

## Indução de perfilhos em mudas de pupunheira

Ernani Augusto Ochekoski Mossaneck<sup>1</sup>, Ivar Wendling<sup>2</sup>, Henrique Soares Koehler<sup>3</sup>, Katia Christina Zuffellato-Ribas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s/nº, CP 19031, CEP 81531-970, Curitiba, PR, Brasil

<sup>2</sup>Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111, CP 319, CEP 83411-000, Colombo, PR, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Rua dos Funcionários, s/nº, CEP 80035-050, Curitiba, PR, Brasil

\*Autor correspondente:  
painspk@gmail.com

### Termos para indexação:

Giberelina  
Citocinina  
Brotações laterais  
Anatomia caulinar

### Index terms:

Gibberellic acid  
Cytokinin  
Basal shoots  
Stem anatomy

### Histórico do artigo:

Recebido em 10/06/2013  
Aprovado em 14/03/2014  
Publicado em 04/04/2014

doi: 10.4336/2014.pfb.34.77.549

**Resumo** - A pupunheira é uma palmeira produtora de palmito com capacidade de perfilhamento, o que torna a cultura perene, sendo uma alternativa ao extrativismo ilegal de palmito nativo. Tendo em vista a importância e escassez de estudos sobre a propagação vegetativa dessa espécie e que o aumento do número de perfilhos é pré-requisito chave nessa metodologia, o presente trabalho teve por objetivo estudar diferentes métodos para indução de perfilhos em mudas de pupunheira em quatro épocas diferentes. Os tratamentos constituíram-se de: 1) arqueamento do caule; 2) arqueamento do caule com aplicação de 150 mg kg<sup>-1</sup> de benzilaminopurina; 3) arqueamento do caule com aplicação de 150 mg kg<sup>-1</sup> de ácido giberélico e; 4) anelamento do caule. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com 4 repetições de 20 plantas por tratamento. Estudos anatômicos dos caules foram realizados e a formação de perfilhos e mortalidade das plantas submetidas aos diferentes tratamentos avaliados. As análises anatômicas possibilitaram caracterizar os tecidos do caule e localizar o meristema apical. O arqueamento do caule não foi eficiente, enquanto o anelamento apresenta potencial para a indução de perfilhos.

### *Tillers induction in *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* seedlings*

**Abstract** - *Bactris gasipaes* produces heart-of-palm. Peach palm is a perennial crop that has a tillering capacity, being an alternative to illegal extraction. There is a lack of studies about vegetative propagation techniques for this species. The present study aimed to analyze different tillering induction methods in *Bactris gasipaes* var. *gasipaes* seedlings in four different seasons. The treatments were: 1) stem bending; 2) stem bending and application of 150 mg kg<sup>-1</sup> of benzylaminopurine; 3) stem bending and application of 150 mg kg<sup>-1</sup> of gibberellic acid and; 4) stem girdling. The experimental design was random with 4 replicates of 20 plants per treatment. Anatomical analyses were conducted at the stem, and the tillering and mortality of the treated plants were evaluated. It was possible to identify the stem tissues and the meristematic apex site by anatomical analysis. The stem bending treatments were inefficient; but girdling presented potential as tillers inducer.

## Introdução

*Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson, popularmente conhecida como pupunheira, é uma palmeira composta por mais de um caule, denominado estipe. Apresenta-se em forma de touceira, com crescimento cespitoso, com 1 a 13 perfilhos que brotam da base do estipe principal (Mora-Urpí et al., 1997; Kulchetscki et al., 2001).

Os frutos da pupunheira são utilizados para a alimentação humana, podendo produzir, a partir destes, bebidas, doces, farinha e outros (Clement, 1987). Contudo, o principal produto extraído dessa espécie é o palmito, retirado do interior do estipe, agregando-se um grande potencial econômico para essa cultura (Mora-Urpí et al., 1997).

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), contribuindo para a diminuição da extração ilegal de palmito nativo (Chaimsohn et al., 2002).

A propagação de pupunheira via sexuada apresenta limitações ao se tratar de produção comercial. A maioria das sementes utilizadas são importadas do Peru, não havendo disponibilidade de material genético melhorado (Neves et al., 2008). Além disso, a oferta de sementes é escassa além de serem recalcitrantes e a germinação ocorrer em um período de 50 a 130 dias (Ferreira & Santos, 1992; Neves et al., 2008). Após germinadas, as mudas podem permanecer por até 8 meses em viveiro, para após serem levadas a campo (Ferreira, 2005). Sementes germinadas tardiamente e mudas que apresentem espinhos são descartadas, pois originam plantas de baixo interesse econômico (Bovi, 1998; Neves et al., 2008).

A propagação de espécies florestais por sementes resulta em mudas não uniformes e sujeitas à baixa qualidade, o que pode ser prejudicial à produtividade dos plantios. Por outro lado, a propagação vegetativa permite a fixação de genótipos selecionados, evitando a variabilidade genética, o que proporciona inúmeros benefícios, principalmente pela formação de plantios clonais produtivos, aliado à melhoria da qualidade dos produtos derivados (Zuffellato-Ribas & Rodrigues, 2001; Bandeira et al., 2007; Dias et al., 2012; Xavier et

al., 2013). Oferece também a oportunidade de superar problemas como dormência e baixa produção de sementes, redução no tempo de produção das mudas, além de outras dificuldades associadas à propagação sexuada (Hartmann et al., 2011). A propagação vegetativa de pupunheira pode ser feita por meio de seus perfilhos, com raízes previamente formadas ou não. Caso o perfilho não apresente raízes, o enraizamento pode ser induzido pela aplicação de reguladores vegetais (Garcia, 1988; Mora-Urpí et al., 1997; Tracz et al., 2009).

A emissão e crescimento de gemas laterais é fisiologicamente regulada pela 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). A superação da dominância apical também pode ser feita pela aplicação de giberelina, aliada à retirada da gema apical, como observado em plantas de mamoeiro (Ono et al., 2004). A indução de brotações laterais também pode ser alcançada por meio da técnica de anelamento. Esta consiste no bloqueio temporário do fluxo de nutrientes no sentido das folhas para o resto da planta, resultando em um desbalanço hormonal, induzindo as brotações (Sartori & Ilha, 2005). Blaak (1980), em estudos com pupunheira, demonstrou que a superação da dominância apical pela remoção da gema terminal resulta na emissão de perfilhos, embora haja carência de estudos nesta linha do conhecimento.

Esse estudo teve como objetivos avaliar diferentes métodos de indução de perfilhamento em mudas de pupunheira e a caracterização anatômica do caule desta espécie.

## Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, Colombo, PR, entre os meses de agosto/2011 e dezembro/2012. Foram utilizadas mudas de pupunheira provenientes de sementes e produzidas em sacos plásticos, com substrato composto por terra de subsolo.

As mudas foram plantadas 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<sup>-3</sup>), sulfato de amônia (800 g m<sup>-3</sup>), cloreto de potássio (200 g m<sup>-3</sup>) e FTE BR-12 (1.000 g m<sup>-3</sup>).

As mudas permaneceram acondicionadas em estufa, com sistema de irrigação por microaspersão, acionado por 8 min três vezes ao dia com vazão de 67 L h<sup>-1</sup>.

Foram aplicados cinco tratamentos, visando a indução de perfilhos:

1) Arqueamento do caule: arqueamento realizado a aproximadamente 2 cm acima do colo da planta, com aplicação de uma fina camada de pasta de vaselina, sem regulador vegetal incorporado ao longo da região arqueada;

2) Arqueamento do caule + BAP: idem ao anterior, com aplicação de vaselina e regulador vegetal benzilaminopurina (BAP), na concentração de 150 mg kg<sup>-1</sup>;

3) Arqueamento do caule + GA<sub>3</sub>: idem ao anterior, com aplicação de vaselina e regulador vegetal ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), na concentração de 150 mg kg<sup>-1</sup>;

4) Anelamento do caule: anelamento feito com arame inoxidável, realizado a uma distância de aproximadamente 2 cm acima do colo da planta;

5) Controle.

Foram realizadas quatro instalações em épocas distintas: agosto e dezembro de 2011 e abril e agosto de 2012, sempre seguindo a mesma metodologia aplicada. 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.

Sessenta dias após a instalação dos experimentos, as mudas passaram a receber adubação semanal em solução (25 mL por vaso) composta por sulfato de amônio (4 g L<sup>-1</sup>), superfosfato triplo (4 g L<sup>-1</sup>), FTE BR-12 (1 g L<sup>-1</sup>) e cloreto de potássio (4 g L<sup>-1</sup>). Os experimentos foram conduzidos por um período de 90 dias, com avaliação quinzenal do perfilhamento (presença ou ausência), mortalidade e sobrevivência.

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

Os procedimentos de análises anatômicas foram executados no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica da UFPR, Curitiba, PR. Para isso, a região do colo de algumas mudas de pupunheira foi coletada, sendo este material fixado em FAA 70% por 24 h 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 seccionadas 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 & Arduin (1997), utilizando-se o corante safrablau para a identificação de celulose e lignina nos tecidos celulares. As lâminas foram montadas de maneira semipermanente com gelatina-glicerina, 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).

## Resultados e discussão

Houve interação significativa entre os tratamentos aplicados e as épocas de instalação para todas as variáveis analisadas. Para o perfilhamento, os tratamentos de arqueamento do caule não diferiram estatisticamente, tanto entre si quanto entre as épocas de instalação (Tabela 2). Para o anelamento do caule, o maior percentual de perfilhamento (61,25%) foi observado no mês de agosto/2011, com diferenças significativas em relação às demais épocas. Em relação ao controle, os maiores resultados foram obtidos nos meses de agosto/2011 (37,50%) e agosto/2012 (28,75%), não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 2).

**Tabela 1.** Idades e médias das alturas e diâmetros de uma parcela de mudas de pupunheira em cada época de instalação.

	Agosto/2011	Dezembro/2011	Abril/2012	Agosto/2012
Idade	13 meses	10 meses	13 meses	19 meses
Altura (cm)	59,7	37,0	57,0	63,4
Diâmetro (cm)	1,5	1,0	1,4	1,4

**Tabela 2.** Porcentagem de mudas perfilhadas de pupunheira de acordo com os diferentes tratamentos aplicados e quatro épocas de instalação.

Tratamentos	Épocas de instalação				Médias
	Ago/2011	Dez/2011	Abr/2012	Ago/2012	
Arqueamento	15,00 Ac	2,50 Ab	7,50 Ab	3,75 Ab	7,86
Arqueamento + BAP	5,00 Ac	0,00 Ab	5,00 Ab	0,00 Ab	2,50
Arqueamento + GA <sub>3</sub>	2,50 Ac	0,00 Ab	3,75 Ab	0,00 Ab	1,56
Anelamento	61,25 Aa	17,50 Ca	33,75 Ba	27,50 BCa	35,00
Testemunha	37,50 Ab	11,25 Cab	22,50 BCa	28,75 ABa	25,00
Médias	24,25	6,25	14,50	12,00	
Coefficiente 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 5% de probabilidade.

Em relação às épocas de instalação, o maior perfilhamento foi obtido no mês de agosto/2011 para o tratamento de anelamento. Para as demais épocas de instalação, os maiores resultados foram observados para os tratamentos anelamento e controle, não diferindo estatisticamente entre si em cada época (Tabela 2).

A superação da dominância apical pode ocorrer pela exposição de plantas a reguladores vegetais (citocininas e giberelinas), sendo a emissão de gemas laterais promovida por citocininas, e seu desenvolvimento pela aplicação de giberelina (Cline, 1997). No presente estudo, no entanto, a aplicação de citocinina e de giberelina nos tratamentos de arqueamento do caule não promoveram a indução de perfilhos em mudas de pupunheira.

Estudos realizados com plantas de mamoeiro (*Carica papaya*) demonstraram que a aplicação de citocinina e giberelina, com e sem a retirada da gema apical, foram eficientes na indução de brotações, resultando em um maior número de brotações laterais, sem a necessidade de retirada da gema apical (Ono et al., 2004). Teoricamente, a retirada da gema apical de uma planta, aliada à aplicação de citocinina e/ou giberelina, resultaria em efeitos fisiológicos de desbalanço hormonal que promoveriam o desenvolvimento de brotações laterais (Taiz & Zeiger, 2009). Porém, este efeito não foi observado para pupunheira, nas condições em que este trabalho foi conduzido.

O percentual de mudas perfilhadas dos tratamentos de anelamento e testemunha diferiram estatisticamente entre si somente no mês de agosto/2011, sendo estes os maiores resultados encontrados dentre todas as épocas de instalação (61,25% e 37,50%, respectivamente) (Tabela 2).

O anelamento realizado nas mudas de pupunheira visou a 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). Dessa maneira, ocorreria, teoricamente, um aumento da concentração de auxina e carboidratos na parte superior à região anelada e um aumento da concentração de citocininas na parte inferior (Taiz & Zeiger, 2009). Com uma maior concentração de citocinina na parte inferior da região anelada esperava-se que acontecesse um desbalanço hormonal na relação auxina/citocinina, o que estimularia a emissão e desenvolvimento de brotações laterais (Zimmermann et al., 1974; Hartmann et al., 2011), induzindo a emissão de perfilhos.

Em plantios de pupunheira, algumas características morfológicas da espécie são observadas para a seleção de fenótipos desejáveis ao produtor. Porém, alguns caracteres morfológicos não são visualizados logo após a germinação e podem variar entre os indivíduos, como o número de perfilhos por planta (Clement & Bovi, 2000). Assim, pode-se dizer que as plantas utilizadas para a instalação do experimento em agosto/2011 possuem maior propensão genética ao perfilhamento (Tabela 2). Como há grande variabilidade nessa característica, encontram-se pupunheiras que podem apresentar perfilhos variando de 1 a 13 por planta (Mora-Urpí et al., 1997). Da mesma maneira, a variabilidade genética das mudas utilizadas também pode explicar os resultados dos tratamentos anelamento e controle, em relação ao perfilhamento, entre épocas de instalação (Tabela 2).

As mudas utilizadas nesse trabalho são provenientes de sementes, não sendo possível, portanto, ter controle sobre sua genética. Essa variabilidade genética se dá pelo

fato da espécie apresentar, em seu processo de formação de sementes, polinização cruzada. Isso gera segregação genética, causando heterogeneidade na formação das mudas e, conseqüentemente, no fenótipo das plantas (Bovi, 1998). Pelo fato de não existirem protocolos de propagação vegetativa para pupunheira (Mora-Urpí et al., 1997), as mudas comerciais são exclusivamente oriundas de sementes (Neves et al., 2008). Assim, as respostas das plantas utilizadas no presente trabalho em relação aos tratamentos aplicados podem estar ligadas à variabilidade genética das sementes que as originaram.

Para a mortalidade de mudas submetidas aos diferentes tratamentos, os menores resultados do tratamento de arqueamento do caule foram obtidos em abril/2012, tanto sem regulador vegetal, com BAP e com GA<sub>3</sub>, sendo este último estatisticamente igual em relação a Ago/2012. Assim, pode-se afirmar que os reguladores vegetais citocinina e giberelina não influenciaram na morte das plantas. Os tratamentos de anelamento e controle não apresentaram variações significativas nos resultados entre as épocas de instalação, sendo que dezembro/2011 não apresentou mortalidade para ambos (Tabela 3).

Os experimentos foram conduzidos em um ambiente relativamente controlado (estufa) e não foram encontradas infestações por fungos ou outros patógenos durante as experimentações. Assim, a mortalidade observada nos três tratamentos de arqueamento 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 de

etileno. A síntese desse hormônio induzida por estresse pode resultar em respostas de defesa da planta como senescência acelerada e abscisão de órgãos afetados (Abeles, 1973). Ao arquear os caules das mudas de pupunheira, seus tecidos foram danificados, resultando na síntese de etileno induzida por estresse. Com isso, a concentração desse hormônio nas células aumenta, afetando outros tecidos 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 variaram significativamente do tratamento de arqueamento sem aplicação de regulador vegetal (Tabela 3).

O estado e nível de senescência das plantas do tratamento de arqueamento sem adição de regulador vegetal ao final dos experimentos nas épocas de abril e agosto de 2012 era avançado. No entanto, muitas dessas plantas não foram consideradas como mortas, pois ainda apresentavam tecidos vivos. Assim, supõe-se que o processo de senescência continuaria, culminando na morte das plantas. Pelo fato dos experimentos terem sido encerrados aos 90 dias, a mortalidade naquele tratamento e épocas em questão, foi menor que as demais épocas. Assim, justifica-se a diferença de mortalidade apresentada entre os tratamentos de arqueamento do caule sem e com adição de reguladores vegetais para as épocas de abril e agosto de 2012.

As diferenças significativas nos resultados da variável mortalidade entre as épocas de instalação para os três tratamentos de arqueamento podem estar relacionadas às variações na temperatura ambiental (Tabela 3). A

**Tabela 3.** Porcentagem de mortalidade de mudas de pupunheira de acordo com os diferentes tratamentos aplicados e quatro épocas de instalação.

Tratamentos	Épocas de instalação				Médias
	Ago/2011	Dez/2011	Abr/2012	Ago/2012	
Arqueamento	61,25 Ba	81,25 Aa	20,00 Db	43,75 Cb	51,56
Arqueamento + BAP	72,50 Aa	83,75 Aa	50,00 Ba	76,25 Aa	70,63
Arqueamento + GA <sub>3</sub>	76,25 ABa	83,75 Aa	56,25 Ca	65,00 BCa	70,31
Anelamento	6,25 Ab	0,00 Ab	2,50 Ac	1,25 Ac	2,50
Controle	6,25 Ab	0,00 Ab	1,25 Ac	3,75 Ac	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 minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



mortalidade apresentada por estes tratamentos na instalação de abril/2012 foi menor se comparada às demais épocas. Isso pode ser atribuído às menores temperaturas nas quais as plantas foram expostas durante o período de condução do experimento, com média de 17,7 °C (Figura 1).

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 nas mudas de pupunheira, derivada do estresse causado pelo tratamento de arqueamento, também é diminuída, fazendo com que os tecidos vegetais sejam afetados em menor escala.

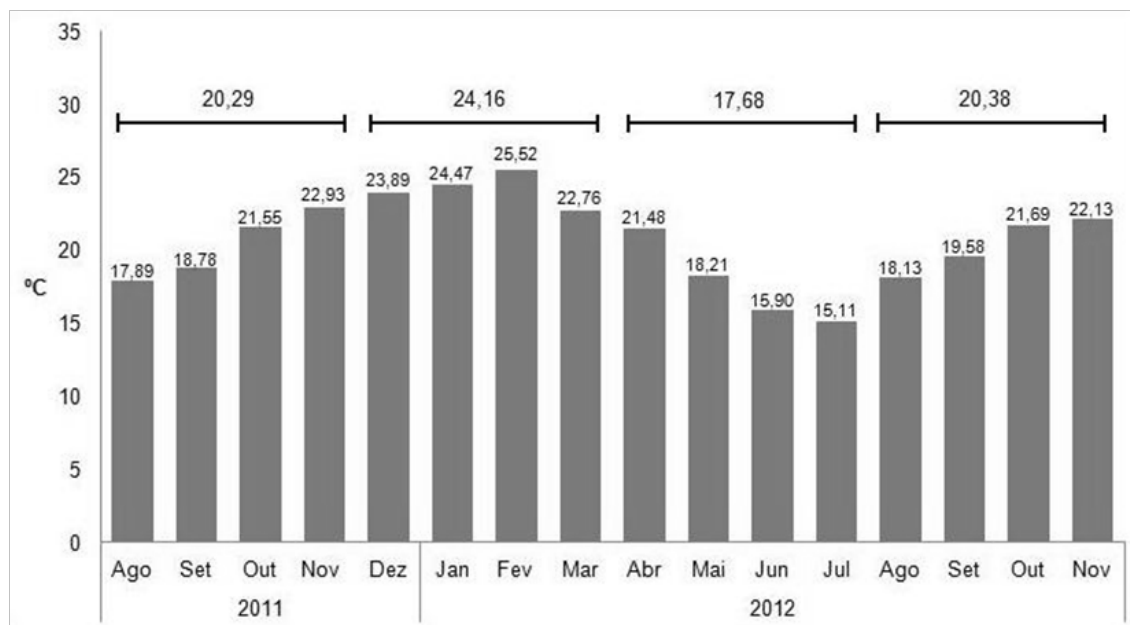
A instalação de dezembro/2011 foi a que apresentou as maiores médias de mortalidade para os tratamentos de arqueamento (Tabela 3), o que pode ser explicado pelas maiores temperaturas ocorridas durante o período, com média de 24,2 °C (Figura 1). Com a exposição das plantas a uma temperatura ambiental maior, as taxas respiratórias aumentam, refletindo no aumento de outros processos metabólicos (Taiz & Zeiger, 2009). Conseqüentemente, a síntese de etileno resultante do estresse por injúria mecânica também aumenta, e os tecidos vegetais são afetados em uma maior escala.

A baixa mortalidade das plantas do tratamento de anelamento demonstra que, em comparação aos tratamentos

de arqueamento, essa técnica foi menos invasiva, sem comprometer a integridade das plantas. Os tratamentos de anelamento e controle não diferiram estatisticamente em termos de mortalidade, tanto entre si quanto entre os meses de instalação (Tabela 3). As mortes apresentadas pelas plantas pertencentes aos tratamentos de anelamento e controle podem ser entendidas como ocasionais.

A variável sobrevivência é composta pela diferença entre o total de plantas e a soma das plantas perfilhadas e mortas, ou seja, as plantas que permaneceram vivas, mas sem perfilhamento. Assim, os resultados obtidos para esta variável devem ser entendidos como o reflexo das variáveis perfilhamento e mortalidade. Tendo isso em vista, a baixa sobrevivência (Tabela 4) aliada à alta mortalidade (Tabela 3) apresentadas pelas plantas de todos os tratamentos de arqueamento, para as épocas de agosto e dezembro de 2011, demonstra a ineficiência destes tratamentos na indução de perfilhos. Além disso, esses tratamentos foram invasivos ao ponto de causar a morte das plantas.

A baixa sobrevivência apresentada pelas plantas dos tratamentos de arqueamento do caule pode ser justificada pela injúria mecânica e conseqüente estresse causado pelo método aplicado. Esse estresse pode ser considerado como superior ao limite de tolerância e capacidade de adaptação da pupunheira, fazendo com que a planta entre em exaustão, causando colapso e até mesmo a morte (Larcher, 2004).



**Figura 1.** Temperaturas médias em estufa durante o período de experimentação (agosto/2011 a novembro/2012). As barras horizontais correspondem às médias das temperaturas nos períodos que as plantas permaneceram em estufa nas épocas de instalação de agosto/2011, dezembro/2011, abril/2012 e agosto/2012, respectivamente. Fonte: Embrapa Florestas, 2012.

**Tabela 4.** Porcentagem de sobrevivência de mudas de pupunheira de acordo com os diferentes tratamentos aplicados e quatro épocas de instalação.

Tratamentos	Épocas de instalação				Médias
	Ago/2011	Dez/2011	Abr/2012	Ago/2012	
Arqueamento	23,75 Bb	16,25 Bb	72,50 Aa	52,50 Aab	41,25
Arqueamento + BAP	22,50 Bb	16,25 Bb	45,00 Abc	23,75 ABc	26,88
Arqueamento + GA <sub>3</sub>	21,25 ABb	16,25 Bb	40,00 Ac	35,00 ABbc	28,13
Anelamento	32,50 Bb	82,50 Aa	63,75 Aab	71,25 Aa	62,50
Testemunha	56,25 Ba	88,75 Aa	76,25 ABa	67,50 ABa	72,19
Médias	31,25	44,00	59,50	50,00	
Coeficiente de variação (%)	25,32				

Sobrevivência é a diferença entre o total de plantas e a soma das plantas perfilhadas e mortas. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados de sobrevivência apresentados por todos os tratamentos de arqueamento para abril/2012 (Tabela 4) são considerados relativamente altos se comparados aos apresentados em agosto e dezembro de 2011. Esses resultados estão diretamente relacionados aos resultados obtidos para a mortalidade (Tabela 3) em abril/2012, para os mesmos tratamentos. As baixas temperaturas às quais as plantas ficaram expostas durante esse período de experimentação influenciaram em seu metabolismo, prolongando sua sobrevivência.

Com as análises anatômicas feitas no caule de mudas de pupunheira, foi possível identificar algumas estruturas. Para a correta identificação e apontamento das mesmas (Figura 2), tomou-se como base o trabalho de Menezes et al. (2005).

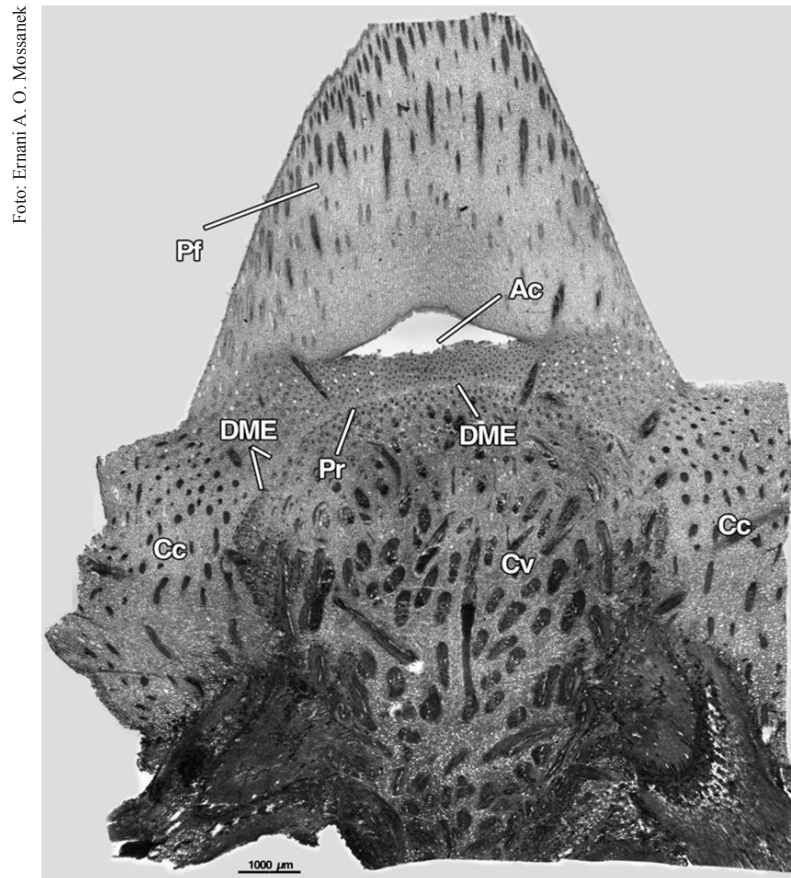
O periciclo é a região mais externa do tecido vascular, entre este e a endoderme (Appezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2003). Assim, o periciclo foi identificado, para pupunheira (Figura 2), na região limite do cilindro vascular. Logo acima ao periciclo encontra-se uma faixa de células de coloração mais clara, sendo esta identificada como células derivadas da endoderme meristemática (DME).

Na parte mediana da lâmina analisada, logo acima da DME, nota-se uma região denominada ápice caulinar. Apesar de não estar evidente, é nesta região que se encontra o meristema apical, o qual pode estar encoberto pela alta atividade meristemática do meristema de espessamento primário (PTM) (Rudall, 1991). A região denominada de PTM compreende a zona anatômica limitante entre o córtex e o cilindro vascular (Rudall, 1991; Menezes et al., 2005). Logo acima, observa-se uma estrutura cônica, sendo esta um primórdio foliar com seus feixes vasculares bem definidos.

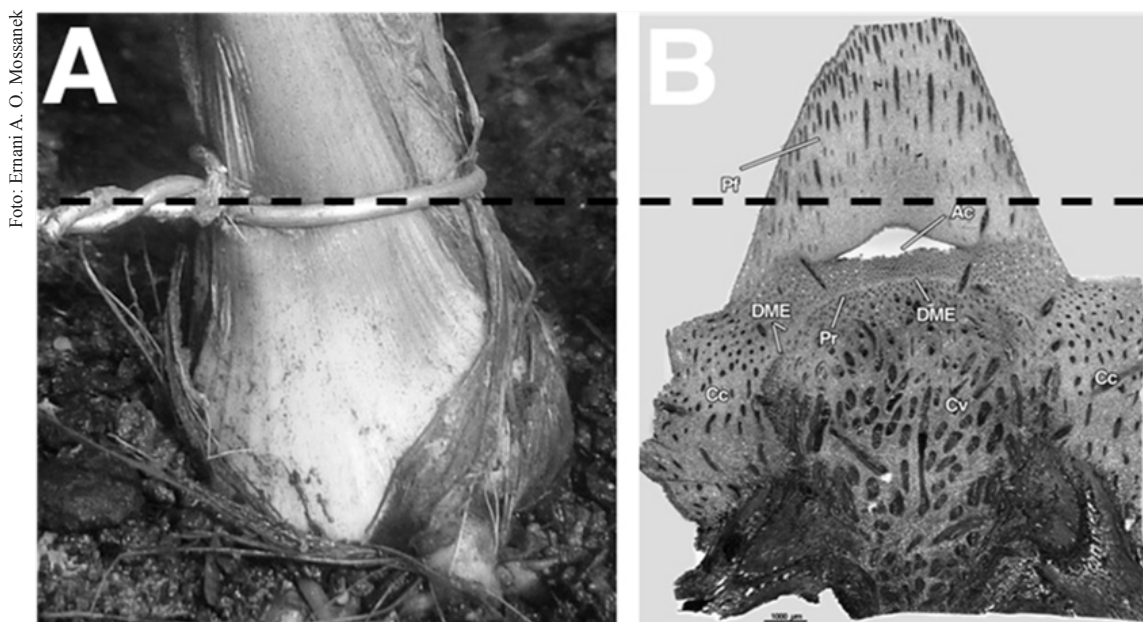
Menezes et al. (2005) afirmam que o PTM é constituído pelo conjunto periciclo, endoderme e células derivadas da endoderme meristemática (DME). Além disso, também definem que o periciclo é responsável pela formação de tecidos vasculares, permanecendo ativo ao longo da vida da planta.

O PTM é um meristema lateral próximo ao ápice caulinar. 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, o PTM é bastante ativo próximo ao ápice do caule, deixando o meristema apical e primórdios foliares 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-se em consideração as regiões identificadas na lâmina anatômica (Figura 2), foi possível correlacionar a anatomia da espécie com alguns dos resultados obtidos nesse estudo. Os processos de arqueamento e de anelamento do caule foram realizados a uma altura de, aproximadamente, 2 cm do colo das plantas. Com a análise das lâminas anatômicas, notou-se que ambos os tratamentos foram aplicados acima da região meristemática (Figura 3). Assim, o anelamento não proporcionou o desbalanço hormonal esperado, justificando, então, o baixo percentual de perfilhamento. Já o arqueamento provavelmente também não tenha provocado um desbalanço hormonal. Porém, não é possível ter certeza disso pois o efeito do estresse causado pela injúria mecânica sobressaiu-se, causando a morte das plantas.



**Figura 2.** Lâmina anatômica do caule de pupunheira. Pf: primórdio foliar; Ac: ápice caulinar; DME: células derivadas da endoderme meristemática; Pr: periciclo; Cv: córtex vascular; Cc: córtex caulinar.



**Figura 3.** Região do colo de uma muda de pupunheira. Comparação aproximada entre o local da aplicação do tratamento de anelamento (A) e a posição anatômica no meristema apical (B).



## Conclusões

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

O anelamento do caule demonstrou ser um tratamento com potencial para a indução de perfilhos. Porém, são necessários novos estudos envolvendo essa metodologia, com diferentes genótipos, visando a identificação e seleção de indivíduos com maior potencial de perfilhamento.

Pela análise anatômica, foi possível caracterizar a região e as estruturas do caule verdadeiro, além de localizar a região meristemática caulinar desta monocotiledônea.

## Referências

- ABELES, F. B. *Ethylene in plant biology*. New York: Academic, 1973. 302 p.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. *Anatomia vegetal*. Viçosa, MG: UFV, 2003. 438 p.
- BANDEIRA, F. S.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; LANI, E. R. G. Aclimatização *ex vitro* de plantas propagadas pela enxertia *in vitro* de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 773-781, 2007.
- BLAAK, G. Vegetative propagation of pejobaye (*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, DF, v. 22, n. 1, p. 109-112, jan./mar. 2004.
- 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, 2002. 54 p.
- CLEMENT, C. R. A pupunha, uma árvore domesticada. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 29, p. 42-49, 1987.
- 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.
- CLINE, M. G. Concepts and terminology of apical dominance. *American Journal of Botany*, New York, v. 84, n. 9, p. 1064-1069, Ago. 1997.
- DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.72.453>.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 401 p.
- FERREIRA, S. A. N. Pupunha, *Bactris gasipaes*, Kunth. In: FERREIRA, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C. *Manual de sementes da Amazônia*. Manaus: INPA, 2005. 12 p.
- 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.
- GARCIA, T. B. *Efeito do ácido Indol 3-Butírico no enraizamento de diferentes tamanhos de perfilhos de pupunheira (Bactris gasipaes H.B.K.)*. 1998. 36 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. *Plant propagation: principles and practices*. 8th ed. New York: Englewood Cliffs, 2011.
- 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 agrônomo, usos e processamentos*. Ponta Grossa: Ed UEPG, 2001. 148 p.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.
- 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.; 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. 83 p.
- 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. (Ed.). *Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira real*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 39-63.
- 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.
- SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. *Ciência Rural*, Santa Maria, RS, v. 35, n. 3, p. 724-729, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

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. DOI: 10.4336/2009.pfb.58.69

TOMLINSON, P. B. **The structural biology of palms**. New York: Oxford University Press, 1990. 477 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. v. 1. 279 p.

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, 2001. 39 p.