

**ATIVIDADE RESPIRATÓRIA DE MERISTEMAS APICAIS DE RAMOS PLAGIOTRÓPICOS
DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

RESPIRATORY ACTIVITY OF APICAL MERISTEMS OF PLAGIOTROPIC BRANCHES OF
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze

Gabriely Pinto Pereira¹ Flávio Zanette² Luiz Antonio Biasi³ Ruy Inacio Neiva de Carvalho⁴

RESUMO

Araucaria angustifolia apresenta redução da taxa de crescimento durante o ano, podendo ser resposta às condições ambientais desfavoráveis, como ocorre nas fruteiras de clima temperado, que apresentam dormência de gemas como forma de sobrevivência. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da atividade respiratória de meristemas apicais de ramos plagiotrópicos de *Araucaria angustifolia*. Foram coletadas amostras de 0,4 g de brotações terminais de ramos plagiotrópicos de plantas jovens e adultas, as quais foram mantidas em 5 mL de solução de cloreto de 2,3,5 trifeniltetrazólio (1,2%) em sala de crescimento a 25°C. Em seguida, foram mantidas em 4 mL de álcool etílico absoluto para leitura por espectrofotometria da absorbância a 560 nm. A atividade respiratória de meristemas apicais de ramos plagiotrópicos de *Araucaria angustifolia* é variável durante o ano. A maior atividade respiratória ocorre na metade da primavera e a menor atividade respiratória ocorre no inverno, em plantas jovens e adultas. Plantas adultas permanecem em alta atividade respiratória por um período maior, até o início do verão.

Palavras-chave: pinheiro-do-Paraná; fisiologia vegetal; metabolismo celular.

ABSTRACT

Araucaria angustifolia decreases its growth ratio during the fall and winter in response to adverse environmental conditions such as in temperate fruits where bud dormancy as a survival strategy. The aim of this study was to evaluate the dynamics of the respiratory activity of apical meristems of plagiotropic branches of *Araucaria angustifolia*. To determine the respiratory activity, samples with 0.4 g of apical buds of plagiotropic branches of young and adult plants were collected. These buds were maintained during two hours in 5 mL of 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride (1.2%) in a growth room at 25 °C. Then, it was maintained during one hour in 4 mL of absolute ethyl alcohol and then the absorbance was determined by reading in spectrophotometer at 560 nm. The respiratory activity of apical meristems of plagiotropic branches of *Araucaria angustifolia* changed during the year, reducing in mid-spring and become lower in the winter in both young and adult plants. Adult plants remained with lower respiratory activity for a longer period, until the beginning of summer.

Keywords: Parana-pine; plant physiology; cellular metabolism.

1 Engenheira Agrônoma, MSc., Doutoranda do Programa de Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Juvevê, CEP 81531-990, Curitiba (PR), Brasil. gabyp.pereira@hotmail.com

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Juvevê, CEP 81531-990, Curitiba (PR), Brasil. biasi@ufpr.br

3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Juvevê, CEP 81531-990, Curitiba (PR), Brasil. flazan@ufpr.br

4 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, BR 376, Km 14, Bairro Costeira, CEP 83010-500, São José dos Pinhais (PR), Brasil. ruy.carvalho@pucpr.br

INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), também conhecida como pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-Paraná, é nativa do Brasil e possui ampla área de distribuição, com importância ecológica no sul do País. É característica da Floresta de Araucária, que se encontra ameaçada de extinção devido à extração predatória de sua madeira (MMA, 2005).

Dentre as possibilidades de preservação da espécie e manutenção de genótipos selecionados encontra-se a propagação vegetativa. A *Araucaria angustifolia* apresenta algumas particularidades, pois seus ramos podem ser ortotrópicos com crescimento verticalizado e plagiotrópicos com crescimento horizontalizado. Os ramos plagiotrópicos são encontrados em maior quantidade na planta e, por isso, poderiam ser recomendados para a propagação vegetativa. No entanto, os estudos de estaquia e enxertia que já foram desenvolvidos com estes ramos têm apresentado o problema das mudas manterem o tropismo (KAGEYAMA e FERREIRA, 1975; IRITANI et al., 1992; OLIVEIRA, 2010; WENDLING, 2011).

O conhecimento da época adequada para a coleta dos propágulos possui grande importância, pois a condição fisiológica da planta-matriz determinará a sobrevivência e o desenvolvimento da muda (AMARAL et al., 2012). Durante o ciclo anual de crescimento das plantas de clima temperado são observados períodos de redução ou até mesmo paralisação do crescimento, conhecidos como dormência de gemas. Buscando-se a compreensão deste fenômeno, que faz com que a planta diminua suas atividades metabólicas, pesquisas têm sido desenvolvidas em espécies como a macieira (BOTELHO, 2007), videira, quivizeiro (BIASI et al., 2010), pereira (MARAFON et al., 2011), pessegueiro, ameixeira e caquizeiro (PEREIRA et al., 2012).

A *Araucaria angustifolia* também apresenta redução do crescimento vegetativo em algumas épocas do ano (ASSUMPÇÃO NETO, 2008), podendo ser uma resposta da planta às condições ambientais desfavoráveis, como ocorre nas fruteiras perenes de clima temperado, que apresentam dormência de gemas, como forma de sobrevivência em condições de baixa temperatura e de déficit hídrico (LARCHER, 2000). Apesar de existirem pesquisas dando ênfase à propagação e ao crescimento da *Araucaria angustifolia*, não há

informações referentes à sua atividade metabólica durante o ano, assim como à associação da redução do crescimento com algum tipo de dormência de gemas.

Existem diversos métodos para a avaliação da dormência de gemas em fruteiras de clima temperado, porém, nem todos apresentam a característica de praticidade e rapidez de análise. Desta forma, foi proposto um novo método para a avaliação rápida da dormência de gemas por meio do teste de tetrazólio, que mede a atividade respiratória dos tecidos internos da gema, permitindo inferir o estado fisiológico e o nível de dormência em que a planta se encontra (CARVALHO et al., 2010). O conhecimento do estado fisiológico de *Araucaria angustifolia* ao longo do ano poderá indicar o momento adequado para a coleta do propágulo para a propagação vegetativa e com isso auxiliar em programas de preservação da espécie.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a dinâmica da atividade respiratória de meristemas apicais de ramos plagiotrópicos de *Araucaria angustifolia* nas quatro estações do ano.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi conduzido no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba - PR. Os ramos de *Araucaria angustifolia* foram coletados de plantas-matrizes jovens de três anos de idade mantidas em vasos e de plantas-matrizes adultas de 22 anos de idade, provenientes de mudas de sementes plantadas e situadas no Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

Curitiba está localizada nas coordenadas 25°25' latitude Sul e 49°16' longitude Oeste, com altitude média de 934,6 m. O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb – subtropical úmido mesotérmico, de verões frescos e com ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca. A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C (MAACK, 2002).

Para a avaliação do frio natural ocorrido na região foram calculados o número de horas de frio (HF) (<7,2°C), os valores médios mensais da temperatura máxima, média e mínima e radiação com base nos dados climáticos da estação meteorológica de Curitiba, fornecidos pelo Simepar.

Para a avaliação da atividade respiratória de meristemas apicais de ramos plagiotrópicos de

Araucaria angustifolia foram realizadas coletas de gemas apicais em 10 datas (na segunda e na oitava semana do outono, inverno e primavera de 2011 e verão e outono de 2012, correspondentes ao início e metade de cada estação). Em plantas jovens, as gemas apicais foram coletadas de ramos plagiotrópicos primários e secundários e, em plantas adultas, as gemas apicais foram coletadas de ramos plagiotrópicos secundários e terciários. O delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado num arranjo fatorial 10 x 2 (data de coleta x idade da planta) com seis repetições.

A massa de gemas apicais amostrada para a realização do teste de tetrazólio foi de 400 mg. As acículas abertas da gema apical foram retiradas e, a partir da gema fechada, foram retiradas 20 a 30 acículas, para que as gemas apicais utilizadas no teste tivessem, em média, 1 cm de comprimento e 0,4 cm de largura. Estas gemas foram divididas ao meio por um corte longitudinal de forma a expor seus tecidos internos e, imediatamente, foram utilizadas para a execução do teste para evitar sua oxidação. Para retirar o efeito da umidade da gema apical na interpretação dos resultados foi determinada a umidade com uma amostra de 100 mg de gemas apicais, por meio da secagem em estufa a 65°C até massa constante.

As amostras foram mantidas em 5 mL de solução de cloreto de 2, 3, 5-trifeniltetrazólio a 1,2% (m/v) em frascos fechados protegidos da luz e mantidos em sala de crescimento a 25°C por duas horas, para coloração dos tecidos vivos. Em seguida, as gemas apicais coloridas foram retiradas desta solução e mantidas em outra solução de 4 mL de álcool etílico absoluto (PA), em frascos fechados a temperatura ambiente por uma hora, para extração da coloração vermelha das gemas apicais. A leitura da intensidade da cor obtida na solução de álcool etílico foi feita por espectrofotometria por absorvância a 560 nm. O valor de absorvância obtido foi corrigido para absorvância por 100 mg de massa seca de gemas apicais (CARVALHO et al., 2010).

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste Bartlett. As variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F tiveram suas médias comparadas pelo teste Tukey em nível de 1% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2011).

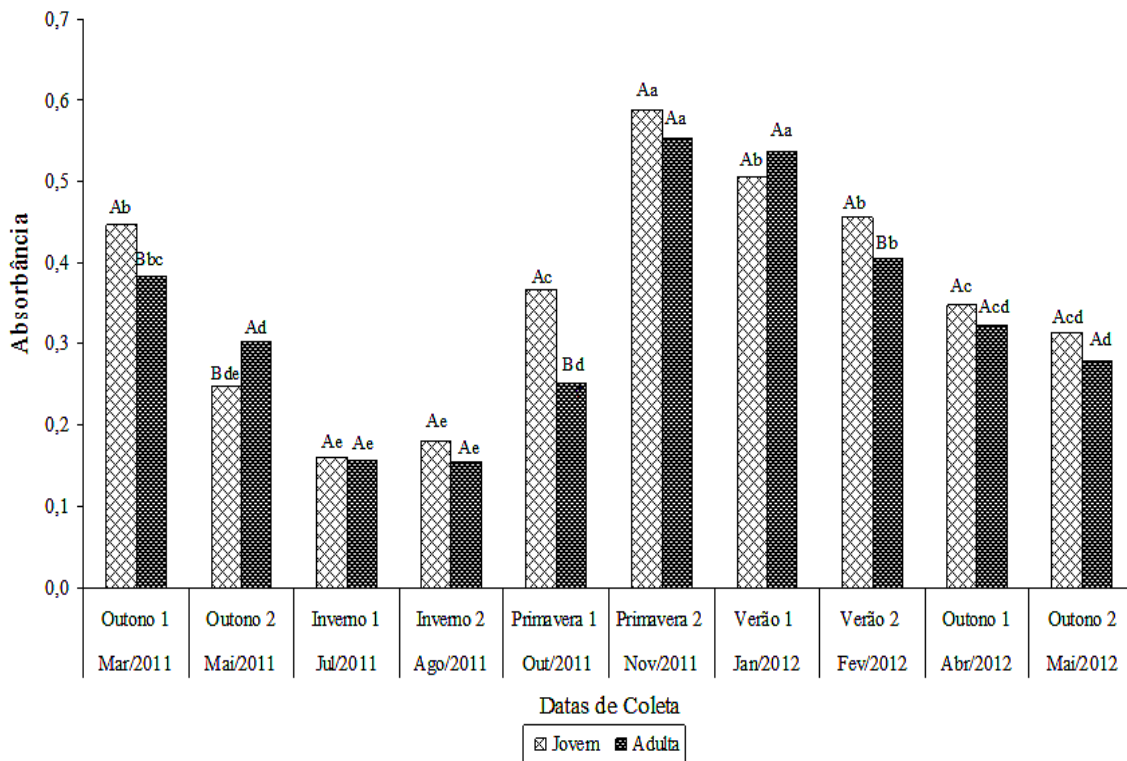
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora tenha sido observada diferença significativa entre as idades, os meristemas apicais dos ramos plagiotrópicos de plantas jovens e adultas de *Araucaria angustifolia* apresentaram variação semelhante da atividade respiratória nas estações do ano (Figura 1), ou seja, a mesma tendência de comportamento em um ciclo de crescimento, com períodos de baixa atividade respiratória nos meses de outono e inverno e períodos de alta atividade respiratória nos meses de primavera e verão.

As menores leituras da absorvância foram obtidas nas duas coletas realizadas no inverno para plantas jovens e adultas, sem diferença significativa entre idades. Este resultado indica que as plantas se encontravam em baixa atividade metabólica, pois menor número de células estava ativo para que, através da respiração celular, fossem liberados íons hidrogênio em maior quantidade para reação com o sal de tetrazólio e, conseqüentemente, formação da coloração vermelha do formazan em maior intensidade.

O processo respiratório ocorre em etapas. A primeira é a glicólise, que ocorre no citossol, no qual a glicose é quebrada em piruvato. A energia gerada neste processo é utilizada para o crescimento de tecidos e órgãos (TAIZ e ZEIGER, 2009). Enzimas desidrogenases estão envolvidas na atividade respiratória de sistemas biológicos. Durante este processo, substâncias intermediárias são formadas e usadas como substrato para que estas enzimas liberem os íons hidrogênio. Portanto, a menor liberação de íons hidrogênio nos meses do inverno está associada à menor intensidade da respiração e, conseqüentemente, à menor atividade metabólica das células para o crescimento da planta (DIAS e BARROS, 1995).

Foram registrados valores baixos de temperatura e radiação durante o outono e início do inverno (Figura 2). A radiação solar é fonte de energia para as plantas e parte dessa energia é convertida em calor, aumentando a temperatura dos tecidos vegetais e impulsionando o processo de transpiração com conseqüências sobre os processos metabólicos (JONES, 1992). Assim, a temperatura e a radiação em níveis baixos podem ter induzido a redução dos processos metabólicos da planta como a respiração, pois para a quebra de moléculas de glicose durante a respiração celular é necessária a energia oriunda da fotossíntese. O amido e a sacarose são os principais



Em que: Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre idades e minúscula entre épocas de coleta não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

FIGURA 1: Absorbância de meristemas apicais de ramos plagiotrópicos de plantas jovens e adultas de *Araucaria angustifolia*, coletados em 10 datas. UFPR, Curitiba - PR. 2012.

FIGURE 1: Absorbance of apical meristems of plagiotropic branches of young and adult plants of *Araucaria angustifolia*, collected in 10 dates. UFPR, Curitiba-PR. 2012.

carboidratos formados na fotossíntese. O primeiro é imóvel, sendo sintetizado nos cloroplastídeos dos órgãos fotossintetizantes e nos amiloplastídeos em órgãos não fotossintetizantes. O segundo é móvel e é sintetizado no citossol das células e descarregado no floema. A sacarose, por ser móvel, é o principal substrato para a respiração, que mantém o vegetal vivo e ativo (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A disponibilidade de carboidratos para a respiração celular pode ter sido diminuída nos meristemas apicais da *Araucaria angustifolia* devido a condições de temperatura e radiação baixas durante o outono e início do inverno, fazendo com que a produção de fotoassimilados tenha sido menor em função da quantidade da radiação incidente, com redução do fotoperíodo (RAVEN et al., 2007).

A baixa atividade respiratória observada pode ter ocorrido não apenas em função da menor eficiência fotossintética da planta no período, mas também em função da menor translocação de sacarose no floema, que pode ter induzido a planta a consumir os carboidratos de reserva presentes nas

células meristemáticas para manter a respiração, pois os meristemas apicais se encontram em intensa atividade metabólica para os processos de diferenciação e divisão celular. Desta forma, a baixa concentração de açúcares nos meristemas apicais, seja pela menor atividade fotossintética ou pelo consumo de carboidratos de reserva em função da menor translocação, pode explicar a baixa atividade respiratória dos meristemas apicais, já que os demais substratos necessários à respiração como o oxigênio encontravam-se disponíveis.

A dinâmica da concentração de carboidratos tem sido bastante estudada em fruteiras de clima temperado. O amido é o mais importante carboidrato de reserva nestas plantas. No inverno, essas reservas amiláceas são parcialmente convertidas em açúcares solúveis usados no processo de respiração como suprimento de energia para a retomada de crescimento na primavera e como forma de tolerância da planta ao resfriamento (CARVALHO e ZANETTE, 2004; RODRIGUES et al., 2006; MARAFON et al., 2007).

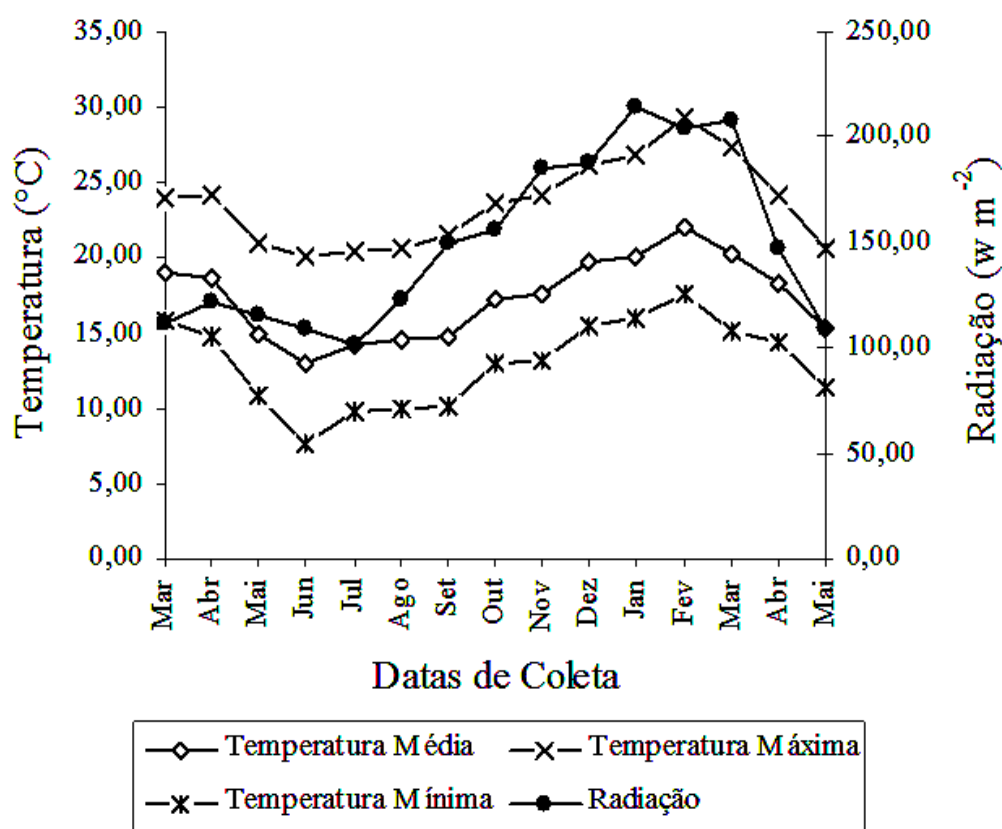


FIGURA 2: Valores médios mensais de temperatura (mínima, média e máxima) e radiação solar registrados durante o período de março de 2011 a maio de 2012, na Estação Meteorológica do Simepar, localizada em Curitiba - PR.

FIGURE 2: Average monthly temperature (minimum, average and maximum) and solar radiation recorded during the period March 2011 to May 2012 in the Simepar Meteorological Station, located in Curitiba-PR.

Observou-se correlação positiva entre a absorvância dos meristemas apicais de plantas jovens e adultas e as temperaturas e radiação (Tabela 1), confirmando que a atividade respiratória dos meristemas apicais é diretamente influenciada pelas mudanças de temperatura e radiação, que também apresentaram correlação positiva entre si. Segundo Assumpção Neto (2008) existe correlação positiva entre o crescimento dos ramos de *Araucaria angustifolia* e as temperaturas e radiação, no entanto, é difícil determinar quais fatores meteorológicos interferem diretamente no crescimento, uma vez que precipitação, radiação e temperatura apresentam-se altamente correlacionadas entre si.

Embora não tenha sido mensurado o crescimento dos ramos plagiotrópicos de *Araucaria angustifolia*, observou-se que as baixas temperaturas ocorridas no final do outono e início do inverno podem não apenas ter induzido a planta a diminuir sua atividade metabólica devido

à redução da fotossíntese líquida, mas também podem ter diminuído o crescimento dos ramos. Estes se apresentaram com crescimento limitado ou paralisado durante o inverno quando comparados com as estações da primavera e verão, com os ramos em pleno crescimento e, conseqüentemente, fotossíntese líquida positiva. Assumpção Neto (2008), avaliando o ciclo anual de crescimento de *Araucaria angustifolia*, obteve menor taxa de crescimento dos ramos na estação do inverno e descreveu que este comportamento deve-se, principalmente, a fatores ambientais, como a redução da temperatura e conseqüente redução do metabolismo da planta neste período.

Após o inverno, pode-se verificar que os meristemas apicais já haviam aumentado sua atividade respiratória (Figura 1). As plantas jovens retomaram sua atividade metabólica mais rapidamente em relação às plantas adultas, pois, na primeira coleta da primavera, os meristemas

TABELA 1: Coeficiente de correlação de Pearson para a absorbância de meristemas apicais de plantas jovens e adultas de *Araucaria angustifolia* e valores médios mensais de temperatura (mínima, média e máxima) e radiação, nas 10 datas de coleta. UFPR, Curitiba - PR. 2012.

TABLE 1: Pearson correlation coefficient for the Absorbance of apical meristems of plagiotropic branches of young and adult plants of *Araucaria angustifolia* and monthly average temperature (minimum, average and maximum) and radiation, in 10 collection dates. UFPR, Curitiba - PR. 2012.

| | Abs. Jovem | Abs. Adulta | T. Mínima | T. Média | T. Máxima | Radiação |
|-------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|----------|
| Abs. Jovem | 1,00 | | | | | |
| Abs. Adulta | 0,94** | 1,00 | | | | |
| T. Mínima | 0,76** | 0,70* | 1,00 | | | |
| T. Média | 0,76** | 0,70* | 0,99** | 1,00 | | |
| T. Máxima | 0,74* | 0,69* | 0,94** | 0,98** | 1,00 | |
| Radiação | 0,76* | 0,76* | 0,70* | 0,79** | 0,87** | 1,00 |

Em que: * e ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

de plantas jovens já haviam aumentado sua taxa respiratória, enquanto as plantas adultas precisaram de um período maior para que suas células reiniciassem suas funções metabólicas.

Segundo Pereira (1989), quanto maior a temperatura maior é a atividade metabólica dos tecidos e a respiração de manutenção. O autor ainda cita que a atividade metabólica diminui com a idade dos tecidos, ocasionando decréscimo no valor da respiração de manutenção, pois plantas mais velhas necessitam de menor quantidade de carboidratos por unidade de área para a sua manutenção.

O pico de absorbância, indicativo de alta atividade respiratória, foi obtido na segunda coleta realizada na primavera em plantas jovens e na segunda coleta de primavera e primeira coleta de verão em plantas adultas (Figura 1), concordando com Assumpção Neto (2008), que observou os maiores níveis de crescimento vegetativo em *Araucaria angustifolia* também na primavera e verão. Os resultados de absorbância dos meristemas apicais estão de acordo com o trabalho do referido autor, pois o maior crescimento da espécie foi encontrado no período do ano em que esta se encontra em alta atividade metabólica para divisão e alongamento celular.

O reinício da atividade metabólica, após o inverno, ocorreu primeiro em plantas jovens, mas o período de permanência em intensa atividade metabólica foi menor quando comparado com plantas adultas que, apesar de retomarem suas atividades metabólicas mais tarde, permaneceram em alta atividade metabólica por um período

maior. Desta forma, pode-se observar que a época do ano poderá interferir no desenvolvimento da muda propagada vegetativamente, principalmente por enxertia, pois se a planta não estiver em plena atividade metabólica, o enxerto iniciará a brotação mais tardiamente, quando comparado com um propágulo coletado de uma planta que se encontre em plena atividade metabólica e que irá brotar rapidamente após a enxertia.

Zanette et al. (2011) relataram que plantas de *Araucaria angustifolia* enxertadas no inverno levaram mais tempo para emitir brotação, seis meses após a enxertia, quando comparadas com os enxertos realizados no outono, que, além de brotarem em apenas três meses, apresentaram maior sobrevivência. No entanto, os autores ainda mencionaram que as plantas enxertadas na primavera também emitiram brotações tardiamente, após os seis meses de enxertia, mesmo quando a planta já se encontrava em condições de alta atividade metabólica para o crescimento.

Apartir da segunda coleta realizada no verão, a planta iniciou redução de sua taxa respiratória, com leituras de absorbância menores nas coletas seguintes até a segunda avaliação no outono de 2012 (Figura 1). Embora tenha sido encontrada diferença significativa entre o período do outono de 2011 e 2012, quanto às idades estudadas e à intensidade respiratória, verificou-se que nesta época do ano a planta começa a diminuir seu metabolismo para que, no inverno, o crescimento seja diminuído ou paralisado e, desta forma, consiga superar condições desfavoráveis ao crescimento como as baixas

TABELA 2: Horas de frio abaixo de 7,2°C ocorridas no período de 01 de março de 2011 a 18 de maio de 2012 registradas na Estação Meteorológica do Simepar, Curitiba - PR.

TABLE 2: Chill hours below 7.2° C during the period from 01 March 2011 to 18 May 2012 recorded at the meteorological station of Simepar, Curitiba-PR.

| Período | Horas de frio <7,2°C | |
|---------------|----------------------|------------|
| | Durante o período | Acumuladas |
| 2011 | | |
| 01/03 a 29/03 | 0 | 0 |
| 30/03 a 20/05 | 0 | 0 |
| 21/05 a 05/07 | 107 | 107 |
| 06/07 a 16/08 | 73 | 180 |
| 17/08 a 04/10 | 52 | 232 |
| 05/10 a 31/12 | 0 | 232 |
| 24/11 a 31/12 | 0 | 232 |
| 2012 | | |
| 01/01 a 06/01 | 0 | 0 |
| 07/01 a 23/02 | 0 | 0 |
| 24/02 a 05/04 | 0 | 0 |
| 06/04 a 18/05 | 5 | 5 |

temperaturas.

A diminuição do crescimento está relacionada com menor consumo de energia e aumento do potencial de energia de reserva para períodos de pleno crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2009). Este comportamento é observado em plantas lenhosas de clima temperado, que apresentam ciclo anual de crescimento, com dormência de gemas nas estações frias (BOTELHO, 2007). Não foi definido que a *Araucaria angustifolia* apresenta dormência de gemas, embora a espécie também apresente ciclo anual de atividade respiratória e de crescimento que podem estar influenciados pelas condições ambientais.

Devido à região de ocorrência da *Araucaria angustifolia* ser em locais de altitude elevada e temperaturas baixas, supõe-se que a espécie necessite de frio para completar seu desenvolvimento, pois, para que a planta inicie a emissão dos órgãos reprodutivos, por exemplo, é necessário que se tenha condição de temperaturas baixas e altitudes adequadas (KOCH e CORRÊA, 2002). Desta forma, a redução do crescimento observado no inverno pode ser uma manifestação de ecodormência, estado de repouso vegetativo em que a planta reinicia sua atividade metabólica apenas quando as condições ambientais como a temperatura são favoráveis ao crescimento (LANG et al., 1987).

A temperatura é o principal fator ambiental que interfere na dinâmica da dormência em gemas de plantas lenhosas de clima temperado, em razão da ação positiva das baixas temperaturas na superação

da dormência, o que provoca alterações no estado físico das membranas e no metabolismo enzimático das células que, conseqüentemente, influenciam o balanço metabólico da planta (LANG et al., 1987; CRABBÉ e BARNOLA, 1996).

A *Araucaria angustifolia* pode não apresentar apenas a ecodormência, mas também endodormência como o pessegueiro, caqui, videira e macieira, frutíferas de clima temperado que dependem do acúmulo de horas de frio para a superação natural da dormência e início de um novo ciclo reprodutivo (BOTELHO et al., 2006; FAQUIM et al., 2007; WAGNER JÚNIOR et al., 2009). A exigência em frio destas frutíferas é bastante estudada, com os cálculos de somatório de horas de frio (HF) e unidades de frio (UF), já estimados. Porém, em *Araucaria angustifolia* ainda não foi estabelecida esta necessidade de acúmulo de frio para o reinício da atividade metabólica e de novo ciclo de crescimento. No período de avaliação foram acumuladas 232 HF (Tabela 2) e, após este período, pode-se observar que a planta retomou sua atividade respiratória com crescimento vegetativo e reprodutivo normalizados.

CONCLUSÕES

A atividade respiratória de meristemas apicais de ramos plagiotrópicos de *Araucaria angustifolia* é variável durante o ano. A maior atividade respiratória ocorre na metade da primavera e a menor atividade respiratória ocorre no inverno, em plantas jovens e adultas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, G. C. et al. Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 134-142, 2012.
- ASSUMPTÃO NETO, A. **Plastocrono e filocrono aparentes anual em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no município de Colombo - PR.** Curitiba, 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- BIASI, L. A.; CARVALHO, R. I. N.; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de videira e quiveiro em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1244-1249, 2010.
- BOTELHO, R. V.; AYUB, R. A.; MULLER, M. M. A. Somatória de horas de frio e de unidades frio em diferentes regiões no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 89-96, 2006.
- BOTELHO, R. V. Efeito do extrato de alho na quebra de dormência de gemas de macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 403-405, 2007.
- CARVALHO, R. I. N.; ZANETTE, F. Conteúdo de carboidratos em gemas e ramos de macieira durante o outono e inverno em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 202-205, 2004.
- CARVALHO, R. I. N. et al. Metabolic activity evaluation of temperate tree fruit buds by using the tetrazolium test. **Acta Horticulturae**, Brisbane, 872, p. 89-96, 2010.
- CRABBÉ, J.; BARNOLA, P. A. New Conceptual Approach to Bud Dormancy in Woody Plants. In: LANG, G. A. (Ed.) **Plant Dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 83-113.
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43 p.
- FAQUIM, R.; SILVA, I. D. da; CARVALHO, R. I. N. Necessidade de frio para quebra de dormência de gemas de caqui 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 438-444, 2007.
- IRITANI, C.; ZANETTE F.; CISLINSKI, J. Aspectos anatômicos da cultura *in vitro* da *Araucaria angustifolia*. I. Organização e desenvolvimento dos meristemas axilares ortotrópicos de segmentos caulinares. **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 21, n. 1, 2, 3, 4, p. 57-76, 1992.
- JONES, H. G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 428p.
- KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Propagação vegetativa por enxertia em *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, n. 12, p. 95-102, 1975.
- KOCH, Z.; CORRÊA, M. S. **Araucária: a floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. 148p.
- LANG, G. A. et al. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hortscience**, Alexandria, v. 22, p. 371-178, 1987.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e textos, 2000. 531p.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3 ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 440p.
- MARAFON, A. C. et al. Concentrações de carboidratos em tecidos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Jubileu em plantas com e sem sintomas de morte-precoce durante o período de dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 075-079, 2007.
- MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; HAWERROTH, F. J. Umidade ponderal em tecidos de pereira durante o período de dormência sob condições de inverno ameno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 46, n. 9, p.1006-1012, 2011.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Proteção e recuperação da Floresta com Araucárias**. Propostas de criação de novas Unidades de Conservação Federais no Paraná e em Santa Catarina. 2005. Disponível em: <http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=202&idConteudo=8642&idMenu=9276> Acesso em: 05/05/2012.
- OLIVEIRA, L. S. **Enxertia, microenxertia e descrição do tropismo em *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Ktze.** Curitiba, 2010. 90 f. Tese (Doutorado Ciências) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- PEREIRA, A. R. Aspectos fisiológicos da produtividade vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 139-142, 1989.

- PEREIRA, G. P. et al. Dinâmica da dormência de gemas de pessegueiro, ameixeira e caquizeiro na Fazenda Rio Grande, PR. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 7, suplemento, p. 820-825, 2012.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830p.
- RODRIGUES, A. C. et al. Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condição de inverno ameno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1-4, 2006.
- SILVA, F. de A. S. **Assistat versão 7.6 beta (2011)**. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 24/09/2011.
- TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.
- WAGNER JÚNIOR, A. et al. Avaliação da necessidade de frio de pessegueiro por meio de ramos enxertados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1054-1059, 2009.
- WENDLING, I. **Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia***. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 7p.
- ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. S.; BIASI, L. A. Grafting of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze through the four seasons of the year. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1364-1370, 2011.