instalação do mês de dezembro/2011 com 11,25% (testemunha) e 17,50% (anelamento) de plantas perfilhadas.



Figura 4 – Muda perfilhada de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* após 90 dias da instalação do experimento, sob a influência do tratamento de anelamento do caule.

A prática do anelamento consiste na interrupção do fluxo floemático e, conseqüentemente, de fotoassimilados e outros metabólitos orgânicos das partes mais altas para as partes mais baixas da planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009). Com isso, gera-se um desbalanço hormonal da razão auxina/citocinina. Há um aumento da concentração de auxina e carboidratos na parte superior à região anelada e um aumento da concentração de citocininas na parte inferior. Isso ocorre pois a síntese de auxina é feita nas partes superiores e transportada para as regiões inferiores, enquanto que a citocinina é sintetizada nas raízes e transportada para as partes restantes da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Esse desbalanço hormonal na relação auxina/citocinina causado pelo aumento na concentração de citocinina na parte inferior da região anelada estimula a emissão e desenvolvimento de brotações laterais (ZIMMERMANN; BROWN; TYREE, 1974; HARTMANN *et al.*, 2011). Além disso, o estresse imposto pela prática do anelamento pode causar distúrbios na planta que a levem a emitir novas brotações como uma estratégia de sobrevivência (LARCHER, 2004).

A técnica de anelamento é muito usada em árvores de erva-mate visando a emissão de novas brotações para obter ramos rejuvenescidos e utilizá-los em estaquia, a fim de resgatar materiais genéticos de interesse. Santin *et al.* (2008) e Bitencourt (2009), ambos em trabalhos com árvores de erva-mate, demonstraram que o anelamento do tronco destas plantas é uma técnica eficiente para a emissão de novas brotações.

Neste trabalho, a técnica de anelamento realizada em mudas de pupunheira foi eficiente somente para a época de instalação do mês de agosto/2011, apresentando, para a variável perfilhamento, um resultado superior ao observado nas plantas do tratamento testemunha (Tabela 3). Contudo, nas demais épocas de instalação, os resultados foram, para a mesma variável, estatisticamente iguais entre as plantas aneladas e as do tratamento testemunha.

Para o tratamento de anelamento do caule, a porcentagem de mudas perfilhadas na época de instalação de agosto/2011 (61,25%) apresentou-se estatisticamente diferente das demais épocas. Em abril/2012, o tratamento de anelamento apresentou 33,75% de mudas perfilhadas, sendo este estatisticamente igual ao percentual da época de agosto/2012 (27,50%). E esta última época de instalação também foi estatisticamente igual ao do mês de dezembro/2011 (17,50%) (Tabela 3).

O maior percentual de perfilhamento apresentado pelo tratamento de anelamento para a época de instalação de agosto/2011 em relação ao tratamento testemunha, pode ser explicado pela heterogeneidade gênica das mudas. Como não há controle sobre a genética das sementes que deram origem às mudas utilizadas nesse trabalho, pode-se inferir que as plantas utilizadas para a instalação do experimento na época de agosto/2011 possuem uma carga genética que favorece o perfilhamento em resposta ao tratamento de anelamento. Além disso, os resultados apresentados pelas plantas do tratamento anelamento nas épocas de agosto/2011 e

agosto/2012 diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3). Com isso, pode-se descartar a influência ambiental na diferença dos resultados, já que as épocas de instalação foram as mesmas, mas em anos diferentes.

Para o tratamento testemunha, a época de instalação do mês de agosto/2011 apresentou um percentual de 37,50% de mudas perfilhadas. Este foi o maior valor observado dentre todas as épocas avaliadas para esta variável, mas estatisticamente igual ao resultado obtido para a época de instalação de agosto de 2012 (28,75%). Esta última época de instalação também é estatisticamente igual à do mês de abril/2012 (22,50%) quanto ao percentual de plantas perfilhadas. Por fim, o percentual de perfilhamento no mês de instalação de abril/2012 também foi estatisticamente igual ao do mês de dezembro/2011 (11,25%) (Tabela 3).

Os resultados obtidos para a variável perfilhamento, nos tratamentos anelamento e testemunha, apresentaram valores significativamente diferentes entre as épocas de instalação. A disparidade nos resultados dessa variável entre as épocas de instalação pode estar atrelada à grande variabilidade genética das sementes que deram origem às mudas. Como não há controle sobre a genética das mudas recebidas para as instalações realizadas nesse trabalho, pode-se supor que o potencial de perfilhamento de plantas de pupunheira, nas condições em que os experimentos foram conduzidos, é uma característica ligada à genética da planta.

Em plantios comerciais de pupunheira, algumas características morfológicas da espécie são observadas para que, no momento da repicagem das mudas, seja possível selecionar somente as plantas que apresentem fenótipos desejáveis ao produtor. As mudas descartadas são as que apresentam espinhos ao longo das folhas, devido à dificuldade no posterior manejo da cultura, plântulas albinas, malformadas e as provenientes de germinação tardia, esta última por gerar indivíduos de desenvolvimento e produção indesejáveis (NEVES *et al.*, 2008). Além disso, outros caracteres morfológicos também são de interesse para a cultura, porém estes não são visualizados logo após a germinação. Clement e Bovi (2000) classificaram essas características em medidas que denominaram de vegetativas e produtivas. Dentre as medidas vegetativas estão: altura da folha bandeira, número de folhas, diâmetro da planta, área foliar, biomassa foliar e número de perfilhos.

Pelo fato de não existirem protocolos de propagação vegetativa para *Bactris gasipes* (MORA-URPÍ; WEBER; CLEMENT, 1997), as mudas comerciais são

quase que exclusivamente oriundas de sementes procedentes da Amazônia brasileira e peruana (NEVES *et al.*, 2008). Essa espécie apresenta, em seu processo de formação de sementes, uma polinização cruzada. Isso gera um alto nível de segregação genética, causando heterogeneidade na formação das mudas e, conseqüentemente, na área de cultivo (BOVI, 1998). Assim, uma variabilidade genética e da expressão das características de interesse acima citadas são detectadas nos plantios estabelecidos (CLEMENT; BOVI, 1999).

Em relação à variável mortalidade, o menor resultado para o tratamento de arqueamento do caule sem regulador vegetal foi observado para a época de abril/2012, com 20% de plantas mortas, diferindo estatisticamente das demais épocas (Tabela 4). Da mesma maneira, o menor resultado para o tratamento de arqueamento do caule com aplicação de BAP foi observado para a época de abril/2012, com 50% de plantas mortas, diferindo estatisticamente das demais épocas (Tabela 4). Já para o tratamento de arqueamento do caule com aplicação de GA₃, o menor resultado de mortalidade foi observado nas épocas de instalação dos meses de abril e agosto de 2012, não diferindo entre si, com 56,25% e 65% de plantas mortas, respectivamente (Tabela 4). Por fim, ambos os tratamentos de anelamento e testemunha apresentaram resultados que não diferiram estatisticamente entre as épocas de instalação, sendo os melhores resultados obtidos na época de dezembro/2011, com 0% de mudas mortas (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultados do teste de comparação de médias para porcentagens de mortalidade de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 2012

Tratamentos	Épocas de instalação				Médias
	Agosto/2011	Dezembro/2011	Abril/2012	Agosto/2012	
Arqueamento	61,25 B a	81,25 A a	20,00 D b	43,75 C b	51,56
Arqueamento + BAP	72,50 A a	83,75 A a	50,00 B a	76,25 A a	70,63
Arqueamento + GA ₃	76,25 AB a	83,75 A a	56,25 C a	65,00 BC a	70,31
Anelamento	6,25 A b	0,00 A b	2,50 A c	1,25 A c	2,50
Testemunha	6,25 A b	0,00 A b	1,25 A c	3,75 A c	2,81
Médias	44,50	49,75	26,00	38,00	
Coeficiente de variação (%)			15,65		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Ainda em relação à variável mortalidade, os menores resultados obtidos em todas as épocas de instalação foram observados para os tratamentos de anelamento e testemunha. As porcentagens de mortalidade apresentadas para estes dois tratamentos não diferiram entre si em todas as épocas, sendo os menores resultados os da época de dezembro/2011, com 0% de mudas mortas em ambos os tratamentos (Tabela 4).

Os três tratamentos de arqueamento do caule não diferiram estatisticamente entre si, para a variável mortalidade, nas épocas de instalação dos meses de agosto e dezembro de 2011 (Tabela 4). Na época de instalação do mês de agosto/2011 a maior porcentagem de mortalidade foi de 76,25% (arqueamento do caule + GA₃) e a menor foi de 61,25% (arqueamento do caule sem regulador vegetal). Para a época de instalação de dezembro/2011 a maior porcentagem de mortalidade foi de 83,75% (arqueamento do caule + GA₃ arqueamento do caule + BAP) e a menor de 81,25% (arqueamento do caule sem regulador vegetal).

Levando em consideração as porcentagens de mortalidade apresentadas pelos três tratamentos de arqueamento do caule, pode-se afirmar que, nas épocas de instalação dos meses de agosto e dezembro de 2011, a presença dos reguladores vegetais citocinina e giberelina não influenciou na morte das plantas, visto que os valores apresentados pelos tratamentos com a presença de reguladores vegetais não diferiram do tratamento sem a adição de regulador vegetal.

Os experimentos foram conduzidos em um ambiente relativamente controlado (estufa) e não foram encontradas infestações por fungos ou outros patógenos, em nenhuma das plantas, durante o período de experimentação. A alta taxa de mortalidade apresentada por esses três tratamentos pode ser atribuída ao estresse resultante da injúria mecânica causada nas plantas pelo arqueamento do caule.

Estresses bióticos e abióticos, tais como ataques de patógenos, alagamento e injúrias causadas aos tecidos das plantas podem induzir a produção e liberação do hormônio vegetal gasoso etileno pelas células vegetais. A síntese de etileno induzida por estresse pode resultar em respostas de defesa da planta como senescência acelerada e abscisão de órgãos afetados (ABELES, 1973).

Quando há a síntese de etileno induzida por estresse, a concentração desse hormônio nas células vegetais aumenta. Por ser um gás, o etileno difunde-se

facilmente pelos espaços intracelulares, afetando outros tecidos e órgãos da planta, causando, assim, seu efeito fisiológico de senescência (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para os meses de abril e agosto de 2012, ambos os tratamentos de arqueamento do caule com a aplicação de reguladores vegetais não diferiram estatisticamente entre si, para a variável mortalidade, mas foram estatisticamente diferentes do tratamento de arqueamento de caule sem aplicação de regulador vegetal (Tabela 4). Este último tratamento apresentou menores taxas de mortalidade para as épocas de instalação dos meses de abril (20%) e agosto de 2012 (43,75%).

As citocininas são consideradas como sendo hormônios vegetais da juvenilidade. Contudo, em diversas espécies vegetais, a concentração do hormônio citocinina pode induzir e aumentar a síntese de etileno (MATTOO; HANDA, 2004). Porém, descarta-se este efeito como a causa da mortalidade apresentada pelas plantas do tratamento de arqueamento do caule + BAP nos meses de instalação de abril e agosto de 2012, pois esses percentuais são estatisticamente iguais aos apresentados pelas plantas do tratamento de arqueamento do caule + GA3 para ambas as épocas de instalação acima citadas. Assim, pode ser que a mortalidade das plantas nesses dois tratamentos foi causada pela liberação de etileno pelas células vegetais em decorrência da injúria causada pelo arqueamento do caule.

Em relação à mortalidade apresentada pelo tratamento de arqueamento do caule sem a adição de regulador vegetal para as épocas de instalação dos meses de abril e agosto de 2012, aceita-se a mesma hipótese de morte celular pela liberação de etileno. Da mesma maneira, a injúria causada pelo arqueamento do caule induziu a liberação de etileno pelas células vegetais danificadas, levando à senescência e morte celular (ABELES, 1973; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Deve-se levar em consideração o estado e nível de senescência em que as plantas do tratamento de arqueamento do caule sem adição de regulador vegetal encontravam-se ao final dos experimentos nas épocas de instalação dos meses de abril e agosto de 2012. Essas plantas, em sua maioria, apresentavam-se sem suas folhas ou com estas em estado avançado de senescência. Porém, muitas dessas plantas não foram consideradas como mortas, pois ainda apresentavam tecidos vivos na região do caule próximo ao colo da planta. Assim, supõe-se que o processo de senescência continuaria, culminando na morte das plantas. Pelo fato dos experimentos serem delimitados por um período de execução de 90 dias, os

resultados de mortalidade apresentados para o tratamento de arqueamento do caule sem adição de regulador vegetal, nas épocas de instalação em questão, foram menores do que o esperado. Assim, justifica-se a diferença dos resultados de mortalidade apresentados entre os tratamentos de arqueamento do caule sem e com adição de reguladores vegetais para as épocas de abril e agosto de 2012.

Analisando isoladamente cada um destes três tratamentos de arqueamento do caule, observa-se que há diferenças significativas nas porcentagens de mortalidade entre as épocas de instalações. Para o tratamento sem aplicação de regulador vegetal, todos os resultados diferem quanto às épocas de instalações, sendo que a menor taxa foi observada para o mês de abril/2012, com apenas 20% de mudas mortas. Para o tratamento de arqueamento do caule com aplicação de BAP, somente a época de instalação do mês de abril/2012 diferiu estatisticamente das demais, sendo esta a que apresentou a menor taxa de mortalidade (50%). Já nas demais épocas, os resultados não diferiram entre si. E em relação ao tratamento de arqueamento do caule com aplicação de GA₃, as porcentagens de mortalidade entre os meses de instalação de agosto/2011 e dezembro/2011 não diferiram estatisticamente entre si. A época de instalação de agosto/2012 apresentou resultados estatisticamente iguais aos do mês de agosto do ano anterior (2011) para as porcentagens de mortalidade. Além disso, a porcentagem de mortalidade do mês de instalação de abril/2012 foi a menor dentre as quatro épocas (56,25%), não diferindo estatisticamente da época de instalação do mês de agosto/2012.

Os resultados de mortalidade apresentados pelos tratamentos de arqueamento do caule para a época de instalação do mês de abril/2012 são os menores se comparados aos resultados das demais épocas. Isso pode ser explicado pela média de temperaturas (Gráfico 1) às quais as plantas foram expostas durante o período em que o experimento foi conduzido. A média de temperatura para a época de instalação do mês de abril/2012 também foi a menor (17,68° C) se comparada às médias de temperaturas das outras épocas.

A exposição das plantas a uma menor temperatura ambiental diminui suas taxas respiratórias e fotossintéticas, interferindo em outros processos metabólicos (Taiz & Zeiger, 2009). Nessa situação, a síntese de etileno, derivada do estresse por injúria mecânica, também é diminuída, fazendo com que os tecidos vegetais sejam

afetados em menor escala. Com isso, o processo de senescência se dá de maneira mais lenta.

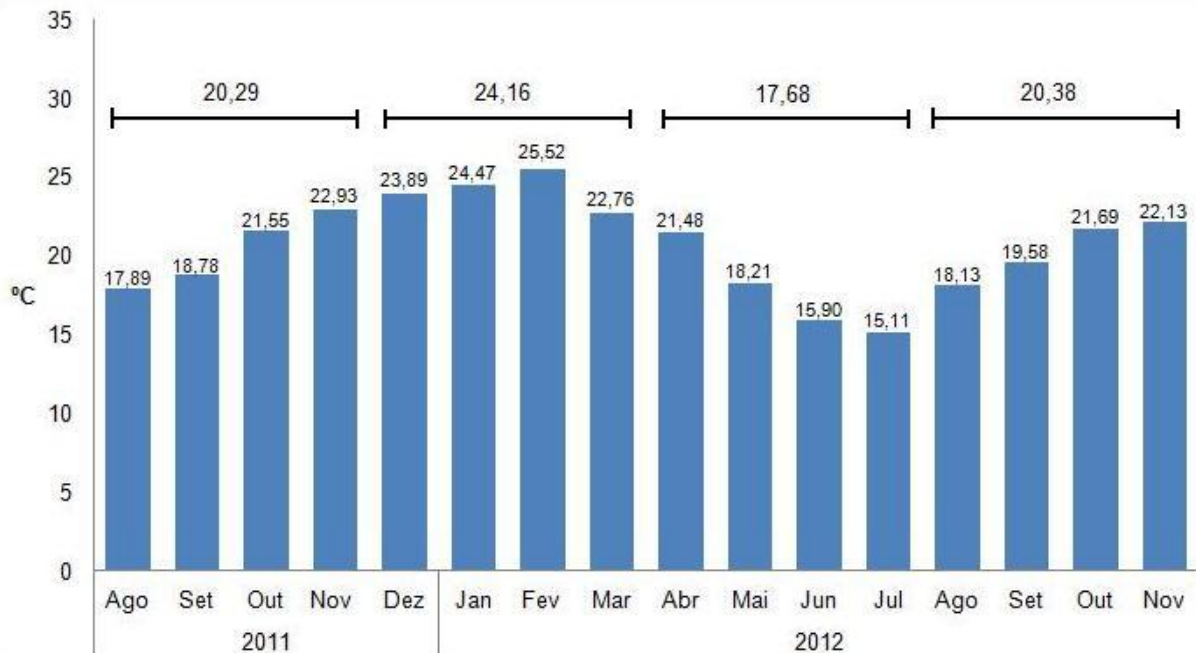


Gráfico 1 – Médias das temperaturas em estufa na Embrapa Florestas, durante o período de experimentação (agosto/2011 a novembro/2012). As barras horizontais correspondem às médias das temperaturas às quais as plantas permaneceram em estufa nas épocas de instalação de agosto/2011, dezembro/2011, abril/2012 e agosto/2012, respectivamente (Fonte: Embrapa Florestas, 2012).

Diferentemente da época de instalação do mês de abril/2012, a época do mês de dezembro/2011 foi a que apresentou as maiores médias de mortalidade para os tratamentos de arqueamento do caule (Tabela 4). Esse resultado também pode ser explicado pela maior média de temperaturas às quais as plantas desses tratamentos foram expostas durante o período em que o experimento foi conduzido. A média de temperatura para a época de instalação do mês de dezembro/2011 foi a maior (24,16° C) dentre todas as outras épocas (Gráfico 1).

Com a exposição das plantas a uma temperatura ambiental maior, as taxas respiratórias aumentam, refletindo no aumento de outros processos metabólicos (Taiz & Zeiger, 2009). Consequentemente, a síntese de etileno resultante do estresse por injúria mecânica também aumenta, e os tecidos vegetais são afetados em uma maior escala. Isso resulta em um processo de senescência e um percentual de mortalidade mais elevado.

A baixa mortalidade das plantas inseridas no tratamento de anelamento do caule demonstra que, em comparação aos tratamentos de arqueamento do caule, essa técnica foi pouco invasiva, sem comprometer a integridade das plantas.

Os tratamentos de anelamento do caule e testemunha não diferiram estatisticamente entre si, para a variável mortalidade, independente do mês de instalação. Além disso, esses mesmo tratamentos não diferem estatisticamente se comparados isoladamente entre as épocas de instalações. A maior taxa de mortalidade observada foi de 6,25% na época de instalação do mês de agosto de 2011, tanto para o tratamento de anelamento, quanto para a testemunha.

Podas de raízes não são recomendadas no ato do transplante de mudas de pupunheira, assim como é recomendado o cuidado para que as mesmas não sofram danos durante esse processo (EMPAER-MT, 2008; NEVES *et al.*, 2008). Assim, há a possibilidade de erro no momento do transplante. Durante esse processo, as raízes de algumas mudas podem ter sofrido injúria, afetando o seu desenvolvimento.

Para a variável sobrevivência, dentre todos os tratamentos, somente a testemunha diferiu estatisticamente dos demais na época de instalação de agosto/2011, sendo este o tratamento com a maior porcentagem de sobrevivência no referido mês (56,25%) (Tabela 5). Para a época de instalação do mês de dezembro/2011, os resultados dos tratamentos de anelamento do caule e testemunha foram estatisticamente iguais entre si, diferindo dos demais. Ainda para a mesma época de instalação, os três tratamentos de arqueamento do caule também não diferiram entre si. A maior porcentagem de sobrevivência para esta época de instalação foi encontrada no tratamento testemunha (88,75%) (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados do teste de comparação de médias para porcentagens de sobrevivência de mudas de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*, submetidas a tratamentos de arqueamento com e sem a aplicação de regulador vegetal e anelamento do caule, em quatro diferentes épocas. Curitiba – PR, 2012

Tratamentos	Épocas de instalação				Médias
	Agosto/2011	Dezembro/2011	Abril/2012	Agosto/2012	
Arqueamento	23,75 B b	16,25 B b	72,50 A a	52,50 A ab	41,25
Arqueamento + BAP	22,50 B b	16,25 B b	45,00 A bc	23,75 AB c	26,88
Arqueamento + GA ₃	21,25 AB b	16,25 B b	40,00 A c	35,00 AB bc	28,13
Anelamento	32,50 B b	82,50 A a	63,75 A ab	71,25 A a	62,50
Testemunha	56,25 B a	88,75 A a	76,25 AB a	67,50 AB a	72,19
Médias	31,25	44,00	59,50	50,00	
Coeficiente de variação (%)		25,32			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

O maior valor de sobrevivência encontrado para a época de instalação do mês de abril de 2012 foi o do tratamento testemunha, totalizando 76,25% de mudas sobreviventes. Porém, o resultado deste tratamento não diferiu estatisticamente dos tratamentos de anelamento e arqueamento do caule sem aplicação de reguladores vegetais. O resultado do tratamento de anelamento do caule também é estatisticamente igual ao do arqueamento do caule com aplicação de BAP (Tabela 5). A menor porcentagem de mudas sobreviventes foi obtida no tratamento de arqueamento do caule com aplicação de GA₃ (40%), não diferindo estatisticamente do tratamento de arqueamento do caule com aplicação de BAP (Tabela 5).

Para a época de instalação do mês de agosto de 2012, o tratamento de anelamento do caule foi o que apresentou o maior resultado para a variável sobrevivência, com 71,25%. Porém, o resultado deste tratamento foi estatisticamente igual aos dos tratamentos testemunha e arqueamento do caule sem aplicação de regulador vegetal. Este último tratamento também não diferiu estatisticamente do tratamento de arqueamento do caule com aplicação de GA₃ (Tabela 5). A menor taxa de sobrevivência para esta época de instalação foi observada para o tratamento de arqueamento do caule com aplicação de BAP, com 23,75% de plantas sobreviventes, sendo que este resultado foi estatisticamente igual ao do tratamento de arqueamento do caule com aplicação de GA₃ (Tabela 5).

Analisando cada um dos tratamentos, observa-se que, para o tratamento de arqueamento do caule sem aplicação de regulador vegetal, as maiores taxas de sobrevivência foram nas épocas de instalação dos meses de abril (72,50%) e agosto de 2012 (52,50%), as quais não diferiram estatisticamente entre si. As épocas de instalação de agosto e dezembro de 2011 foram as que apresentaram os menores valores de sobrevivência, sendo estatisticamente iguais (Tabela 5).

O tratamento de arqueamento do caule com aplicação de BAP apresentou a maior porcentagem de sobrevivência para a época de instalação de abril/2012 (45%), não diferindo estatisticamente da época de instalação de agosto/2012. O menor resultado de sobrevivência obtido para este tratamento foi na época de instalação do mês de dezembro/2011 (16,25%), o qual não diferiu estatisticamente dos resultados obtidos nas épocas de agosto/2011 e agosto/2012 (Tabela 5).

A maior porcentagem de sobrevivência para o tratamento de arqueamento do caule com aplicação de GA₃ foi de 40% na época de instalação de abril/2012, não

diferindo estatisticamente das épocas de agosto/2011 e agosto/2012. E a menor porcentagem de sobrevivência para este tratamento foi de 16,25% em dezembro/2011, não diferindo das épocas de agosto/2011 e agosto/2012 (Tabela 5).

Para o tratamento de anelamento do caule, a maior porcentagem de sobrevivência foi de 82,50% para a época de instalação do mês de dezembro/2011. Porém, este resultado não diferiu das épocas de instalação dos meses de abril e agosto de 2012. A menor porcentagem de sobrevivência para este tratamento foi observada na época de agosto/2011, com 32,50% (Tabela 5).

O tratamento testemunha apresentou, na época de instalação do mês de dezembro/2011, a maior porcentagem de sobrevivência dentre todas as épocas e tratamentos, com 88,75%. Porém, este dado não diferiu estatisticamente dos percentuais de sobrevivência das épocas de instalação dos meses de abril e agosto de 2012. A menor porcentagem de sobrevivência observada neste tratamento foi na época de instalação do mês de agosto/2011, com 56,25%, sendo este resultado estatisticamente igual aos das épocas de instalação dos meses de abril e agosto de 2012 (Tabela 5).

Primeiramente, deve-se entender que a variável sobrevivência é composta pela diferença entre o total de plantas e a soma das plantas perfilhadas e mortas. As plantas consideradas como sobreviventes são as que permaneceram vivas, mas sem perfilhamento. Assim, os resultados obtidos para a variável sobrevivência nada mais são que o reflexo das variáveis perfilhamento e mortalidade.

O baixo percentual de sobrevivência (Tabela 5) aliado ao alto percentual de mortalidade (Tabela 4) apresentado pelas plantas de todos os tratamentos de arqueamento do caule, para as épocas de instalação dos meses de agosto e dezembro de 2011, demonstra a ineficiência destes tratamentos na indução do perfilhamento, além de serem invasivos ao ponto de causar a morte das plantas.

De um modo geral, organismos em estresse passam por três fases: 1) fase de alarme: é a reação ao estresse, em que os distúrbios sofridos afetam processos bioquímicos e metabólicos; 2) fase de resistência: sob estresse contínuo, o organismo aumenta sua resistência ao distúrbio por meio de processos de síntese protéica; 3) fase de exaustão: caso o nível de estresse aumente ou ultrapasse os limites de tolerância da planta, esta entra em exaustão, podendo causar um colapso e até mesmo a morte (LARCHER, 2004).

Assim, o baixo percentual de sobrevivência é justificado pela injúria mecânica e consequente estresse causado pelo método do arqueamento do caule. Esse nível de estresse pode ser considerado como superior ao limite de tolerância e capacidade de adaptação da espécie *Bactris gasipaes*, causando a morte das plantas.

Os resultados de sobrevivência apresentados por todos os tratamentos de arqueamento do caule para a época de abril/2012 (Tabela 5) são considerados relativamente altos se comparados aos apresentados nas épocas de agosto e dezembro de 2011. Esse resultado está diretamente relacionado aos resultados obtidos para a variável mortalidade (Tabela 4) na época de abril/2012, para os mesmos tratamentos.

A menor média de temperatura (17,68° C) foi observada para o período em que a instalação da época de abril/2012 foi conduzida (Gráfico 1). Isso pode ter reduzido o metabolismo das plantas, afetando a síntese de etileno, decorrente da injúria mecânica, conseqüentemente, diminuindo os efeitos de senescência. Assim, a sobrevivência das plantas foi prolongada, resultando na alta porcentagem dessa variável para os tratamentos de arqueamento do caule na referida época.

Em relação ao tratamento anelamento, as altas porcentagens de sobrevivência apresentadas por este tratamento reafirmam o fato já analisado na variável mortalidade. Este tratamento é pouco ou nada invasivo, não danificando a integridade da planta, mantendo-a viva.

4.2 Análises anatômicas

Por meio das análises anatômicas feitas na região da base do caule de mudas de pupunheira, foi possível identificar algumas estruturas de importância. Para a correta identificação e apontamento dessas estruturas (Figura 5), tomou-se como base o trabalho de Menezes *et al.* (2005).

Por definição, o periciclo é a região mais externa do tecido vascular, entre este e a endoderme (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2003). Da mesma maneira, o periciclo foi identificado, para a espécie *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* (Figura 5), na região limite à identificada como sendo o cilindro vascular. Logo acima ao periciclo encontra-se uma faixa de células de coloração mais clara, sendo esta identificada como DME (células derivadas da endoderme meristemática ou, em inglês, *derivatives of the meristematic endodermis*).

Estudos e literatura sobre a anatomia caulinar de palmeiras requerem métodos destrutivos, sendo necessário o corte de todo o eixo caulinar, causando a morte das plantas. Por conta disso, estes estudos ainda são muito esparsos e limitados (GHOSE; JOHRI, 1990; TOMLINSON, 1990). Desde o século XIX, pesquisadores têm apresentado diversas experimentações com o intuito de entender melhor os tecidos que compõem o caule das monocotiledôneas, em particular a região limitante entre o córtex e o cilindro vascular (MENEZES *et al.*, 2005). Essa região já recebeu diversas denominações, mas atualmente é denominada como meristema de espessamento primário (PTM – em inglês: *primary thickening meristem*) (RUDALL, 1991; MENEZES *et al.*, 2005).

Na parte mediana da lâmina analisada, logo acima da DME, nota-se uma região que foi denominada como ápice caulinar. Apesar de não estar evidente, é nesta região que encontra-se o meristema apical, o qual pode estar encoberto pela alta atividade meristemática do PTM (RUDALL, 1991). Logo acima, observa-se uma estrutura cônica, sendo esta um primórdio foliar com seus feixes vasculares bem definidos.

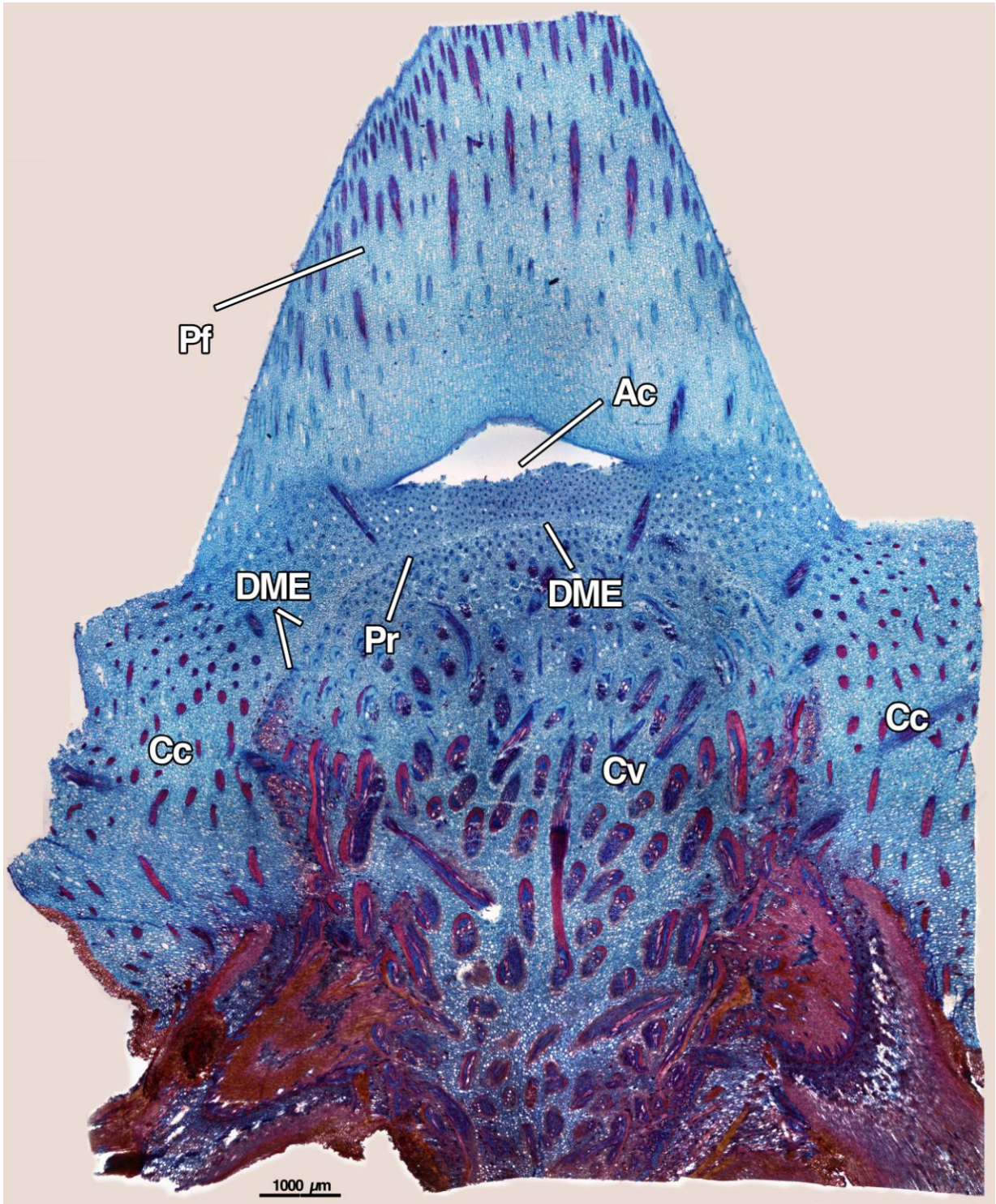


Figura 5 – Lâmina anatômica da região basal de uma muda de *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. Pf: primórdio foliar; Ac: ápice caulinar; DME: células derivadas da endoderme meristemática; Pr: periciclo; Cv: córtex vascular; Cc: córtex caulinar.

Menezes *et al.* (2005), afirmam que o PTM é constituído pelo conjunto periciclo, endoderme e células derivadas da endoderme meristemática (DME). Além disso, também definem que o periciclo é responsável pela formação de tecidos vasculares, permanecendo ativo ao longo da vida da planta.

O PTM é um meristema lateral localizado próximo ao ápice caulinar, mais especificamente, entre o córtex e o cilindro vascular. Este meristema é responsável pelo espessamento primário do caule, formação de raízes adventícias e conexão da vascularização do caule, raiz e folhas. Em alguns gêneros botânicos, o PTM é bastante ativo próximo ao ápice do caule, fazendo com que, nesses casos, o meristema apical e os primórdios foliares sejam encobertos pelos tecidos próximos (RUDALL, 1991). Contudo, o meristema apical não é o local de crescimento do eixo caulinar, apesar de todos os tecidos da planta derivarem deste meristema (TOMLINSON, 1990).

Levando em consideração as regiões identificadas e apontadas na lâmina anatômica (Figura 5), é possível fazer uma correlação entre a anatomia da espécie e alguns dos resultados obtidos pelos tratamentos impostos nos experimentos realizados.

Tanto o processo de arqueamento quanto o de anelamento do caule foram realizados a uma altura de, aproximadamente, 2 cm a partir do colo das plantas. Esses tratamentos realizados durante essas experimentações foram aplicados com o intuito de causar um desbalanço hormonal, atuando diretamente no meristema apical. Portanto, com a análise das lâminas anatômicas, notou-se que o anelamento e arqueamento do caule foram aplicados acima da região meristemática (Figura 6).

Com a retirada do meristema apical, espera-se que a resposta fisiológica da planta seja a diminuição dos níveis endógenos do hormônio auxina, culminando no crescimento e desenvolvimento das gemas laterais para a formação de novos ramos (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; TAIZ; ZEIGER, 2009). Porém, os tratamentos de arqueamento do caule danificaram apenas as folhas das mudas de pupunheira, sem atingir diretamente o meristema apical. Assim, não houve uma sinalização hormonal para a indução da emissão de perfilhos, prevalecendo a liberação de etileno proveniente da injúria (ABELES, 1973; TAIZ; ZEIGER, 2009) causada pelo tratamento, resultando num alto percentual de mortalidade.

Já o anelamento, por ter sido realizado acima da região meristemática (Figura 6), não proporcionou o desbalanço hormonal esperado, uma vez que a auxina sintetizada pelo meristema apical não foi bloqueada, possibilitando que esse hormônio pudesse ser transportado ao longo dos tecidos da planta.

Espera-se da técnica do anelamento que ocorra a diminuição da razão auxina/citocinina próxima ao colo da planta, estimulando a emissão de brotações laterais (ZIMMERMANN; BROWN; TYREE, 1974; HARTMANN *et al.*, 2011). Assim, o baixo percentual de plantas perfilhadas no tratamento de anelamento do caule está ligado ao fato do anelamento ter sido feito acima da região na qual o meristema apical estava situado.

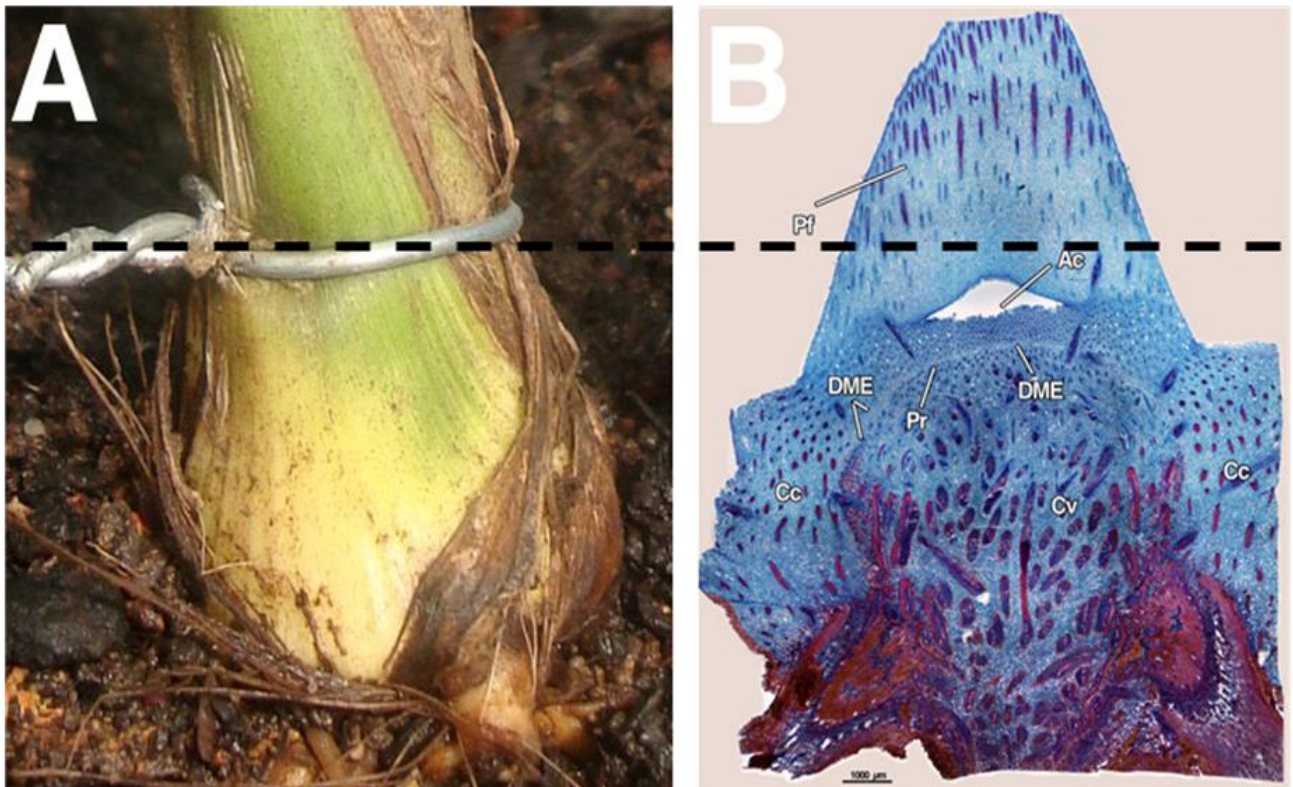


Figura 6 – *Bactris gasipaes* var. *gasipaes*. Comparação entre o local da aplicação do tratamento de anelamento (A) e a posição anatômica no meristema apical (B), em escala aproximada.

5 CONCLUSÕES

Frente às condições nas quais os experimentos com *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* foram conduzidos, foi possível concluir que:

O arqueamento do caule, com e sem a presença de reguladores vegetais, em mudas de pupunheira foi ineficiente quanto à indução do perfilhamento. Estes tratamentos foram considerados muito invasivos, causando injúrias mecânicas aos tecidos das plantas, resultando em um alto nível de mortalidade.

O anelamento do caule demonstrou ser um tratamento com potencial para a indução do perfilhamento nesta espécie. Porém, são necessários maiores estudos envolvendo essa metodologia, com sua aplicação em diferentes genótipos de pupunheira, visando a identificação e seleção de indivíduos com maior potencial de perfilhamento.

Pela análise anatômica das mudas de pupunheira, foi possível caracterizar a região e as estruturas do caule verdadeiro desta monocotiledônea, além de localizar a região meristemática caulinar da espécie. A identificação da localização desses tecidos vegetais pode servir como ponto de partida para futuros experimentos.

6 REFERÊNCIAS

ABELES, F. B. **Ethylene in plant biology**. New York: Academic, 1973.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003.

BARRUETO CID, L. P. Bases preliminares para indução de raízes em perfilhos de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Pesquisa em Andamento – EMBRAPA UEPAE de Manaus**, Manaus, n. 74, p. 1-2, abr. 1986.

BLAAK, G. Vegetative propagation of pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Turrialba**, Costa Rica, v. 30, n. 3, p. 258-261, 1980.

BOVI, M. L. A. **Palmito pupunha: informações básicas para cultivo**. Campinas: IAC, 1998. 50 p.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 109–112, jan./mar. 2004.

BITENCOURT, J. **Otimização do enraizamento de estacas de plantas adultas de erva-mate**. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

CAMACHO, V. E. El pejibaye como un alimento potencial de gran importancia para las familias campesinas de los trópicos americanos. **Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science**, v. 13, p. 275-284, 1969.

CHAIMSOHN, P. F. **Cultivo de pupunha para palmito: Importância, Mercado e aspectos biológicos e agrônômicos**. In: Curso sobre cultivo, processamento e comercialização de palmito de pupunha. Londrina: IAPAR, p. 7-69, 2001.

CHAIMSOHN, F. P.; MORSBACH, N.; DURIGAN, M. E.; TREITNY, M. R.; GOMES, E. P. **Desenvolvimento de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivada para palmito em diferentes regiões do Paraná**. Londrina: IAPAR, 54 p., 2002.

CLEMENT, C. R. A pupunha, uma árvore domesticada. **Ciência Hoje**, v. 5, n. 29, p. 42-49, 1987.

CLEMENT, C. R., BOVI, M. L. A. Melhoramento genético da pupunheira: conhecimentos atuais e necessidades. In: 1º Seminário do Agronegócio de Palmito de Pupunha na Amazônia, 1999, Porto Velho. **Anais do 1º Seminário do Agronegócio de Palmito de Pupunha na Amazônia**. Porto Velho: Embrapa-Rondônia, 1999. p.57-70.

CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 349-362, 2000.

CLEMENT, C. R.; PÉREZ, L.; van LEEUWEN, J. O O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, Montevideu, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

CLINE, M. G. Concepts and terminology of apical dominance. **American Journal of Botany**, v. 84, n. 9, p. 1064-1069, ago. 1997.

COUTO, L.; DANIEL, O.; ALMEIDA, A. E.; PINHEIRO A. L.; VERVLOT, F. B.; SOUZA, A. C.G. **A cultura da pupunha para produção de palmito**: sistema de produção e processamento industrial. Viçosa: Sociedade de investigações florestais, 1999.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981.

EMPAER. **Diretrizes técnicas para o cultivo comercial da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: EMPAER-MT (Diretrizes Técnicas, 14), 2008.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: principios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Ed. Planta, 2006.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de espécies florestais. **Documentos 94**, Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22 p.

FERREIRA, S. A. N. Pupunha, *Bactris gasipaes*, Kunth. In: FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C. **Manual de Sementes da Amazônia**. Manaus: INPA, 2005. 12p.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. dos. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta amazonica**, Manaus, v. 22, n. 3, p. 303-307, 1992.

FLORES, W. B. C.; YUYAMA, K.; SILVA, R. G. Asexual propagation of peach palm by division of the clump and extraction of the off-shoots. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n.1, p. 151-154, 2012.

GARCIA, T. B. **Efeito do Ácido Indol 3-Butírico no enraizamento de diferentes tamanhos de perfilhos de pupunheira** (*Bactris gasipaes* H.B.K). 36 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 1988.

GHOSE, M.; JOHRI, B. M. Anatomy of the stems of seedling palms. **Proceedings of the Indian Academy Of Science**, India, v. 100, n. 4, p. 215-223, ago. 1990.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: Principles and practices**. 8 ed. New York: Englewood Clippis, 2011.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus***: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. Piracicaba: IPEF (circular técnica 192), 2000.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.

KULCHETSCKI, L.; CHAIMSOHN, F. P.; GARDINGO, J. R. **Palmito pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). A espécie, cultura, manejo agrônômico, usos e processamentos**. 1 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2004.

MATTOO, A. K.; HANDA, A. K. Ethylene signaling in plant cell death. In: NOODEN, L. **Plant Cell Death Processes**. Ann Arbor: Elsevier, 2004. p. 125-142.

MENEZES, N. L. de; SILVA, C. D.; ARRUDA, R. C. O.; MELO-DE-PINNA, G. F.; CARDOSO, V. A.; CASTRO, N. M.; SCATENA, V. L.; SCREMIN-DIAS, E. Meristematic activity of the endodermis and the pericycle in the primary thickening in monocotyledons. Considerations on the "PTM". **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 77, n. 2, p. 259-274, jun. 2005.

MORA-URPÍ, J.; SOLÍS, E. M. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Palmae). **Revista de Biología Tropical**, v. 28, n. 1, p. 153-174, 1980.

MORA-URPÍ, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: **Palmeras poco utilizadas de América tropical**. Turrialba: FAO/CATIE, p. 118-160, 1984.

MORA-URPÍ, J.; VARGAS, E.; LOPEZ, C. A.; VILLAPLANA, M.; ALLON, G.; BLANCO, C. **The Pejibaye Palm** (*Bactris gasipaes* H.B.K.). San Jose: Food and agriculture Organization of the United Nations, 1984.

MORA-URPÍ, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. **Peach Palm. *Bactris gasipaes* Kunth**. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F. dos; RODIGHIERI, H. R.; KALIL FILHO, A. N.; JÚNIOR, C. C.; BELLETTINI, S.; TESSMANN, D. J. Cultivo da pupunheira para produção de palmito. In: SANTOS, A. F. dos; CORRÊA JÚNIOR, C.; NEVES, E. J. M. (Editores) **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira real**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 39-63.

ONO, E. O.; GRANA JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais na quebra de dominância apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 348-350, ago. 2004.

PINEDO-PANDURO, M.; MELÉNDEZ-TORRES, W. Sobrevivencia de hijuelos basales de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en vivero y campo definitivo con pretratamientos enraizantes. In: MORA-URPÍ, J.; SZOTT, L. T.; MURILLO, M.; PATIÑO, V. M. **IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo**. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1993. p. 145-153.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biología vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

RENGIFO, D. P. Propagación vegetativa de *Bactris gasipaes* Bailey (PIJUAYO). **Folia Amazónica**, IIAP, v. 5, n. 1-2, p. 16-37, 1993.

RODRIGUES, A. dos S.; DURIGAN, M. E. **O agronegócio do palmito no Brasil**. Londrina: IAPAR (Circular técnica 130), 131 p., 2007.

RODRIGUES, A. dos S.; DURIGAN, M. E. O agronegócio do palmito no Brasil. In: SANTOS, A. F. dos; CORRÊA JÚNIOR, C.; NEVES, E. J. M. (Editores) **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira real**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 15-21.

ROTHSCHUH, J. **El pijibay**. Nicaragua: Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria, 1983.

RUDALL, P. Lateral meristems and stem thickening growth in monocotyledons. **The Botanical Review**. New York, v. 57, n. 2, p.150-163, abr./jun. 1991.

SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; BRONDANI, G. E.; REISSMANN, C. B.; MORANDI, D.; ROVEDA, L. F. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 56, p. 97-104, jan./jun. 2008.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 724-729, 2005.

SINGH, G. **Plant systematics: an integrated approach**. 3. ed. New Hampshire: Science Publishers Inc., 2010.

SOUZA, A. da S.; CORDEIRO, Z. J. M.; TRINDADE, A. V. Produção de mudas. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 39-46.

STEINMACHER, D. A.; CLEMENT, C. R.; GUERRA, M. P. Somatic embryogenesis from immature peach palm inflorescence explants: towards development of an efficient protocol. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 89, n. 1, p. 15-22, abr. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TRACZ, A. L. A. **Propagação vegetativa de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) a partir de perfilhos**. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2005.

TRACZ, A. L.; WENDLING, I.; KALIL FILHO, A. N.; SANTOS, A. F. dos; QUORIN, M. G. G. Enraizamento de perfilhos de pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 58, p.67-73, jan./jun. 2009.

TOMLINSON, P. B. **The structural biology of palms**. New York: Oxford University Press, 1990.

VILLALOBOS, R.; HERRERA, J. Germinacion de la semilla de pejibaye (*Bactris gasipaes*). I. Efecto de la temperatura y el sustrato. **Agronomía Costarricense**, Costa Rica, v. 15, n. 1/2, p. 57-62, 1991.

ZIMMERMANN, M. H.; BROWN, C. L; TYREE, M. T. **Trees structure and function**. Berlin: Springer, 1974.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: [Katia C. Zuffellato-Ribas], 2001. 39 p.