

TRANSPORTE DE SEIVA NO XILEMA APÓS A QUEBRA DE  
DORMÊNCIA DAS GEMAS LATERAIS DE *Vitis labrusca* L.

**LÍDIA DOS SANTOS PESSANHA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

ABRIL - 2017

TRANSPORTE DE SEIVA NO XILEMA APÓS A QUEBRA DE  
DORMÊNCIA DAS GEMAS LATERAIS DE *Vitis labrusca* L.

**LÍDIA DOS SANTOS PESSANHA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Ricardo Enrique Bressan-Smith

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ  
ABRIL DE 2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCH / UENF

053/2017

P475 Pessanha, Lídia dos Santos.

Transporte de seiva no xilema após a quebra de dormência das gemas laterais de *Vitis labrusca* L. / Lídia dos Santos Pessanha. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

41 f. : il.

Bibliografia: f. 35 - 41.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

Orientador: Ricardo Enrique Bressan-Smith.

1. Videira. 2. Dormência de Gemas. 3. Xilema. 4. Brotações. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 634.8

---

TRANSPORTE DE SEIVA NO XILEMA APÓS A QUEBRA DE  
DORMÊNCIA DAS GEMAS LATERAIS DE *Vitis labrusca* L.

**LÍDIA DOS SANTOS PESSANHA**

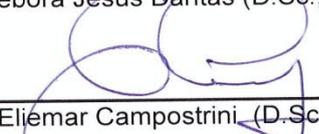
Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestrado em Produção Vegetal.

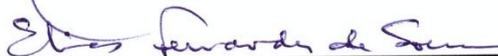
Aprovada em 12 de Abril de 2017

Comissão Examinadora



Prof.<sup>a</sup> Débora Jesus Dantas (D.Sc., Fisiologia Vegetal) – UFERSA

  
Prof. Eliemar Campostrini (D.Sc., Fisiologia Vegetal) – UENF



Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Ricardo Enrique Bressan-Smith (D.Sc., Fisiologia Vegetal) – UENF  
(Orientador)

## **Dedicatória**

Aos meus pais, irmão e namorado, que sempre me apoiaram e me ouviram em todos os momentos que necessitei. Meu reconhecimento e gratidão por toda ajuda que recebi e por todas as etapas que me ajudaram a cumprir.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por todas as oportunidades dadas em minha vida, que possibilitam continuar construindo meu caminho.

Aos meus pais, Eleonora Cristina Pereira dos Santos Pessanha e Celício da Costa Pessanha por todos os valores ensinados durante a formação do meu ser, assim como por todo carinho e amor dedicados a mim.

A meu orientador Professor Dr. Ricardo Enrique Bressan-Smith pela oportunidade, paciência ao orientar e disponibilidade para ajudar na construção deste trabalho.

Ao meu irmão, Lício dos Santos Pessanha, que sempre me apoia, me ouve e me ajuda quando necessário.

Ao meu namorado, Éricky Ferreira Rangel Gomes, por todo carinho, atenção, ajuda, compreensão e incentivo para continuar a minha caminhada.

Aos meus colegas de laboratório Ivanice Lemos, Débora Dantas, Bruna Corrêa, Luan Baritiello, Thiara Chagas, Maria Clara Coutinho, por todos momentos que partilhamos, por todo companheirismo e ajuda ao longo do trabalho.

Aos demais colegas do Laboratório de Melhoramento Vegetal (LMGV) pela boa convivência e pelos momentos de descontração.

Aos meus familiares que me apoiaram e me incentivaram a seguir minha caminhada, em especial à minha avó, Nilce Rangel Pereira dos Santos, que com muita atenção e carinho sempre fez questão de ajudar e disponibilizar sua casa em todos os momentos que precisei.

À minha amiga, Rayanne Guedes Gomes, que sempre esteve comigo me ouvindo e me alegrando em todos os momentos, uma pessoa muito importante em minha vida, que me apoia e torce por mim.

À UENF pela formação e à CAPES pela concessão de bolsa.

**Meu sincero agradecimento a todos! Muito Obrigada!**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Distribuição e Morfologia da videira.....	4
2.2. Fenologia e dormência em gemas de videira.....	5
2.3. Aspectos relacionados à quebra de dormência.....	9
2.4. Aspectos hídricos e características do xilema em videiras.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Estratégia experimental .....	14
3.2. Caracterização do local e material vegetal.....	15
3.3. Avaliação das brotações.....	16
3.4. Crescimento da primeira brotação em casa de vegetação.....	17
3.5. Coleta e análise da seiva do xilema.....	17
3.6. Medição da condutividade hidráulica.....	18
4. RESULTADOS .....	20
4.1. Acompanhamento da temperatura em casa de vegetação.....	21
4.2. Fotoperíodo anual em região 21°S.....	21
4.3 Brotações na casa de vegetação.....	22
4.3.1 Comparação do BR <sub>50</sub> entre as estações.....	22
4.3.2. BR <sub>50</sub> das estacas em condições ideais.....	22
4.4. Crescimento da primeira brotação.....	24
4.5. Extravasamento da seiva do xilema.....	27
4.6. Condutividade Hidráulica.....	28
4.7. Densidade da seiva do xilema.....	29
5. DISCUSSÃO.....	30
6. CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

## RESUMO

PESSANHA, Lídia dos Santos, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, abril de 2017. Transporte de água no xilema após a quebra de dormência das gemas laterais de *Vitis labrusca* L. Orientador: Prof. Ricardo Enrique Bressan-Smith.

Em clima tropical, a videira necessita de técnicas de manejo para as plantas desenvolverem brotação regular das gemas. O objetivo desse trabalho é relacionar o transporte de água no xilema com a indução de brotação de gemas em clima tropical. Para isso, foi feita coleta da seiva do xilema de 19 plantas em casa de vegetação após a poda. As coletas foram realizadas no verão e no inverno até o final da exsudação da seiva, possibilitando a análise da densidade e quantificação do fluxo total de seiva. Posteriormente, foi acompanhado o crescimento das brotações. Após a poda, a condutividade hidráulica dos ramos foi medida com auxílio da bomba de Scholander para identificação de possível obstrução do transporte no xilema. O acompanhamento da capacidade de brotação foi avaliado pelo BR<sub>50</sub> em condições ótimas de crescimento, observando estacas provenientes da poda com 100 mm de comprimento, contendo uma gema. Para tanto, estas foram organizadas em bandejas com água e suspensas por placa de isopor, onde receberam dois tratamentos, um com aplicação de indutor de brotação e sem aplicação. A quantidade de seiva coletada não demonstrou relação direta com a capacidade de brotação e crescimento do ramo em ambas as estações. As videiras não apresentaram diferença significativa na condutividade hidráulica do ramo e densidade da seiva quando comparadas as estações. As brotações de gemas no verão foram mais uniformes e se desenvolveram mais rapidamente que as provenientes do inverno.

## ABSTRACT

PESSANHA, Lídia dos Santos, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, april de 2017. Water transport in the xylem after the bud-break in the lateral buds of *Vitis labrusca* L. Advisor: Prof. Ricardo Enrique Bressan-Smith.

In a tropical climate, the grapevine needs management techniques for the plants to develop regular shoots. The objective of this work is to relate the transport of water in the xylem with the induction of bud-break in tropical climate. The xylem sap of 19 plants was collected in a greenhouse after pruning. The samples were collected in the summer and winter until sap exudation was reached, allowing the analysis of the density and quantification of the total sap flow. Later, the growth of the shoots was followed. After pruning, the hydraulic conductivity of the branches was measured using the Scholander pump to identify possible obstruction in the xylem transport. The sprouting capacity was monitored by BR<sub>50</sub> in optimum growth conditions, observing cuttings from pruning with a length of 100 mm, containing only one bud. For this, they were organized in trays with water and suspended by Styrofoam plate, where they received two treatments, one with application of inducer of budding and without application. The amount of sap collected did not show a direct relation with the budding and growth capacity of the branch in both seasons. The vines did not present a significant difference in the hydraulic conductivity of the branch and density of the sap when compared to the seasons. Summer bud buds were more uniform and developed faster than winter buds.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos trópicos, especificamente no Brasil, a variação da latitude entre 0°S e 34°S afeta de maneira significativa o crescimento das plantas. Temperatura e fotoperíodo são fatores determinantes para a duração de ciclos reprodutivos de várias espécies, incluindo a videira (*Vitis* spp). O fotoperíodo, especificamente, tem papel fundamental em videiras crescendo em clima temperado, notadamente por causa da indução da entrada em dormência com a aproximação do período invernal (Fennel e Hoover, 1991). Nestas regiões, a redução do fotoperíodo observada nos meses de outono leva invariavelmente à aclimação da videira, cujas respostas observáveis são a abscisão do ápice caulinar, seguida da senescência e abscisão foliar e, finalmente, da dormência das gemas laterais (Keller e Tarara, 2010).

Embora a dormência em videiras pareça ser apenas um evento singular, há uma série de fases que se sucedem, de acordo com Lang et al (1987): a paradormência, a endodormência e a ecodormência. A endodormência tem seu ponto mais acentuado em meados do outono, juntamente com a queda das folhas, em resposta à redução significativa do fotoperíodo (Iland et al, 2011). Há relatos de entrada de endodormência em *V. Labrusca* a partir da latitude 29°S (Peruzzo et al, 2015), com variação do fotoperíodo de 13,9 horas (valor máximo no solstício de verão) para 10,1 horas (valor mínimo no solstício de inverno). Evidências observadas por Dantas (2015) e Rubio et al. (2016) sugerem que 10

horas de fotoperíodo induzem variações morfológicas e fisiológicas significativas como abscisão do ápice foliar, desenvolvimento de periderme, espessamento de parede celular de células meristemáticas da gema, além da expressão diferenciada de genes relacionados à indução de dormência como PHYA (Fitocromo A) e FT (Flowering locus T).

Nesta condição, a gema endodormente precisa se aclimatar às baixas temperaturas, fenômeno usualmente conhecido com “quebra da dormência”, para então ocorrer a brotação em temperaturas acima de um valor particular, que é dependente da variedade (p.e. Traminer 7°C e Niagara Rosada 10°C) (Iland et al, 2011; Peruzzo et al, 2014).

Em clima tropical de baixa latitude, notadamente entre 0 e 25°S ou N, acreditava-se que o fotoperíodo não induzia a endodormência, e a pouca redução deste, aliado às altas temperaturas durante o outono, parecia ser a razão para tal. Nossas observações, em *Vitis labrusca* crescendo a 21°S, tem concluído que podas realizadas durante o inverno apresentam brotações deficientes e desuniformes, resultando em limitações de produção (Hespanhol-Viana, 2009). Tais evidências sugerem que a videira parece ser induzida à endodormência, e também parece não sair completamente do estado de dormência quando as plantas são podadas em período invernal (julho, agosto e setembro), com menor fotoperíodo (Dantas et al, 2015). Nestas condições, as brotações apresentam desuniformidade mesmo quando induzidas por agentes químicos estimuladores. A partir dos resultados obtidos em distintos estudos (Dantas et al., 2015, Rubio et al., 2016.), supomos que a desuniformidade seja ocasionada por incapacidade da planta em sair da endodormência, basicamente pela falta de número de horas suficientes de frio.

Ao longo do seu ciclo, a videira acumula metabólitos, como carboidratos, para o restabelecimento do crescimento vegetativo e reprodutivo, para que posteriormente possa sair do estado de dormência (Guimarães, 2013). Neste momento, o xilema se demonstra essencial para o fornecimento de carboidratos às gemas, favorecendo as brotações (Ameglio et al., 2000), já que a circulação do floema é bloqueada durante o inverno (Aloni et al., 1991). Este fenômeno possibilita que as videiras exsudem considerável quantidade de seiva do xilema após a poda, devido à pressão hidrostática positiva produzida nas raízes,

fenômeno conhecido popularmente como “choro da videira”, em inglês “*bleeding*” (Marangoni et al., 1986).

A análise de seiva do xilema também se evidencia relevante para demonstrar o efeito da redução do fotoperíodo, pois foi constatada a modificação na composição de carboidratos e nitrogênio de acordo com as alterações ambientais ao longo do ano (Maurel et al., 2004), durante o período de poda até brotação (Campbell et al., 1996, Halis, et al., 2012). Tem sido relatado que modificações no fluxo de seiva do xilema são encontradas em ambientes com temperaturas baixas extremas, especialmente onde há possibilidade de congelamento dos tecidos vegetais (Zabadal et al, 2014). Sob tais circunstâncias, é possível que os vasos xilemáticos sejam preenchidos com géis ou gomas, o que reduziria a condutividade hidráulica dos mesmos (Sun et al., 2008).

A partir dos fatos constatados, o objetivo é relacionar o transporte da seiva do xilema com a condutividade hidráulica do ramo, ambas durante a indução e liberação de endodormência de gemas laterais de *Vitis labrusca* L., relacionando com a uniformidade das brotações e, assim, contribuir para melhor compreensão do fenômeno de dormência em ambiente tropical de baixa latitude.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Distribuição e Morfologia da videira

A videira pertence ao grupo das angiospermas, classificada como dicotiledônea, pertencendo à família Vitaceae, do gênero *Vitis*, possuindo várias espécies, nas quais se destacam a *V. vinifera* L., proveniente da Europa, onde se produz uvas finas, e a *V. labrusca*, originária da América, local de produção de uvas rústicas. Essas plantas são lenhosas ou herbáceas, apresentam gavinhas e inflorescências opostas às folhas (Giovannini, 2008).

O gênero *Vitis* apresenta distribuição entre a América e a Ásia, no entanto espécie *V. vinifera* L., originária na Eurásia, foi difundida no mundo pelo homem (Alvarenga et al., 1998). As espécies americanas apresentam frutos com qualidade relativamente baixa, porém, possuem considerável resistência às doenças fúngicas (Sousa, 1959). Na Europa, por volta de 1870, ocorreu o desenvolvimento de uma praga, conhecida com filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), que acabou com grande parte dos vinhedos de *V. vinifera* L. Contudo, como as espécies americanas são mais resistentes a essa praga, passou-se a utilizá-las como porta-enxerto para espécies europeias (Sousa, 1996).

A videira é também classificada como perene arbustiva, constituída de: raízes, tronco, ramos, gemas, folhas, flores, gavinhas, frutos e sementes. No final do ciclo vegetativo, após a queda das folhas, as raízes ficam responsabilizadas

pelo acúmulo de carboidratos, os quais servirão como reserva para auxiliar o vigor vegetativo da planta no próximo ciclo (Winkler et al., 1992). A parte aérea da planta possui em sua estrutura, o tronco e os ramos, que são as partes responsáveis pela sustentação dos frutos, que são nomeados bagas e estas agrupadas em cachos. Os frutos da videira, assim como as folhas, podem apresentar diferentes formas e tamanhos. (Pommer et al., 2009).

A gema apical, presente no ápice caulinar é responsável pelo crescimento em altura do caule, e ainda possibilita a origem dos primórdios foliares e das gemas axilares, que estão presentes na axila de cada folha. As gemas axilares são estruturalmente iguais ao ápice caulinar. A videira (*Vitis spp*) apresenta um complexo de gemas axilares, que dentro de cada uma contém uma gema lateral e uma gema composta (Morrison, 1991, Gerrath, 1992). A gema lateral também pode ser denominada “gema pronta” e é a parte da gema onde se desenvolve nas axilas das folhas a brotação lateral ou neto durante mesmo ciclo de sua formação (Srinivasan e Mullins, 1981). Essa gema não entra em dormência, e quando não há o surgimento das brotações, estas geralmente são abortadas (Morrison, 1991, Gerrath, 1992).

A gema composta, também chamada de gema latente ou dormente, desenvolve-se na axila da bráctea juntamente à gema lateral e possui três componentes divididos em uma gema primária central e duas gemas secundárias menores. Cada componente da gema composta pode gerar primórdios foliares e primórdios de inflorescência ou de gavinha (Morrison, 1991). De acordo com a variedade cultivada, a gema latente primária pode produzir de 6 a 10 primórdios foliares, e até três primórdios de inflorescência, antes de entrar em dormência no inverno. No caso das gemas latentes secundárias, o crescimento é limitado e produzem principalmente primórdios foliares (Srinivasan e Mullins, 1981).

## **2.2. Fenologia e dormência em gemas de videira**

A caracterização do desenvolvimento da videira é descrita por uma sucessão de ciclos vegetativos alternados por períodos de repouso, classificados como vegetativo, que se inicia com o extravasamento da seiva após a poda, conhecido como choro da videira (do inglês, *bleeding*), e vai até a abscisão das

folhas, um período subdividido em três fases, sendo estas classificadas como crescimento, o momento considerado entre a brotação até a pausa do crescimento dos ramos, o reprodutivo está presente entre a floração e a maturação das bagas e o amadurecimento dos tecidos é avaliado desde a pausa do crescimento até a lignificação dos ramos. O momento referente ao repouso corresponde ao período entre dois ciclos vegetativos. Esses períodos vão mantendo uma relação de dependência do período vegetativo, que por sua vez também será influenciado pelo repouso que o antecede (Pedro Junior et. al, 1993).

A existência de ciclos alternados com repouso (figura 1), possibilita a realização de podas favorecendo a produção em qualquer época do ano, desde que o período de descanso de 30 a 60 dias seja respeitado, e ocorra entre a última colheita e a poda de produção do ciclo seguinte (Murakami, 2002). Esse repouso manejado procura simular o repouso hibernar das regiões frias, que é obtido pela suspensão controlada de água na irrigação favorecendo o acúmulo de reservas (Leão e Maia, 1998). Desta forma, a poda será o marco do início de um novo ciclo fenológico da videira e este será caracterizado e definido pelos fatores climáticos predominantes durante o período.

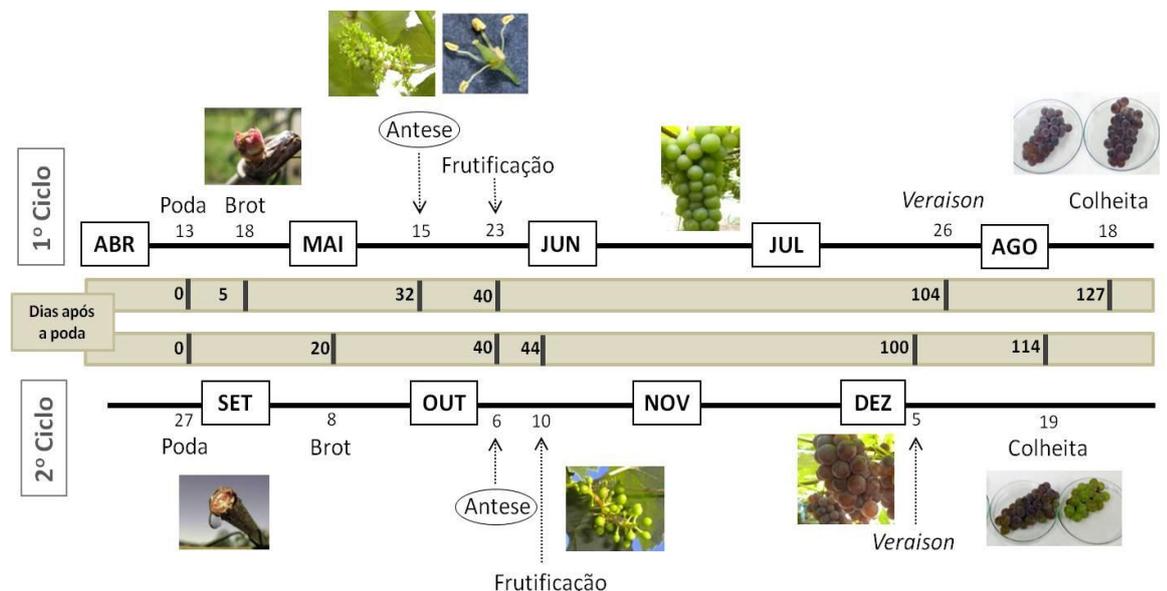


Figura 1: Desenvolvimento da 'Niagara Rosada' nos dois ciclos de produção. As barras centrais indicam os dias após a poda (Stofel, 2012).

O repouso hibernar, denominado dormência, pode ser considerado uma condição natural do vegetal durante condições adversas para o seu crescimento (Sáure, 1985). É um processo fisiológico iniciado para resistir às condições ambientais nas quais as fruteiras de clima temperado passam durante o frio intenso. O processo é regulado geneticamente, assim como foi proposto por Horvath (2009), apresentando os genes *FLOWERING LOCUS T* (FT), *CENTRORADIALISLIKE 1* (CENL1) e *DORMANCY ASSOCIATED MADSBOX* (DAM) que desempenham papel central. De acordo com esse modelo, o fotoperíodo curto e/ou uma breve exposição ao frio induziria a expressão dos genes DAM, os quais funcionariam como repressores do gene FT. A diminuição da expressão de FT seria responsável pela paralisação do crescimento vegetativo e a indução da dormência. A longa exposição ao frio reprimiria os genes DAM por remodelando a cromatina para a superação da dormência (Horvath, 2009).

A videira apresenta a queda das folhas no final do ciclo reprodutivo, da mesma forma que outras fruteiras de clima temperado, assim como a entrada em dormência consequente das temperaturas mais baixas, devido ao frio intenso. Esse mecanismo funciona como defesa da planta para resistir às condições desfavoráveis do frio intenso (Petri et al., 1996), e funciona como uma sinalização para alterar o balanço hormonal da planta, resultando na redução da atividade metabólica (Lavee, 1973). Em seu habitat natural na presença de clima temperado, depois de seu repouso hibernar, a videira apresenta diversas fases que caracterizam o seu desenvolvimento vegetativo (Hidalgo, 1993).

Todas as modificações ocorridas nos órgãos vegetais durante o período de dormência são devidas às condições climáticas que a planta enfrentou ao longo das estações do ano. Durante as estações, primavera e verão, as plantas crescem e se desenvolvem rapidamente, pois possuem um crescimento favorecido por condições adequadas de temperatura, água, luminosidade e fotoperíodo. No entanto, durante o outono e o inverno, as condições do ambiente vão se tornando aos poucos desfavoráveis ao crescimento, devido à redução da temperatura, da luminosidade e do fotoperíodo, causando interrupção completa do crescimento das plantas e proporcionando a entrada em dormência (Pérez e Lira, 2005).

No início da primavera, a dormência é quebrada para iniciar um novo ciclo vegetativo. No entanto, o começo e a uniformidade das brotações são determinados pelo tempo e intensidade de exposição da planta à baixa temperatura (Biasi, 2010), já que as gemas ficam dormentes até acumularem horas de frio suficientes para brotação (Lang, 1994). A indução e a saída da dormência são influenciadas pela genética e pelos fatores ambientais. A partir dessa observação, a dormência de gemas foi classificada em três diferentes estados, um chamado de paradormência reconhecido como o crescimento regulado pelo aumento de reguladores de crescimento de plantas originados fora da gema e estão relacionados com dominância apical. A endodormência é o crescimento da gema reprimido por fatores endógenos e a necessidade de frio para iniciar um novo ciclo de crescimento, que é estimulada pelo encurtamento do fotoperíodo e a diminuição das temperaturas. O outro estado é denominado ecodormência, que consiste na quebra da dormência limitada por fatores adversos do ambiente e geralmente ocorre entre o fim do inverno e o início da primavera (Lang, 1987).

Em regiões de clima tropical, a endodormência é considerada uma das maiores barreiras para a produção de fruteiras provenientes de clima temperado (Erez, 1987). As variações de temperatura influenciam nos processos fisiológicos internos envolvidos na entrada e saída da endodormência que podem estar relacionados com fatores diversos ligados à anatomia, fisiologia ou metabolismo da planta (Bonhomme et al., 2000). A ausência de frio nessas condições não colabora para a quebra de dormência, pois o inverno apresenta temperatura amena ou pouco inferior à média observada nos períodos mais quentes do ano, impedindo o acúmulo das horas de frio (Rinne, 2004). Nas regiões caracterizadas pela presença de invernos menos rigorosos, a videira pode apresentar brotações desuniformes, requerendo a aplicação de algumas substâncias químicas, como no caso da cianamida hidrogenada para compensar artificialmente a falta de frio e superar a dormência das gemas. Este é o caso se apresenta com frequência na região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro (latitude 21°S), onde a média de temperatura no inverno raramente atinge abaixo de 18°C (Hespanhol-Viana, 2009).

Como a endodormência está relacionada principalmente aos fatores ambientais, a sua intensidade pode ser caracterizada utilizando estacas provenientes de um ramo, contendo uma única gema, em condições artificiais de luminosidade, temperatura e umidade controladas. Desta forma, pode ser estimado o tempo médio para a brotação de 50% das gemas, demonstrando a quebra da dormência, utilizando o índice determinado BR50 (Pouget, 1963, Koussa et al., 1994). Este método é utilizado com determinada frequência em fruteiras de regiões temperadas.

### **2.3. Aspectos relacionados à quebra de dormência**

Para a planta sair do estado de dormência, será necessário algum sinal ambiental, como a redução de fotoperíodo e acúmulo de horas de frio, após inverno rigoroso ou o método artificial que consta na aplicação de substâncias para a quebra da dormência (Rodrigues et al., 2006).

Alguns estudos envolvendo os mecanismos de liberação da dormência destacam que o aumento nos níveis de  $H_2O_2$  antecede o processo de quebra da dormência das gemas de videira (Pérez e Lira, 2005). Esses mecanismos podem ser induzidos artificialmente com a aplicação de óleo mineral e cianamida hidrogenada, comercializada com o nome Dormex®, que são mais recomendados por apresentar resultados mais eficientes na indução das brotações em fruteiras decíduas no Brasil, principalmente em videira (Petri et al., 2002).

As baixas temperaturas e a cianamida hidrogenada agem inibindo a atividade e reduzindo os níveis de RNA mensageiros da catalase durante o processo (Ophir et al, 2009). A inibição da atividade da catalase proporciona o estresse oxidativo em diferentes sistemas com o aumento do conteúdo de  $H_2O_2$  (Pérez et al., 2008). Esse mecanismo de acúmulo de peróxido de hidrogênio foi identificado como sinalizador o processo de estresse enfrentado (Mittler, 2002).

Após a aplicação de cianamida hidrogenada, as evidências de um distúrbio respiratório foram encontradas em alguns estudos (Or et al., 2002 e Keilin et al., 2007). Este distúrbio pode ser responsável pela ocorrência do estresse oxidativo, que resultaria na produção e acúmulo de peróxido de hidrogênio, já que a enzima catalase é inibida pela cianamida hidrogenada. Evidências demonstram que há o

aumento de transcritos da sacarose sintase e álcool desidrogenase, e este é sinalizado por acréscimo no nível de cálcio no citossol (Pang et al., 2007), um dos primeiros sinais que ocorrem após a redução dos níveis de oxigênio. Desta forma, a mitocôndria é considerada o centro de sensibilidade da liberação da dormência (Pérez et al., 2008).

Uma das sugestões referentes ao processo de quebra de dormência é que ocorra uma carência de O<sub>2</sub> causada pela inibição da respiração mitocondrial ocasionada pela aplicação de cianamida hidrogenada, que ativam rearranjos metabólicos levando ao aumento da geração anaeróbica de ATP pela glicólise e fermentação (Pérez et al., 2007, Halaly et al., 2008).

A cianamida hidrogenada é utilizada como modelo de estudo para eventos envolvendo a indução de brotações ou a saída da dormência, pois segundo os estudos realizados, essa substância está relacionada com a ativação dos mesmos mecanismos quando comparada às condições naturais proporcionadas pelo frio e fotoperíodo (Pang et al., 2007).

#### **2.4. Aspectos hídricos e características do xilema em videiras**

A videira apresenta sistema radicular profundo, podendo se ajustar a certo abastecimento limitado de água, possibilitando o seu desenvolvimento em situações adversas (Hidalgo, 1993). Porém, existe a necessidade do suprimento hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da videira. A primeira fase de crescimento, onde há o crescimento dos ramos, a planta é especialmente sensível ao déficit hídrico, que pode resultar na redução da produção e comprometimento das futuras colheitas (Doorenbos e Kassan, 1994). A frutificação é outro período influenciado pelo déficit hídrico, por isso durante a floração se torna primordial um suprimento adequado de água para o desenvolvimento das flores. Qualquer déficit hídrico durante esse período atrasa o desenvolvimento dos órgãos florais, reduzindo posteriormente o estabelecimento dos frutos. A irrigação adequada é determinante para obtenção de uvas de qualidade (Mérouge et al., 1998). Porém, alguns trabalhos demonstram que o déficit hídrico durante a maturação dos frutos é favorável para acrescentar

qualidade no fruto, principalmente para a produção de vinho (Galet, 1993), no entanto, de forma moderada (Bravdo e Hepner, 1987).

O restabelecimento do crescimento vegetativo e reprodutivo da videira depende da mobilização de diversos metabólitos, incluindo aminoácidos, nutrientes minerais e carboidratos (Zapata et al., 2004). Se os carboidratos utilizados para a brotação das gemas são armazenados a uma certa distância destas, eles precisam ser transportados até essas gemas. Todavia, a circulação do floema é bloqueada durante o inverno (Aloni et al., 1991), demonstrando que o fornecimento de carboidratos para as gemas dependerá do transporte na seiva do xilema (Ameglio et al., 2000). Vasos condutores seiva e sua distribuição são demonstrados na figura 2.

O xilema está relacionado com a mobilização e translocação dos carboidratos (Campbell e Strother, 1996). A mobilização de açúcares, a partir das reservas de amido, via xilema, tem como objetivo o aumento da quantidade de açúcares solúveis amplamente utilizáveis para o metabolismo celular (Gambetta, 2016). A composição da seiva do xilema muda principalmente no inverno e início da primavera, com destaque em relação aos carboidratos (Maurel et al., 2004). Estes carboidratos podem ser a fonte de energia para a retomada de crescimento após o inverno rigoroso e essa modificação pode estar associada com a alteração de uma propriedade da seiva do xilema, como a densidade.

A mobilização de reservas de carboidratos, principalmente o amido, que na primavera é facilitada pela degradação enzimática deste composto em açúcares solúveis, pode ser observada pelos fluxos de glicose, sacarose e frutose no xilema, com predominância de glicose (Campbell e Strother, 1996). Brotações em desenvolvimento são unicamente dependentes da oferta de mobilização de reservas de carboidratos até o momento que as primeiras folhas em uma brotação se tornem fotossinteticamente ativas (Kliewer, 1990).

A mobilização de nutrientes no xilema até a gema parece ser essencial para inicializar o crescimento e desenvolvimento das novas brotações (Glad et al., 1992). As videiras exsudam grandes quantidades de fluido do xilema durante a poda, conhecido popularmente como *bleeding*.

Em 1992, foi relatado por Glad et al. que a cv. Chardonnay pode perder mais de 1,5 L de seiva do xilema depois da poda no final do inverno ou no

princípio da primavera. O *bleeding* é resultado de uma pressão hidrostática positiva produzida nas raízes (Marangoni et al., 1986). As espécies do gênero *Vitis* apresentam a capacidade de gerar pressão hidrostática em grandes alturas para restauração dos vasos de xilema que apresentam embolismo devido à presença de ar (Sperry et al., 1987).

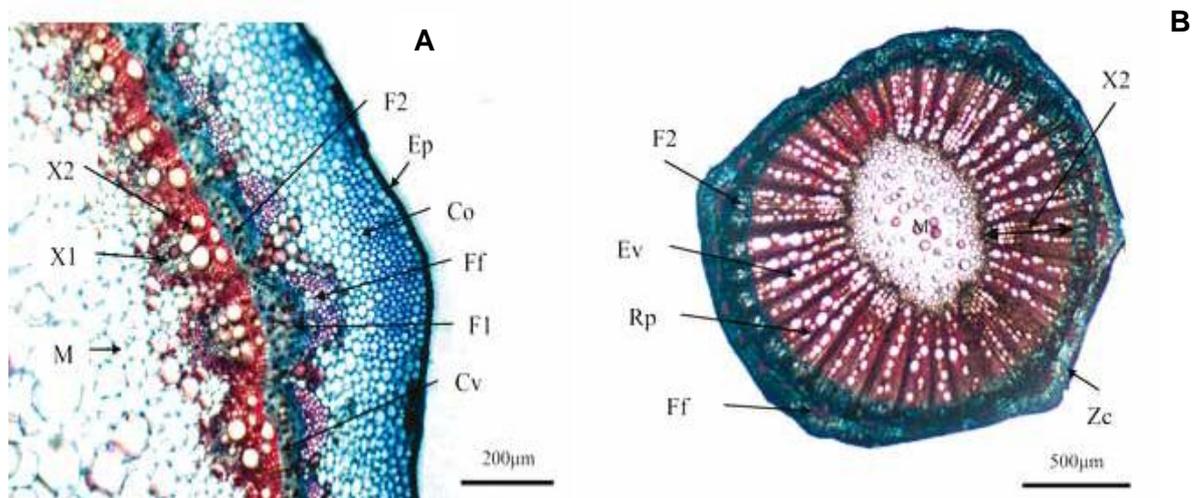


Figura 2: Fotomicrografia da seção transversal na porção apical (A) e mediana (B) dos ramos, em mudas de videira (*Vitis* sp.). Estrutura do sistema vascular: medula (M), xilema primário (X1), xilema secundário (X2), elementos de vaso (Ev), raios parenquimáticos (Rp), câmbio vascular (Cv), floema primário (F1) e secundário (F2), fibras do floema (Ff), epiderme (Ep), colênquima (Co) e zona cortical (Zc) (Santarosa, et al, 2016).

O *bleeding* da videira, que ocorre logo após o período de poda seca, é uma demarcação importante do ciclo da videira, pois o crescimento dos ramos e folhas ocorre posteriormente a este fenômeno. O ciclo termina com a queda das folhas, que marcam o fim da sua vida ativa (Galet, 1993). Após a queda das folhas, a videira entra no período de repouso invernal iniciado pelas baixas temperaturas do inverno. De modo geral, é possível afirmar que o período vegetativo se inicia com o aumento da temperatura na primavera e acaba com o decréscimo da temperatura com o início do inverno (Valduga, 2005), o que forneceu a base para o experimento ser montado em dois períodos do ano, no entanto nas estações inverno e verão, que possuem características climáticas mais contrastantes.

De acordo com Hidalgo (1999), o *bleeding* é constituído da seiva do xilema que flui pelas fendas e cortes de poda e ocorre fornecendo uma ativação da respiração celular da planta, assim como a recuperação da absorção de água e elementos minerais do solo pelo sistema radicular da videira. O *bleeding* representa o início do desenvolvimento vegetativo da videira nas estações quentes do ano, ou seja, na primavera e verão. No entanto, foi relatado por alguns produtores (Hespanhol-Viana, informação pessoal) a partir de observações práticas, que o *bleeding* também ocorre no período de inverno na região a 21°S, porém a exsudação ocorre com menor frequência, liberando o volume total inferior por planta quando comparado ao volume coletado no verão. Portanto, o *bleeding* demarca a transição da dormência ao crescimento ativo do ramo. O início do *bledding* está relacionado com a restauração da atividade metabólica (Keller, 2015), por isso seria interessante correlacionar o dia da primeira brotação com o volume total de seiva exsudado.

O volume exsudado pode ser influenciado pela temperatura do solo, umidade e porta-enxerto. Em média o *bleeding* parece iniciar quando a temperatura do solo aumenta aproximadamente 7°C (Alleweltdt, 1965). Tal informação é referente às condições de clima temperado, pois na em regiões tropicais, o *bleeding* inicia logo após a poda. A respiração radicular sinaliza a existência de atividade metabólica nas raízes que diretamente associada com a temperatura do solo (Franck et al., 2011).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Estratégia experimental**

Os experimentos ocorreram em casa de vegetação, onde foram realizadas coletas de ramos e de seiva do xilema para teste e análise. As coletas de seiva foram em 19 videiras e ocorreram imediatamente após a poda, realizadas em dois períodos distintos do ano, descritos abaixo, informações complementares de temperatura e fotoperíodo indicadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

No primeiro momento a poda ocorreu em 01 de julho de 2016, finalizando a coleta de dados 48 dias após a poda. Este momento inicial foi correspondente ao inverno que, apesar de não apresentar horas de frio suficiente para as plantas entrarem e saírem da dormência, a região possui redução do fotoperíodo, que nas condições naturais da região de origem da videira seria o primeiro sinal para a entrada em dormência. Devido a esta condição, as plantas apresentaram desuniformidade das brotações mesmo com aplicação de indutor, o que indicaria que estariam em uma possível endodormência. Em janeiro, período correspondente ao verão na região, há boa disponibilidade de luz e temperatura adequada para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Nessas condições, as plantas apresentaram grande extravasamento de seiva após a poda, características que possibilitaram a apresentação de uniformidade nas brotações

e possivelmente uma boa produção. Como essas condições foram opostas às anteriores, as demais coletas de dados foram realizadas neste momento, com a poda efetuada em 19 de janeiro de 2017, finalizando a coleta de dados 34 dias após a poda. Os ramos provenientes de ambas as podas foram coletados e cortados em estacas com uma gema, com aproximadamente 100 mm para o acompanhamento das brotações, e desta forma, foi avaliada a capacidade de brotação em laboratório. As brotações também foram acompanhadas em casa de vegetação nas plantas podadas, assim como o crescimento destas. Além da coleta de seiva necessária para quantificar o total exsudado e comparação da densidade, também foi medida a condutividade hidráulica dos ramos com o auxílio da bomba de Scholander na tentativa de justificar a diminuição do exsudato da seiva (*bleeding*) no inverno.

### **3.2. Caracterização do local e do material vegetal**

O experimento foi realizado em casa de vegetação com estrutura telada, localizada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), na cidade de Campos dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro a 21°45' 41" Sul, 41°17' 20" Oeste, em altitude 8 m do nível do mar, durante o período de julho de 2016 e janeiro de 2017.

O clima da região é considerado quente e úmido, com temperatura média anual de 23,2°C. O mês de julho é considerado o mais frio, com a média de 22,3°C, e janeiro o mês mais quente com temperatura média de 28,5°C, classificando-se como um clima tropical. A média anual de precipitação pluviométrica é de 1.087 mm, com o trimestre mais chuvoso os meses de novembro, dezembro e janeiro, demonstrando maior frequência em dezembro (Embrapa, 2003).

Os experimentos foram realizados em plantas da variedade 'Niágara Rosada', proveniente de mutação natural da 'Niágara Branca', possuindo as mesmas características, com exceção da cor (Pommer et al., 1997). Originou-se a partir do cruzamento entre as cultivares 'Concord' (*Vitis labrusca* L.) X 'Cassady' (*V. labrusca* L. X *V. vinifera* L.). O ciclo dessa planta é variável na região Norte Fluminense com a duração de 103 até 123 dias (Hespanhol-Viana, 2009).

Essas videiras foram cultivadas em vasos com capacidade de 16L de solo, contendo como substrato uma mistura de latossolo vermelho-escuro (LVE), distrófico, textura argilosa, esterco de curral e areia, na proporção 1:1:1. As videiras foram enxertadas com porta-enxerto IAC 572. Plantadas em abril de 2013 e conduzidas por sistema em espaldeira com apenas um ramo. Foram irrigadas por gotejamento a cada 8 horas, até atingir a capacidade de campo.

Os dados de temperatura foram registrados por meio de uma estação de monitoramento automático Datalogger WatchDog® instalado na área experimental, programada para coletar dados em intervalos de 30 min, durante todo o período de avaliação.

### **3.3. Avaliação das brotações e endodormência**

O acompanhamento da capacidade de brotação também foi realizado com a avaliação do BR50, variável correspondente ao tempo que 50% das estacas levam para brotar, que ocorreu a partir da observação de estacas com aproximadamente 100 mm contendo uma gema. Logo após a poda, 32 estacas foram organizadas em bandejas de plástico contendo água suficiente para cobrir 20mm da base das estacas. As estacas foram suspensas por uma placa de isopor e receberam dois tratamentos: 1- 16 estacas com aplicação de cianamida hidrogenada 5% (Dormex®) nas gemas, e 2- 16 estacas como controle, com utilização de água. Estas bandejas foram colocadas em câmara tipo BOD a 26°C  $\pm$ 1°C e 16h de iluminação, com 80  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de fluxo de fótons fotossintéticos.

As gemas dessas estacas foram avaliadas individualmente a cada dois dias, até um período máximo de sessenta dias, nas quais foram observadas as que apresentaram inchaço seguido da ponta verde, o que indicou o início da brotação. A partir dessa observação, foi estimado o tempo médio que 50% das gemas levaram para quebrar a dormência, proporcionando o índice denominado BR<sub>50</sub> (Koussa et al., 1994).

### **3.4. Crescimento da primeira brotação em casa de vegetação**

Em casa de vegetação foi realizado o acompanhamento do crescimento da primeira brotação do ramo no qual foi realizada a coleta de seiva. Estas brotações foram mensuradas durante quatorze dias, a cada dois dias, a partir do momento que a maioria delas apresentou de 20 mm até 50 mm de comprimento. Esses dados possibilitaram uma ideia de taxa de crescimento em cada estação para comparação.

### **3.5. Coleta e análise da seiva do xilema**

As coletas de seiva foram realizadas logo após a poda, em ambos os períodos, inverno e verão, com o auxílio de mangueiras maleáveis transparentes inseridas no ápice podado e isoladas com fita de auto fusão para impedir vazamento, o outro extremo da mangueira foi direcionado a um tubo tipo Falcon com capacidade de 50 mL, vedado com fita isolante, para a preservação do volume coletado. Todas as cicatrizes da planta ocasionadas pela poda foram vedadas com fita de auto fusão, visando o direcionamento do *bleeding* exclusivamente para o ponto de coleta. Os tubos utilizados foram trocados ao longo do tempo para acompanhamento do fluxo total da seiva. Após a retirada dos tubos da casa de vegetação, estes foram pesados em balança analítica para medir com maior precisão a massa coletada. Para evitar ao máximo o erro experimental, os tubos foram pesados anteriormente à coleta, para que sua massa fosse registrada individualmente e identificada nos frascos. A coleta foi realizada até a finalização do *bleeding*, para quantificação do total de seiva exsudada.

Para análise da possível modificação da densidade da seiva nos dois períodos de coleta, no inverno e no verão, foi necessária a utilização de balança analítica para pesar 1ml de seiva em tubo ependorff de 2 mL, descontando a massa desse tubo mensurada anteriormente, possibilitando o cálculo de densidade da seiva, já que esta se dá a partir da seguinte fórmula:  $d = \text{massa/volume}$

### **3.6. Medição da condutividade hidráulica**

Em laboratório, inicialmente foram necessários alguns testes para adaptação da bomba de pressão tipo Scholander, para o trabalho com estacas de videira. Estes testes foram realizados com material vegetal proveniente de podas de uma região produtora. Foi necessário adaptar uma garrafa do tipo pet de 500ml, com a parte do gargalo retirada, para que esta fosse totalmente preenchida de água e inserida no interior da câmara de pressão, possibilitando a medida da vazão de água pelo ramo. A água coletada a partir da vazão do ramo pressurizado teve sua massa mensurada a partir do uso de balança analítica, conferindo maior precisão no dado coletado. Essa massa foi variável a partir das pressões aplicadas em um tempo previamente determinado e padronizado.

Os testes foram importantes para a determinação da variação de pressão utilizada, no qual foram testadas pressões superiores a 0,1 MPa, tais como 0,2, 0,3 e 0,4 Mpa, nas quais observou-se a perda de integridade dos vasos xilemáticos. A partir dessa observação foram estipuladas pressões até o valor de 0,1 MPa, sendo estas 0,06, 0,08 e 0,1 MPa, pressões que mantiveram a integridade dos vasos xilemáticos. Como a condutividade dos ramos se apresentou muito alta, com grande vazão, foi necessário reduzir o tempo inicialmente estabelecido de 1min para 30s.

Também foram realizados testes para determinar o número de gemas adequado para padronização. Esses testes consistiram em submeter ramos com diferente quantidade de gemas, de três a uma gema, às pressões previamente estipuladas. Desta forma, foi decido realizar os experimentos com estacas contendo apenas uma gema, para reduzir a resistência da passagem de água, já que foi observado que quanto maior o número de gemas, maior a dificuldade da passagem de água ao longo do ramo.

Após os testes realizados, os ramos provenientes da poda foram colocados em água permanecendo durante um dia, para posterior medição da condutividade hidráulica. Um dia após a poda, os ramos foram cortados submersos em água, evitando o embolismo, para obtenção de estacas com aproximadamente 150 mm contendo uma gema. Estas estacas foram submetidas a diferentes condições de pressão (0,06, 0,08 e 0,1 MPa) durante 30s, e obtiveram o diâmetro mensurado

logo abaixo da localização do nó da estaca, onde se localiza a gema. Posteriormente, os dados de diâmetro do ramo foram normatizados e a condutividade hidráulica medida a partir da quantidade de água coletada durante 30s, processo repetido para cada pressão submetida.

A condutividade hidráulica por unidade de gradiente de pressão ( $K_h$ ) é definida como a razão entre a o fluxo de água ( $g\ s^{-1}$ ) através de um segmento de ramo excisado e a pressão do gradiente causando o fluxo de água. Dessa forma A condutividade hidráulica pode ser mensurada a partir da razão do fluxo coletado (F) pela área do seguimento (A), obtendo-se:  $K_h = F/A$ .

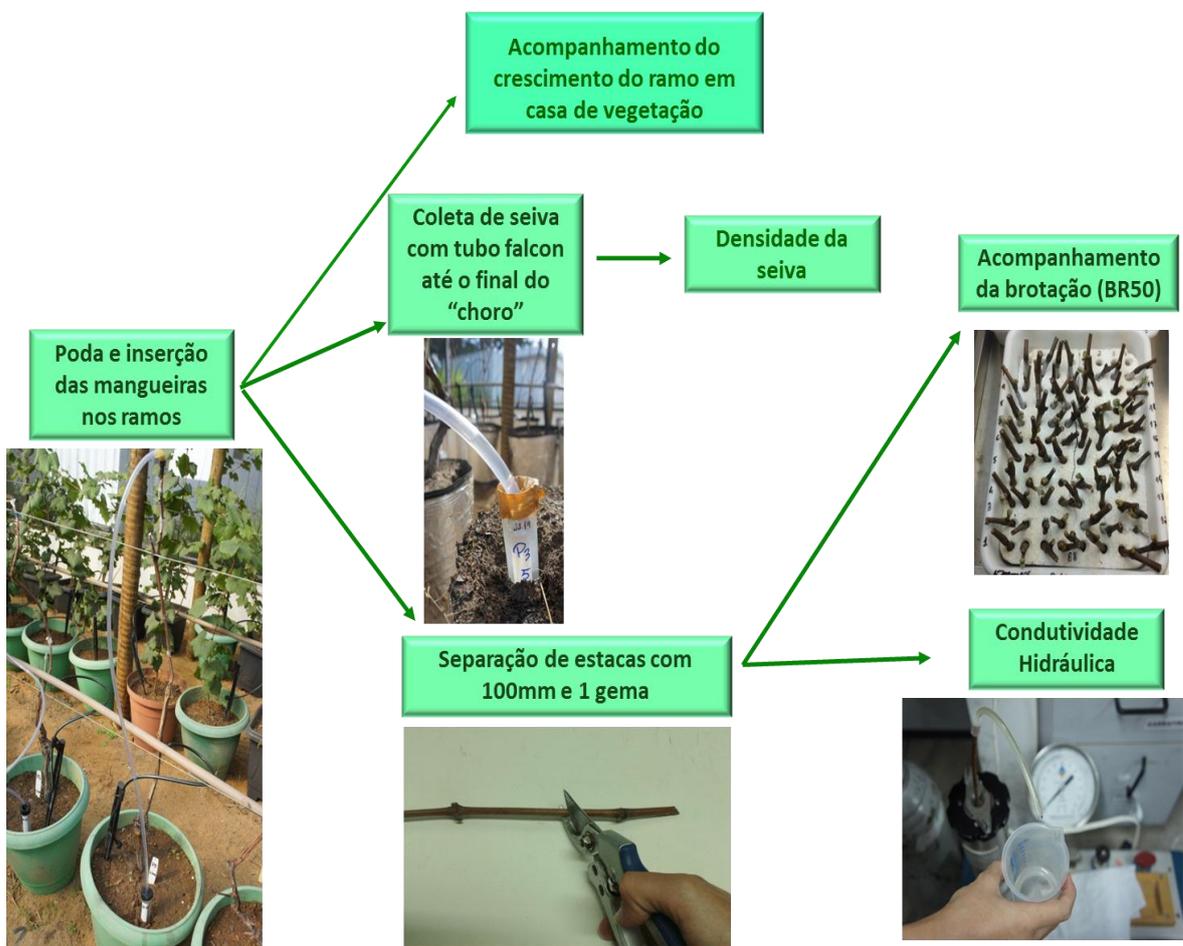


Figura 3: Resumo da metodologia aplicada nos dois períodos de avaliação, no inverno e verão.

#### **4. RESULTADOS**

No primeiro ciclo a poda foi realizada no dia 01 de julho de 2016, no qual a videira se desenvolveu durante o inverno até a próxima poda realizada no dia 19 de janeiro de 2017, período correspondente ao verão da região do Norte Fluminense (Figura 4). Todos os dados foram coletados logo após as podas, possibilitando a comparação entre os dois períodos distintos de disponibilidade de luz (Figura 5), inverno e verão.

#### 4.1. Acompanhamento da temperatura em casa de vegetação

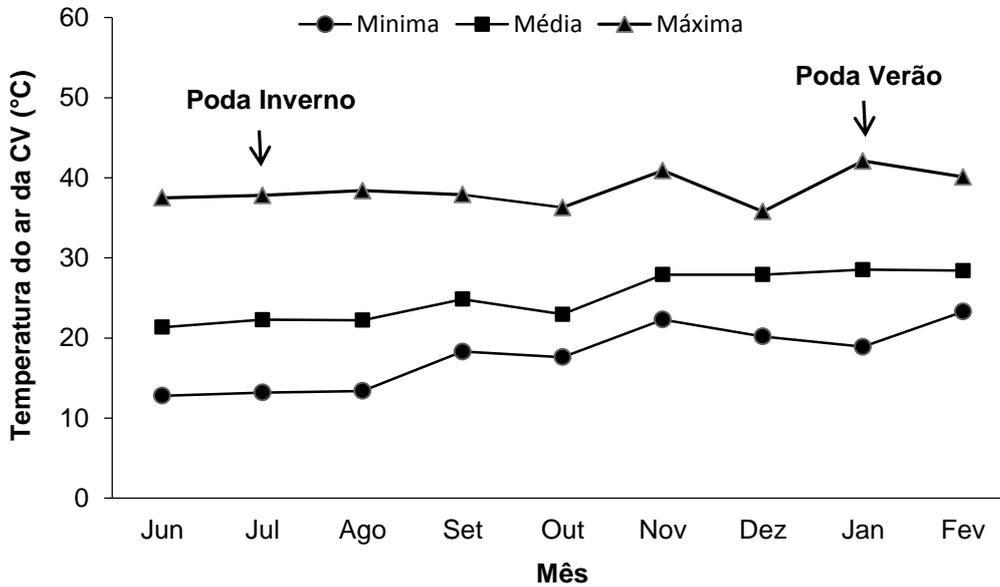


Figura 4: Registro das temperaturas do ar em casa de vegetação, demonstrando a temperatura mínima, média e máxima mensal durante o período experimental. Indicativo das podas realizadas indicadas pela seta. CV: Casa de vegetação

#### 4.2. Fotoperíodo anual em região 21°S

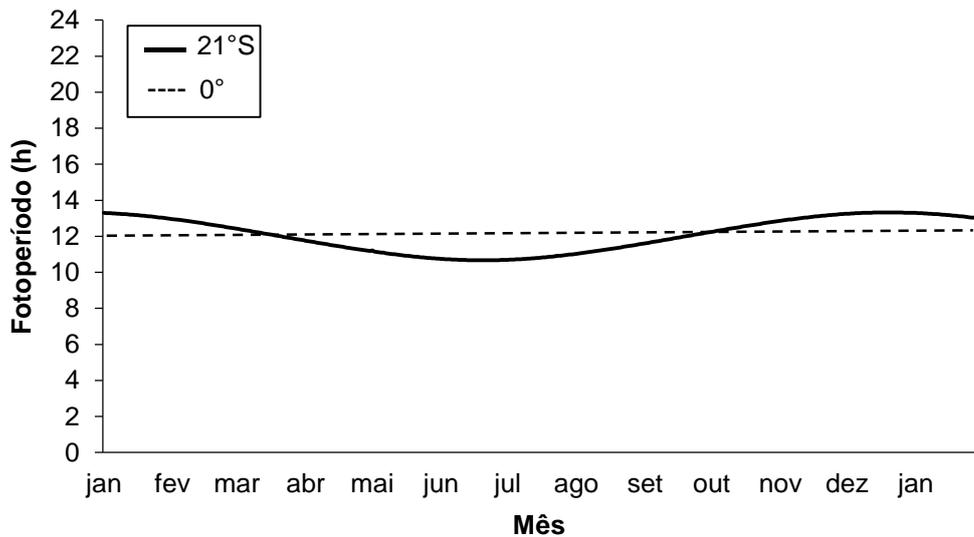


Figura 5: Fotoperíodo correspondente a 21°S, demonstrando a diferença de horas de luz encontrada ao longo de um ano.

### **4.3. Avaliação das brotações**

#### **4.3.1. Obtenção do BR<sub>50</sub> em casa de vegetação**

As brotações foram observadas na casa de vegetação a partir do dia da poda para registro da primeira brotação em cada planta. Essa análise foi realizada em ambas as estações nas mesmas 19 plantas.

As brotações de inverno apresentaram BR<sub>50</sub> no 13<sup>o</sup> dia após a poda, taxa que consta o dia que metade das plantas levou para o *bud-break*, quebra de dormência que possibilitou a brotação com o aparecimento da ponta verde. Apesar de pelo menos metade das plantas não apresentarem brotação tardia, algumas plantas brotaram alguns muitos dias depois, variando plantas com apresentação de ponta verde no 11<sup>o</sup> até 38<sup>o</sup> dias após a poda.

Foi possível observar que as brotações do verão apresentaram maior uniformidade quando comparadas às provenientes da poda do inverno, pois essas brotações variaram apenas de 5 a 12 dias após a poda. Apresentando o BR<sub>50</sub> no 9<sup>o</sup> dia após a poda (Figura 6).

#### **4.3.2. Obtenção do BR<sub>50</sub> em condições ideais**

Foram colocadas 32 estacas provenientes da poda de verão e 34 estacas da poda de inverno para a avaliação da brotação em laboratório, com todas as condições adequadas de temperatura e disponibilidade de luz para a indução das brotações. Em ambos os períodos as condições para a indução das brotações foram as mesmas, porém os resultados foram diferenciados, destacando uma brotação mais uniforme no verão e mais desuniformes no inverno, com mais dias para que todas as estacas emitissem brotação (Figura 7).

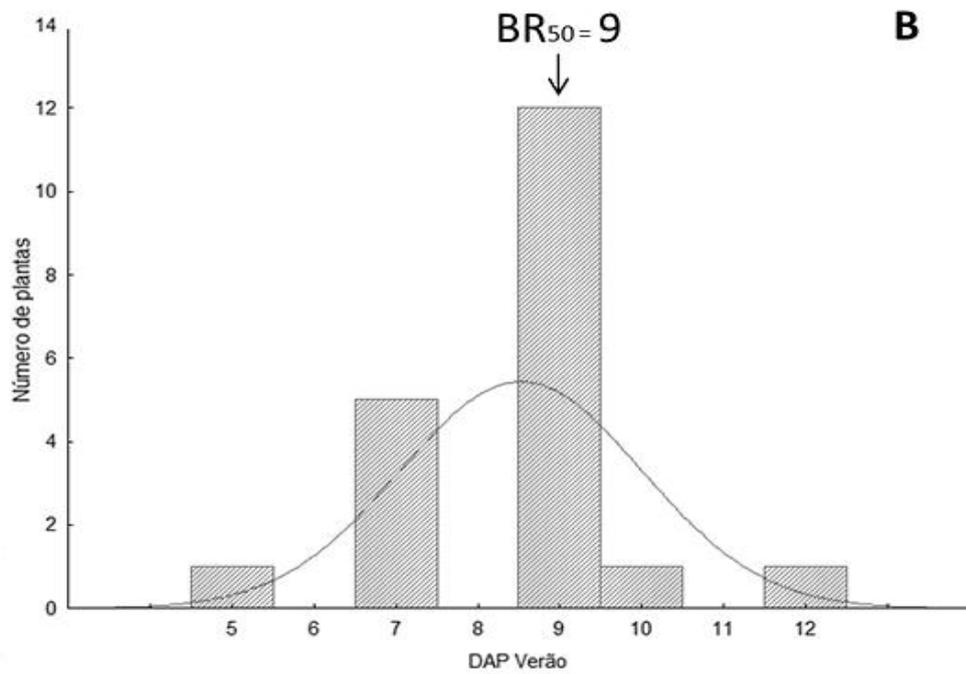
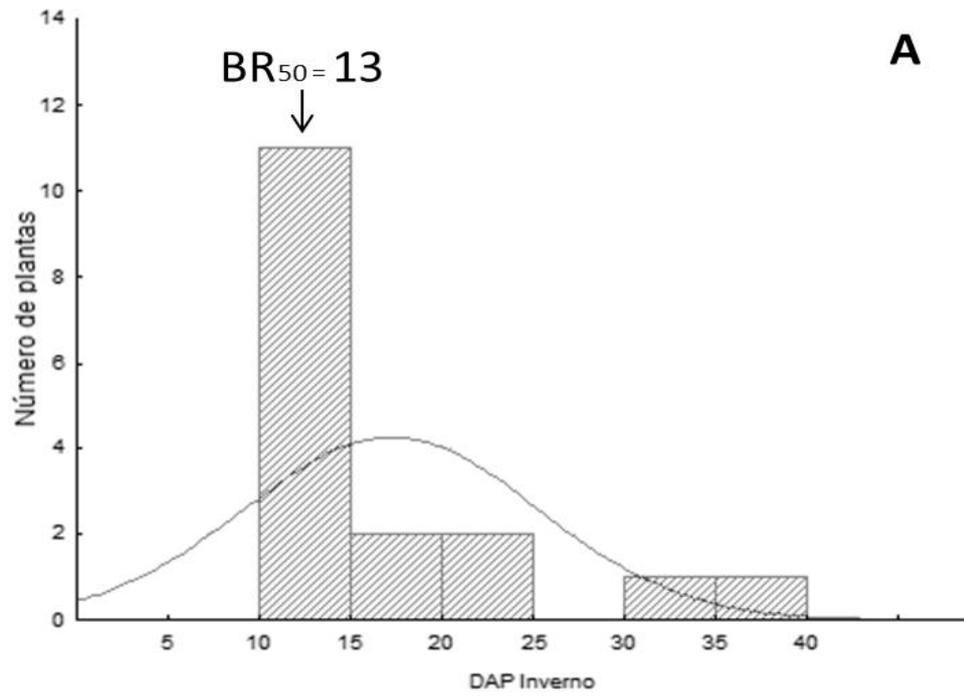


Figura 6: Número de plantas com brotações em cada dia após a poda (DAP) de inverno (figura A) e de verão (figura B), gráfico ilustrativo para a taxa de BR50. (n =19 plantas).

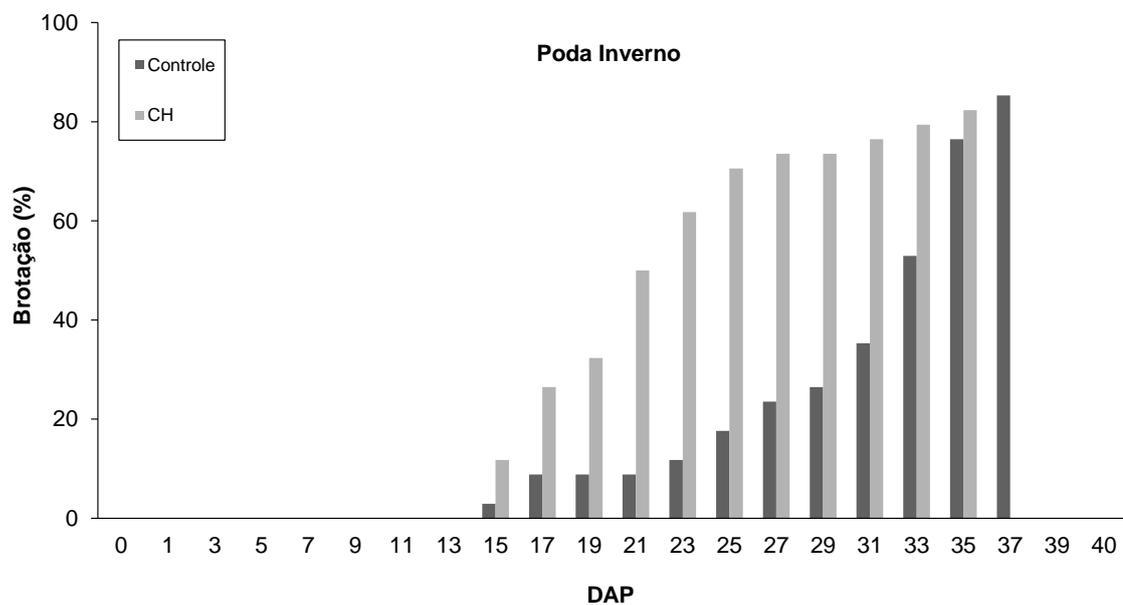
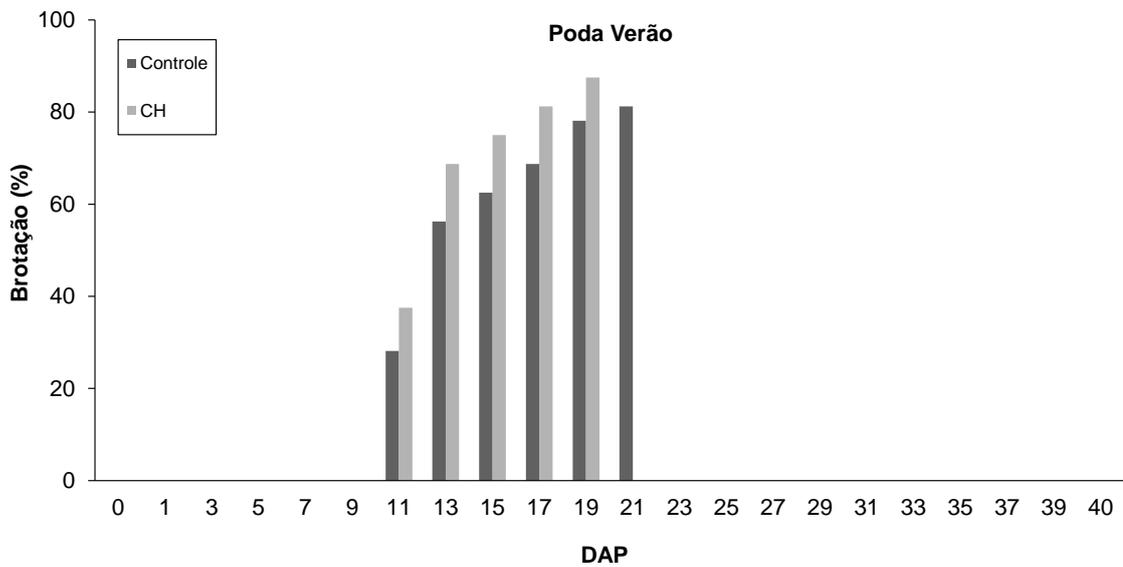


Figura 7: Porcentagem de brotações em estacas provenientes da poda de verão (em janeiro) de inverno (em julho) com cianamida hidrogenada (CH) e no controle, sem adição de indutor de brotação, em cada dia após a poda (DAP).  $n_{\text{verão}} = 32$  e  $n_{\text{inverno}} = 32$ .

#### 4.4. Crescimento da primeira brotação

As brotações foram medidas depois que estas apresentaram tamanho correspondente a 20-50 mm de comprimento. O crescimento foi acompanhado de dois em dois dias, acompanhando a primeira brotação de cada planta. De acordo com o gráfico podemos observar a diferença de desenvolvimento das brotações em cada ciclo, pois a medida proveniente do verão atingiu uma média de 348,5 mm, em 22 dias após a poda, enquanto que as medidas do inverno nesse tempo ainda não apresentavam o tamanho para o início do acompanhamento do crescimento. As medidas das brotações do inverno iniciaram no 34º dia após a poda e atingiram média de 206,80 mm no 48º dia. Mesmo com mais dias de acompanhamento do crescimento das brotações do inverno, estas não apresentaram alta taxa de crescimento como a verificada no verão (Figura 8).

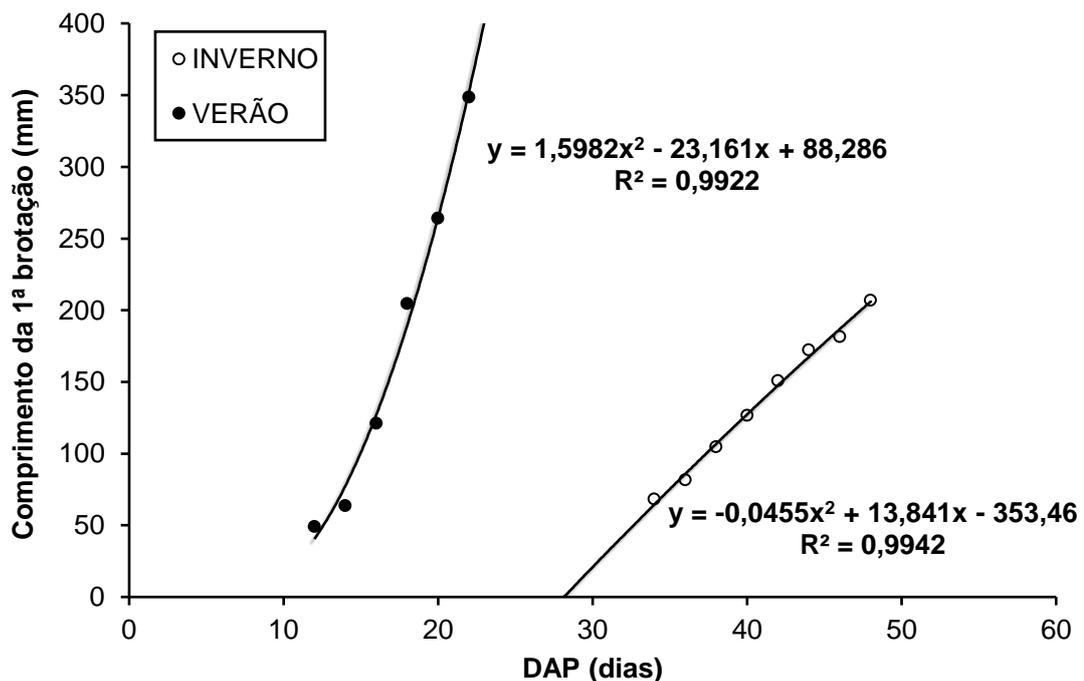


Figura 8: Comprimento da primeira brotação (mm) referente aos dias após a poda (DAP). As medidas foram retiradas a partir do momento que a primeira brotação atingiu de 20 a 50 mm. Cada ponto se refere à média de comprimento da primeira brotação de 19 plantas.

#### 4.5. Extravasamento da seiva do xilema (*bleeding*)

Em ambos os casos as coletas iniciaram imediatamente após a poda, tendo o zero como marco do momento da poda. Comparando as médias relacionadas ao total de seiva coletada, é possível observar que a coleta referente ao verão foi mais duradoura finalizando 34 dias após a poda, 10 dias a mais que no inverno. Outro destaque importante do gráfico é a diferença no volume de *bleeding* dentre as duas estações em destaque, apresentando a maior média no período de verão extravasando 198,84 mL ao final da coleta se contrapondo com o inverno que obteve a média de 58,26 mL coletada ao final do extravasamento da seiva. Os pontos representados na Figura 1 em cada reta representa o número de coletas realizadas em cada estação. O número de coletas do verão foi maior devido ao seu maior volume quando comparando ao inverno, necessitando maior troca dos recipientes de coleta, já que estes possuíam capacidade para apenas 50 mL (Figura 9).

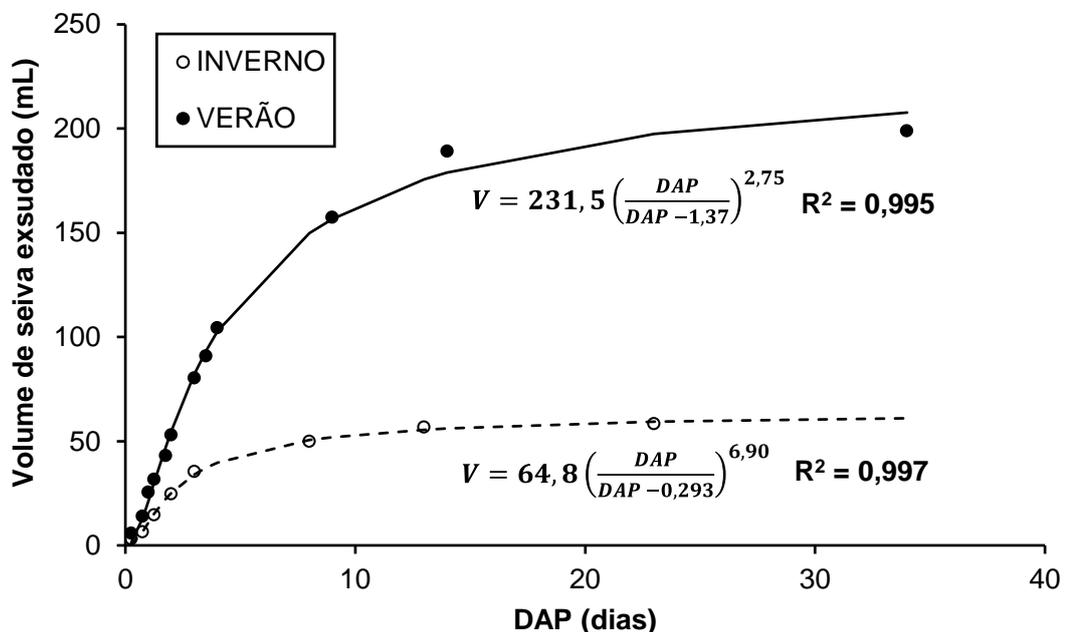


Figura 9: Volume de seiva extravasado logo após as podas efetuadas em duas estações. Dados coletados até o término do fenômeno de extravasamento da seiva. Cada ponto de refere à média de volume de seiva em cada coleta efetuada. (n=19)

#### 4.6. Condutividade Hidráulica e densidade da seiva do xilema

A condutividade hidráulica foi medida com auxílio da bomba de Scholander, medidas estas retiradas dos ramos provenientes da poda de inverno e de verão. Esses dados foram submetidos ao teste t de Student pelo programa Assistat para verificação da diferença significativa, que neste caso não ocorreu (Figura 10).

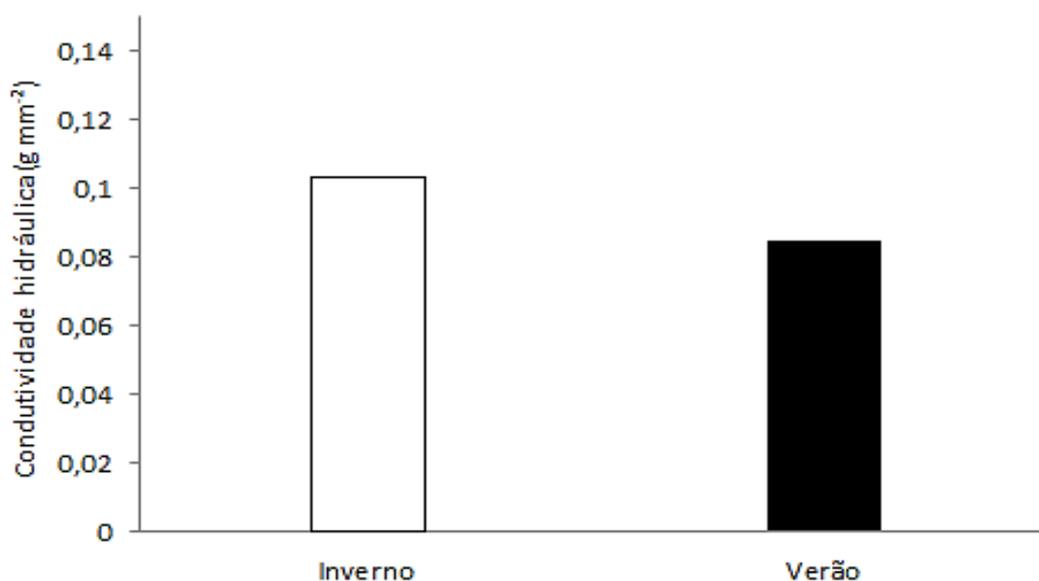


Figura 10: Condutividade hidráulica dos ramos coletados em duas épocas, inverno e verão. Dados referentes às médias de cada estação. Letras iguais, pois não diferem pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade. n=12

Não houve diferença significativa entre a densidade da seiva coletada no inverno e verão a partir do teste t de Student pelo programa Assistat (Tabela 1).

Tabela 1: Quadro de quadrado médio para valores de densidade da seiva do xilema correspondentes ao inverno e ao verão

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	0,00050	0,00010	0,3377 ns
Resíduo	24	0,00704	0,00029	

Total	29	0,00753
-------	----	---------

ns: não significativo

#### 4.7. Correlação entre volume total de seiva exsudado e número de dias para primeira brotação

Não houve correlação entre as variáveis comparadas, em ambas as estações, demonstrando que não há relação direta do volume total exsudado com o número de dias após a poda que cada planta levou para emitir a primeira brotação (Tabela 2).

Tabela 2: Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre número de dias após a poda (DAP) de inverno (tabela A) e de verão (tabela B) para a primeira brotação do ramo e volume total de seiva exsudado

<b>Inverno</b>	1ª Brotação (DAP)	Volume exsudado (mL)
Volume exsudado	-0,239610858	-
1ª Brotação (DAP)	-	-0,239610858

<b>Verão</b>	1ª Brotação (DAP)	Volume exsudado
Volume exsudado	0,162106808	-
1ª Brotação (DAP)	-	0,162106808

#### 4- DISCUSSÃO

Os experimentos foram delineados para melhor compreender as questões relacionadas à possível indução de endodormência em videiras Niagara Rosada na região Norte Fluminense, localizada em latitude 21°S. Como a dormência está inversamente relacionada com a capacidade de brotação das plantas, o fato de haver desuniformidade da brotação no inverno, demonstra possível existência de endodormência durante esse período. Nós consideramos, primeiramente, que a desuniformidade observada, também denominada de brotação errática por Pérez et al. (2007) poderia ser resultada das temperaturas amenas invernais da região. Entretanto, as temperaturas mínimas raramente chegam a 12°C em algumas noites, e permanecem quase sempre acima de 24°C durante o dia. Com esta hipótese desconsiderada, passamos a considerar a possibilidade da planta entrar em endodormência, conforme sugerem os dados, mas a gema não tendo condições de se aclimatar por causa das temperaturas amenas do inverno, a ponto de não terem sua dormência quebrada adequadamente. Tal evidência havia sido postulada por Dantas et al. (2015). Inversamente, nos meses de verão não observamos ocorrência de endodormência dada a ausência da sinalização fotoperiódica nesta época e, por isso, apenas a paradormência parece atuar nas gemas.

As diferenças encontradas no padrão de brotações nas plantas da casa de vegetação entre inverno e verão também se reproduziram quando estacas das

mesmas podas foram induzidas a brotar sob condições ótimas (no inglês: *enforced conditions*) em laboratório. Em ambas as situações, as brotações inverniais desuniformes determinaram, mais uma vez, a ocorrência de endodormência. O acompanhamento das brotações também em condições controladas em laboratório é de grande importância para demonstrar a ação exclusiva da endodormência. Em condições naturais de crescimento, a planta pode estar propensa aos demais tipos de dormência, como a ecodormência que se trata da ação do ambiente influenciando a brotação e a paradormência que seria a ação do ápice caulinar sob as demais gemas denominadas laterais, impossibilitando a sua brotação (Lang, 1987).

A desuniformidade não é exclusiva apenas da brotação, mas também do crescimento dos ramos originados dela. Segundo Hespanhol-Viana (2009), a ocorrência de invernos pouco rigorosos de curta duração proporcionam à videira brotações deficientes e desuniformes, o que limita a produtividade. Apesar da produtividade não ter sido abordada no presente trabalho, é seguro afirmar que desuniformidade das brotações levariam a esta situação. Outro ponto observado foi a variação da velocidade do desenvolvimento dos ramos. Observou-se que a temperatura diferenciada nos dois períodos influenciou o crescimento das brotações, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a velocidade do início da brotação e do crescimento desta, assim como conferido por Mandelli (2002).

Vários estudos consideram que o principal fator ambiental que afeta a fenologia da videira é temperatura (Nogueira, 1984; Mullins, 2000; Leão e Silva, 2003). Uma comprovação deste fato seria quando as podas são realizadas em períodos quentes, como o verão. Este simples ato proporciona rápida solubilização das reservas de carboidratos que se mobilizam via seiva das raízes para a gema acelerando o processo de brotação, caso a dormência tenha sido quebrada (Scarpore et. al., 2011). Talvez isso explique porque as temperaturas mais altas no início do ciclo de verão tenham estimulado brotações mais vigorosas evidenciadas pela maior taxa de crescimento dos ramos, verificada pela inclinação das linhas de tendência na Figura 8. Isso porque, sob temperaturas mais elevadas as brotações podem se desenvolver com maior velocidade (Borghazan et al., 2012) e nessa condição a produção de giberelinas, hormônio de alongamento celular, nos ápices dos ramos é mais elevada (Giovanini, 2008).

Em consonância com o fato anterior, pensamos em outra evidência, desta vez prática, relacionada com o extravasamento da seiva do xilema, fenômeno que ocorre logo após a poda, que apresentou menor frequência quando ocorrida no inverno. Como já comentado, a transição da dormência para o crescimento ativo na primavera é marcada pelo extravasamento da seiva, e este fenômeno está diretamente relacionado com a restauração da funcionalidade do xilema para reidratar as gemas dormentes, possibilitando a sua brotação (Keller, 2015). Sob condições de dormência profunda, a disponibilidade de água contendo nutrientes e açúcares redutores para a gema em fase de aclimatação determina o sucesso da brotação e do crescimento dela.

Em meio às diversas características estruturais e fisiológicas do xilema, a condutividade hidráulica tem sido uma das mais destacadas para entendimento do transporte de água na planta (Pire, 2007). Pensando nessa propriedade supomos que esta seria a responsável pelos resultados diferenciados de exsudação da seiva nas duas estações, inverno e verão. Como a condutividade hidráulica também é definida pela permeabilidade intrínseca, relacionada ao volume total, à distribuição do tamanho de poros e à viscosidade dinâmica do fluido (Gonçalves e Libardi, 2013), também foi mensurado a densidade da seiva, com o objetivo de explicar melhor o fenômeno de exsudação que foi diferenciado entre as duas estações. Estes fatos possibilitaram a elaboração de outra hipótese, na qual consistiu em relacionar a desuniformidade das brotações no inverno com volume total exsudado de seiva do xilema. Pensamos na possibilidade da diferença de volume coletado estar relacionado com a possível modificação da condutividade hidráulica no xilema, com possível diferenciação da densidade da seiva do xilema.

Neste caso, o maior volume exsudado e maior taxa de crescimento no verão poderiam ter relação com condutividade hidráulica do ramo medido, considerando que a condutividade hidráulica do xilema é um dos fatores relacionados ao vigor (Solari et al., 2006; Solari e DeJong, 2006; Tombesi et al., 2010), e ainda relaciona a capacidade de uma planta de absorver e transportar água e nutrientes (Wu et al., 2011; Lucas et al., 2013). Para comparação do crescimento também pode ser analisada essa característica, a partir do momento que em Rodríguez-Gamir et al. (2010) relataram relação positiva entre

condutividade hidráulica e a biomassa foliar. No entanto, não foi encontrada diferença significativa entre a condutividade hidráulica de estacas do inverno e do verão.

A exsudação do xilema pode durar alguns dias ou várias semanas, dependendo da temperatura do ar para quebra da dormência, mas também pode sofrer influência da temperatura do solo (Andersen e Brodbeck, 1989b, Reuther e Reichardt, 1963). Uma videira pode exsudar de 0,1 L a mais de 1 L por dia, como observado neste trabalho, apresentando as taxas mais altas, supostamente, em solos quentes (Alleweldt, 1965, Currle et al., 1983, Houdaille e Guillon, 1895). A exsudação é resultada da pressão radicular (Fisher et al., 1997, Priestly e Wormald, 1925, Sperry et al., 1987), que restaura a funcionalidade do xilema e reidrata as gemas dormentes, possibilitando sua brotação (Keller, 2015). Por esse motivo, no presente trabalho foi calculada a correlação entre o dia da primeira brotação e o volume total exsudato, no entanto não houve correlação entre esses fatores.

A partir das análises da condutividade hidráulica dos ramos no presente trabalho, conclui-se que *per se*, ela não foi capaz de explicar a desuniformidade de brotação das gemas de *V. labrusca*. Embora não tenha sido foco deste trabalho, o acompanhamento de outras variáveis, como temperatura do solo e condutividade hidráulica da raiz pode ser importante. Da mesma forma, a pressão radicular precisa ser avaliada de modo preciso com o intuito de saber que este fator poderia estar diretamente relacionado com o fenômeno de exsudação da seiva.

## 6. CONCLUSÕES

- Houve maior rapidez e uniformidade da brotação das gemas de *V. labrusca* no verão, fato observado em casa de vegetação e em laboratório sobre condições controladas, demonstrando possível existência de endodormência no período que antecede o inverno na latitude de 21°S.

- Apesar de notável diferença no volume de exsudação de seiva no período de inverno e verão, não foi observada diferença significativa entre condutividade hidráulica das plantas nessas estações, assim como na densidade da seiva. A não correlação entre o volume total exsudado e o número de dias para a primeira brotação demonstra que a seiva exsudada do xilema não afetou a quebra da dormência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aloni, R., Raviv, A., Peterson, C.A. (1991) The role of auxin in the removal of dormancy callose and resumption of phloem activity in *Vitis vinifera*. *Canadian Journal of Botany*, 69:1825-1832.
- Alvarenga, A. A., Abrahão, E., Regina, M. A., Antunes, L. E. C., Pereira, A. F. (1998) Origem e classificação botânica da videira. *Informe. Agropecuário*, Belo Horizonte, 19: 15-19.
- Ameglio, T., Guilliot, A., Lacoïnte, A., Julien, J.L., Alves, G., Valentin, V., Petel, G. (2000) Water relations in winter: effect on budbreak of walnut tree. In: Viemont, J.D., Crabbe, J. (Ed.). *Dormancy in plants, from whole plant behaviour to cellular control*. Oxon (UK): CABI. 109-120.
- Biasi, L. A., De Carvalho, R. I. N., Zanette, F. (2010) Dinâmica da dormência de gemas de videira e quiveiro em região de baixa ocorrência de frio. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 32: 1244-1249.
- Bravdo, B.A., Hepner, Y. (1987) Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance. *Acta Horticulturae*. 206:49-67.
- Bonhomme, R. (2000): Bases and limits to using "degree-day" units. – *Eur. J. Agron.* 13: 1-10.
- Borghezan, M., Gavioli, O., Vieira, H.J., Silva, A.L. (2012) Shoot growth of Merlot and Cabernet Sauvignon grapevine varieties. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2:200-207.

- Camargo, U.A., Tonietto, J., Hoffmann, A. (2011). Progressos na viticultura brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33: 144-149.
- Campbell, J.A., Strother, S. (1996) Seasonal variation in pH, carbohydrate and nitrogen of xylem exudate of *Vitis vinifera*. *Plant Physiology*, 23: 115-118.
- Dantas D.J., Lemos I.B., Guimarães J.C., Deus B.C., Viana L.H., Silva A.S.C., Bressan-Smith R. (2015). Photoperiod regime in a tropical region promotes cold acclimatization in grapevine. *In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal*, Foz do Iguaçu, Brasil.
- Doorenbos, J., Kassan, A.H. (1994) Efeito da água no rendimento das culturas. *In: FAO. Estudos. Irrigação e Drenagem*, 33. Campina Grande, UFPB. 306p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA - Solos. (2003) Levantamento detalhado dos solos da Fazenda Angra-PESAGRORio: estação experimental de Campos / Enio Fraga da Silva... [et al.] – Rio de Janeiro. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 38), 93 p.
- Erez, A. (1987) Chemical control of bud break. *Hort Science* 22: 1240–1243.
- Fennell, A. and E. Hoover. 1991. Photoperiod influences growth, bud dormancy, and cold-acclimation in *Vitis labruscana* and *V. riparia*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:270–273.
- Gambetta, G.A. (2016) 'Water Stress and Grape Physiology in the Context of Global Climate Change'. *Journal of Wine Economics*. 11: 168–180p.
- Gerrath, J.M. (1992). Developmental morphology and anatomy of grape flowers. *Horticultural Reviews*, New York. 13:315-337.
- Giovannini, E. (2008) *Produção de uvas para vinho, suco e Mesa*. 3ª Ed.: Editora Renascença, Porto Alegre, 362 p.
- Glad, C., Regnard, J. L., Querou, Y., Brun, O., Morot-Gaudry, J. F. (1992). Flux and chemical composition of xylem exudates from Chardonnay grapevines: temporal evolution and effect of recut. *American Journal of Enology and Viticulture* 43:275-282.
- Gonçalves, A. D. M. D. A., Libardi, P. L. (2013). An analysis of soil hydraulic conductivity determination by means of the instantaneous profile method. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:1174-1184.

- Guimarães, J.C. (2013). Liberação da dormência e dinâmica de carboidratos em gemas de videiras niagara rosada (*Vitis labrusca* L.) em região tropical. – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 74p.
- Halaly, T., Pang, X., Batikoff, T., Crane, O., Keren, A., Venkateswari, J., Ogrodoitch, A., Sadka, A., Lavee, S., Or, E. (2008) Similar mechanisms might be triggered by alternative external stimuli that induces dormancy release in grape buds. *Planta* 228:79–88
- Halis, Y., Djehichi, S., Senoussi, M.M. (2012) Vessel development and the importance of lateral flow in water transport within developing bundles of current-year shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Trees*, 26: 705-714.
- Hespanhol-Viana, Leandro, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. August 2009. Phenology of ‘Niagara Rosada’ grape cultivated in the north part of Rio de Janeiro State under different dates of pruning. – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 88p.
- Hidalgo, L. (1993) Tratado de viticultura general. Madrid: Mundi-prensa. 983p.
- Horvath, D. (2009) Common mechanisms regulate flowering and dormancy. *Plant Sci.*177:523-531.
- Iland, P., Dry, P., Proffitt, T., Tyerman, S. (2011) The grapevine: from the science to the practice of growing vines for wine. Patrick Iland Wine Promotions, Adelaide, 310p.
- Keilin, T., Pang, X., Venkateswari, J., Halaly, T., Crane, O., Keren, A., Grodovitch, A., Ophir, R., Volpin, H., Galbraith, D., Or, E. (2007) Digital expression profiling of a grape-bud EST collection leads to new insight into molecular events during grape-bud dormancy release. *Plant Science* 173:446–457.
- Keller, M. (2015) *The Science of Grapevines Anatomy and Physiology*. Elsevier, San Diego, 508p.
- Keller, M., Tarara, J.M., 2010. Warm spring temperatures induce persistent season-long changes in shoot development in grapevines. *Ann. Bot.* 106, 131-141.
- Kliwer, W.M. (1990) Fisiologia da videira: como produz açúcar uma videira? Tradução de C.V. Pommer e I.R.S Passos. Campinas: IAC, p. 20.

- Koussa T., Broquedis M., Bouard J. (1994). Changes of abscisic acid level during the development of grapevine latent buds, particularly in the phase of dormancy break. *Vitis* 33, 63–67.
- Lang G.A. (1994) Dormancy the missing links: molecular studies and environmental interactions. *Hort. Sci.* 29: 1255–1263.
- Lang, G. A. (1987) Dormancy a new universal terminology. *Hortic Sci*, 22:817-20
- Lavee, S. (1973) Dormancy and break in warm climates, consideration of growth regulator involvement. *Acta Horticulturae*, 34:255-264
- Leão, P.C.S., Maia, J.D.G. (1998) Aspectos culturais em viticultura tropical uvas de mesa. *Informe Agropecuário*, 19:34-39.
- Leão, P.C.S., Silva, E.E.G (2003) Bratação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25 (3):375-378.
- Mandelli, F. (2002) Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na "serra gaúcha". p. 196. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Marangoni, B., Vitagliano, C., Peterlunger, E. (1986) The effect of defoliation on the composition of xylem sap from Cabernet franc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 37:259-62.
- Maurel, K., Leite, G.B., Bonhomme, M., Guilliot, A., Rageau, R., Pétel, G. (2004) Trophic control of bud break in peach (*Prunus persica*) trees: a possible role of hexoses. *Tree Physiology* 24, 579–588.
- Mérout, I., Seguin, G., Arrouays, D. (1998) Les sols et l'alimentation hydrique de la vigne à Pomerol: état hydrique et croissance de la vigne em 1995. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, Bordeaux, 32:59-68.
- Mittler, R. (2002) Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *TRENDS in Plant Science*, 9:405-410.
- Morrison, J.C. (1991) Bud development in *Vitis vinifera* L.. *Botanical Gazette*, Chicago, v.153, n.3, p.304-315.

- Mullins, M.G., Bouquet, A., Williams, L.E. (2000) *Biology of the grapevine*. Cambridge: University Press, 239p.
- Murakami, K.R.N., (2002) Caracterização fenológica da videira cv. Itália (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes épocas de poda na região Norte do estado do Rio de Janeiro. Tese (Mestrado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 56p.
- Nogueira, D.J.P. (1984) O clima na viticultura. Viticultura. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 10:11-14.
- Ophir, R., Pang, X., Halaly, T., Venkateswari, J., Lavee, S., Galbraith, D., Or, E. (2009) Gene-expression profiling of grape bud response to two alternative dormancy-release stimuli expose possible links between impaired mitochondrial activity, hypoxia, ethylene-ABA interplay and cell enlargement.
- Or, E., Vilozny, I., Fennell, A., Eyal, Y., Ogrodovitch, A. (2002) Dormancy in grape buds: isolation and characterization of catalase cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release. *Plant Science* 162 121–130
- Pang, X., Halay, T., Crane, O., Kellin, T., Keren, A., Ogrodovitch, A., Galbraith, D., Or, E. (2007) Involvement of calcium signalling in dormancy release of grape buds. *J Exp Bot* 58:3249–3262
- Pedro Júnior, M.J., Sentelhas, P.C., Pommer, C.V., Martins, F.P., Gallo, P.B., Dos Santos, R.R., Bovi, V., Sabino, J.C. (1993) Caracterização fenológica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes regiões paulistas. *Bragantia*, 52 (2):153-160.
- Pérez, F. J., Lira, W. (2005) Possible role of catalase in post-dormancy bud break of grapevines. *Journal of Plant Physiology* 162:301-308
- Pérez, F. J., Rubio, S. e Ormeño-Núñez, J. (2007) Is erratic bud-break in grapevines grown in warm winter areas related to disturbances in mitochondrial respiratory capacity and oxidative metabolism? *Functional Plant Biology*, 34:624-632
- Pérez, F.J., Vergara, R., Rubio,S. (2008) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> is involved in the dormancy breaking effect of hydrogen cyanamide in grapevine buds. *Plant Growth Regul.* 55, 149–155.

- Peruzzo, S. N. , Marchi, V. V. , Santos, H. P. , Fialho, F. B. , Souza, D.A. .  
Necessidade de horas de frio para a superação da endodormência em cultivares *Vitis labrusca* L.. In: IV Salão de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica, na III Semana de Educação, Ciência e Cultura do IFRS, 2014, Bento Gonçalves-RS. Anais do IV Salão de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica, 2014. p. 1-5.
- Peruzzo, S. N. , Marchi, V. V. , Santos, H. P. , Fialho, F. B. , Souza, D.A. .  
Exigências térmicas para a superação da endodormência em gemas das *Vitis labrusca* L. Isabel e sua mutante natural Isabel Precoce.. In: XV Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia e XIII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia., 2015, Bento Gonçalves-RS. Resumos, 2015. p. 245-245.
- Petri, J. L., Palladini, L. A., Póla, A. C. (2002) Dormência e indução da brotação da macieira. Manual da cultura da macieira, GED/EPAGRI: Florianópolis-SC, 261-298.
- Petri, J. L., Palladini, L. A., Schuck, E., Ducroquet, J. H. J., Matos, C. S., Pola, A. C. (1996) Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis, Epagri, 110p.
- Pire, R., Sanabria, M. E., Pereira, A. Diez, J. (2007). Hydraulic conductivity and xylem vessels thickness in five grapevine materials under water deficits. Interciencia, 32: 35-40
- Pommer, C.V., Passos, I.R.S., Terra, M.M., Pires, E.J.P. (1997). Variedades de videira para o estado de São Paulo. Campinas, IAC. 59P. (IAC. Boletim Técnico, 166).
- Pommer, C. V., Mendes, L.S., Bressan-Smith, R.E., Viana, L.H. (2009) Viticultura na região norte fluminense: potencial climático para a produção de uvas. Revista Brasileira de Fruticultura. Artigo aceito para publicação.
- Pouget, R. (1963) Recherches physiologiques sur le repôs végétatif de la vigne (*Vitis vinifera* L) : la dormance et le mécanism de sa disparition. Annales d'Amélioration des Plantes 13, no hors série 1.
- Rinne, P.L.H e van der Schoot, C. (2004) Cell-Cell Communication as a key factor in dormency cycling. Journal of Crop Improvement, 10:1-2, 113-156.
- Rodrigues, A.C., Herter, F.G., Veríssimo, V., Campos, A.D., Leite, G.B., Silva, J.B. (2006) Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de

- Pereira sob condição de inverno ameno. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, 28:1-4.
- Rubio, S., Dantas, D., Bressan-Smith, R., Pérez, F. 2016. Relationship between endodormancy and cold hardiness in grapevine buds. *Journal Plant Growth Regul.*, 35: 266-275.
- Saure, M. C. (1985) Dormancy release in deciduous fruit trees. *Hortic. Rev.* 7: 239–299
- Scarpore, F.V., Scarpore Filho, J.A., Rodrigues, A., Angelocci, L.R. (2011) Growing degree-days for the ‘Niagara Rosada’ grapevine pruned in different seasons. *Internacional Journal of Biometeorology*, 56:823-830.
- Sousa, J. S. I. (1959) Origem do vinhedo paulista. Jundiaí: Prefeitura Municipal. 319 p.
- Sousa, J. S. I. (1996) Uvas para o Brasil. 2. ed. Piracicaba: FEALQ,. 791p.
- Srinivasan, C., Mullins, M.G. (1981) Physiology of flowering in the grapevine - A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, 32:47-63.
- Sun, Q., Greve, L.C., Labavitch, J.M. (2011). Polysaccharide compositions of intervessel pit membranes contribute to Pierce’s disease resistance of grapevines. *Plant Physiol.* 155, 1976-1987.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliwer, W.M., Lider, L.A. (1997) *General Viticulture*. Ed. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 710p.
- Zabadal, T.J., Dami, I.E., Goffinet, C.G., Martinson, T.E., Chien, M.L. (2014). Winter injury to grapevines and methods of protection. MSU Extension, East Lansing, 106p.
- Zapata, C., Deléens, E., Chaillou, S., Magné, C. (2004) Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Journal of Plant Physiology* 161:1031–1040.