

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

**NECESSIDADE DE FRIO INVERNAL DAS ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS IPÊ-ROXO, AÇOITA-CAVALO
E ANGICO-BRANCO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LETIELE BRUCK DE SOUZA

**Santa Maria – RS – Brasil
2013**

**NECESSIDADE DE FRIO INVERNAL DAS ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS IPÊ-ROXO, AÇOITA-CAVALO E
ANGICO-BRANCO**

Por

Letiele Bruck de Souza

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agrobiologia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
com requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Agrobiologia.**

Orientador: Prof. Dr. Galileo Adeli Buriol

**Santa Maria – RS – Brasil
2013**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**NECESSIDADE DE FRIO INVERNAL DAS ESPÉCIES ARBÓREAS
NATIVAS IPÊ-ROXO, AÇOITA-CAVALO E ANGICO-BRANCO**

Elaborada por
Letiele Bruck de Souza

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agrobiologia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Galileo Adeli Buriol
(Presidente/Orientador)

Prof.^a Dra. Noeli Julia Schussler de Vasconcellos (UNIFRA)

Prof. Dr. Evandro Zanini Righi (UFSM)

Santa Maria, 15 de março de 2013

*A Deus, pois só a Ti devemos toda honra e
toda glória.*

*Aos meus pais Albino e Dinorá, ao meu
irmão Luciano, e por último, mas muito
importante, ao meu noivo Lucas, eu
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, pela coragem que me deu para enfrentar mais este desafio e por permitir que eu chegasse até o final dele. Obrigada meu Pai por ter me dado uma família e amigos que me ajudaram em todos os momentos desta jornada.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Curso de Pós-Graduação em Agrobiologia pela oportunidade e por oferecerem a estrutura e os recursos necessários para o desenvolvimento de meu mestrado.

Ao professor Dr. Galileo Adeli Buriol, meu orientador, pela paciência, dedicação, compreensão, disponibilidade em ajudar-me durante estes dois anos de trabalho. Muito obrigada Prof. Galileo, o senhor é um Mestre!

Aos professores pelo ensinamento, dedicação e profissionalismo.

Em especial a professora Dra. Sônia Eisinger que sempre estava disposta a me ajudar e me orientar nos momentos mais críticos pelo qual passei.

A professora Dra. Thais Scott do Canto-Dorow pelo carinho, ensinamento e principalmente amizade.

A professora Juçara T. Paranhos por ceder e confiar o Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Naturais e Exatas para que eu realizasse meu experimento.

Ao diretor do Jardim Botânico, prof. Renato Záquia, e todos os funcionários pela confiança, carinho e amizade. A vocês agradeço muito pela ajuda quando precisei durante o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos colegas do mestrado que contribuíram de uma forma ou de outra para meu crescimento profissional em especial o meu amigo Tiago, o qual foi quase um orientador para mim, sempre me orientando em tudo, sempre disposto a me ajudar no que fosse preciso. A você Tiaguito agradeço de coração toda essa amizade e companheirismo dedicado a mim. Te adoro muito.

As minhas Taxonomistas preferidas: Tatiane Bertuzzi e Daniele Grigoletto, a vocês meninas não tenho palavras que descreva o quanto vocês significam para mim. Vocês me acolheram de uma maneira tão especial que eu nunca mais desgrudei de vocês (hehehhe). Amo muito esse parquinho de vaso (Tati e Dani ou Dani e Tati). Vocês meninas, se tornaram minhas verdadeiras amigas, levarei vocês comigo para sempre. E mais uma vez obrigada por tudo.

Jamais esquecer a meiguice da Taíse, das risadas e comilanças com a Suzi e com a Maria Durigon, do companheirismo da Mari Dorneles, das tardes de estudos com a Rosi e com a Ana Paula Coelho e do apoio e atenção da Ana Paula Estevão. A vocês meninas muito obrigada pela amizade e coleguismo durante esses dois anos de batalha.

Não poderia faltar um agradecimento especial ao Paulo Stuker e a Daniele Brum, acadêmicos do curso de Engenharia Florestal, pela enorme mão que me deram durante a realização deste trabalho, tanto no desenvolvimento da pesquisa, quanto nas coletas de dados. Agradeço de coração tamanho empenho, dedicação e responsabilidade. Tenho certeza que vocês serão recompensados com um futuro brilhante. Obrigada meus queridos!

Aos meus pais Albino e Dinorá, ao meu irmão Luciano. O final desta jornada significa uma conquista, que sei, também é de vocês. Obrigada por sempre estarem ao meu lado, mesmo eu estando sempre longe e por terem entendido a minha ausência e humor algumas vezes instável. Amo vocês infinitamente.

Ao meu noivo Lucas, meu amor e meu companheiro de todas as horas. Você não tem noção do quanto me ajudou, me deu coragem, apoio, incentivo, carinho, tranquilidade e, principalmente, compreendeu a minha ausência, até mesmo quando eu estava ao seu lado. Sem você tudo teria sido muito mais difícil. Essa conquista é nossa!

A minha cunhada Amanda pela amizade, companhia, confiança e orientação que me prestou durante todo o tempo. Palavras não descrevem o quanto sou grata a você. Só quero que saiba que farei tudo para retribuir o que você fez por mim.

Aos meus futuros sogros (futuro bem próximo né?) Nilson e Analaura muito obrigada pelo apoio, carinho, compreensão e dedicação que sempre tiveram comigo. É mais uma etapa vencida e vocês fazem parte dela.

A todas as pessoas que mesmo aqui não sendo mencionadas, mas que colaboraram de alguma forma para a realização deste trabalho, meu muito obrigada!

O final deste curso de Pós-Graduação significa apenas que mais uma etapa foi cumprida, não a última; significa que sentirei saudades de muitas pessoas, coisas, lugares e situações; e se os últimos dois anos foram os mais difíceis saibam também, que eles foram os mais felizes.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia
Universidade Federal de Santa Maria

NECESSIDADES DE FRIO INVERNAL DAS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS IPÊ-ROXO, AÇOITA-CAVALO E ANGICO-BRANCO

AUTORA: LETIELE BRUCK DE SOUZA

ORIENTADOR: GALILEO ADELI BURIOL

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de março de 2013

As espécies criófilas são plantas que necessitam determinado número de horas com baixas temperaturas para completar o seu ciclo de vida. Assim, para o sucesso do seu cultivo, um dos fatores importantes é o conhecimento de suas exigências em frio invernal. Apesar da importância do frio para as espécies criófilas, não há informação na bibliografia sobre as necessidades de frio de espécies nativas. Objetivou-se com este trabalho determinar as exigências em frio invernal para três espécies vegetais nativas arbóreas: *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Ipê-Roxo), *Luehea divaricata* Mart. (Açoita-Cavalo) e *Albizia niopoides* (Benth.) Burkart (Angico-branco). Para isto foram utilizados dois métodos: a campo e em laboratório. A campo, a determinação das necessidades em frio, consistiu na soma acumulada do número de horas com $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$ ocorridas durante o sub-período brotamento e floração, analisadas a partir de observações fenológicas realizadas nos anos de 2010, 2011 e 2012. Para a determinação em laboratório foram coletados, a cada 20 dias, a partir do mês de maio até setembro de 2012, ramos apicais da parte externa da copa de quatro indivíduos de cada espécie e selecionadas, de cada indivíduo, dez estacas de aproximadamente 20cm de comprimento. Estas estacas foram colocadas em vasos plásticos transparente, com água para manter sua base imersa. Os vasos foram mantidos em sala de crescimento com temperatura constante de 25°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) e com fotoperíodo de 16/8 horas de luz/escuro, durante o período de 20 dias. Após este período, as gemas foram retiradas, contadas e pesadas e, a seguir, colocadas em estufa à 70°C por um período de 72 h, e novamente pesadas para a quantificação do peso da massa da matéria seca. A campo, nos três anos de observações, no ipê-roxo o aparecimento dos botões florais ocorreu com, aproximadamente, 170, 230 e 280 horas com $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e das gemas vegetativas no Açoita-cavalo e Angico-branco entre 240h e 280h e entre 220h e 270h respectivamente. Com a soma de horas com $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$, considerando os três anos, foi em torno, respectivamente, de 800h, 850h e 1400h para o Ipê-roxo, de 900h, 1100h e 1500 h para as plantas de Açoita-cavalo, e para as plantas de Angico-branco, de 900h, 1100h e 1600h respectivamente. No experimento em laboratório, a plena floração ocorreu, no Ipê-roxo com, aproximadamente, 200h e 750h com soma de horas com $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente e no Açoita-cavalo, 210h e 800h e Angico-branco 180h e 750h. Assim, conclui-se que as espécies em estudo são consideradas espécies pouco exigentes em frio, apresentando baixas necessidades em frio para a quebra de dormência, em torno de 200 h e 300 h.

Palavras-chave: Exigências em frio. Dormência. Fenologia.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Post Graduation Program in Agrobiologia
Federal University of Santa Maria

WINTER COLD REQUIREMENT IN NATIVE ARBOREAL SPECIES OF IPÊ-ROXO, AÇOITA-CAVALO AND ANGICO-BRANCO

AUTHOR: LETIELE BRUCK DE SOUZA
ADVISOR: GALILEO ADELI BURIOL

Defense Date and Place: Santa Maria, March, 15, 2013.

The cryophytes species are plants that required a certain number of hours in low temperature to complete its life cycle. Thus, to the cultivation be successful, one important factor is the knowledge about its cold winter requirement. Despite the importance of cold in cryophytes species, there's no information about its cold requirement in native species. This work aimed to determine the requirement of winter cold to three native arboreal cryophytes species: *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Ipê-Roxo), *Luehea divaricata* Mart. (Açoita-Cavalo) and *Albizia niopoides* (Benth.) Burkant (Angico-branco). Were used two methodologies: on the field and in the laboratory. In the field determination of cold requirement, the cumulative number of hours with $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ and $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$, in the budding and flowering sub-period, were added and analysed by phenologic observations in the years: 2010, 2011 and 2012. In the laboratory determination, each 20 days, from May to September, external parts of apical branches of four trees of each species were collected. From these branches, ten stakes of 20 cm length and 0,5 cm diameter were selected. The stakes were added in plastic vases, with water, to maintain the base immersed. The vases stayed in the growing room, with a constant temperature of 25°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) and photoperiod of 16/8 light/dark hours for 20 days. After 20 days, the flower buds were removed, counted and weighted. Then, they were added in a 70°C kiln for 72 hours and weighted again to the quantification of dry material weight. In three years of observations in the field, the appearing of floral buds ($T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$) in ipê-roxo occurred with 170, 230 e 280 hours, approximately, and the vegetative buds in açoita-cavalo and angico-branco between 240h-280h and 220h-270h, respectively. Considering the three years, the amount of hours in $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$ were about: 800h, 850h and 1400h to Ipê-roxo; 900h, 1100 h and 1500 to Açoita-cavalo; and 900h, 1100h e 1600h to Angico-branco. In the laboratory experiment, the full bloom occurred to the amount of hours in $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ and $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$, approximately: 200h and 750h to Ipê-roxo; 210h and 800h to Açoita-cavalo; and 180h e 750h to Angico-branco. Thereby, we concluded that the species studied are considered low cold exigent, presenting lowering cold necessity to the dormancy breach, around 200 and 300 hours.

Keywords: Cold exigence. Dormancy. Phenology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Exemplar das espécie utilizadas para as observações fenológicas determinadas em 2010, 2011 e 2012: (a) Ipê-roxo, (b) Açoita-cavalo e (c) Angico-branco, existentes no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS. 27
- Figura 2** - Estacas de Ipê-roxo (a), Açoita-cavalo (b) e Angico-branco (c) na sala de crescimento, submetidos a uma temperatura de $25^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$, coletados em indivíduos, adultos, existentes no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria - RS, 2012. 29
- Figura 3** - Número de horas de frio (NHF) com temperatura do ar igual ou inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ e 13°C ocorrida no dia 06 de junho de 2012, registradas da estação meteorológica localizada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS. Similar ao gráfico <http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula10.pdf> 29
- Figura 4** - Horas de frio menor ou igual a $7,2^{\circ}\text{C}$ (1) e 13°C (2) e data de floração e queda foliar do Ipê-roxo (a1 e a2); data de brotação e queda foliar do Açoita-cavalo (b1 e b2) e data de brotação e queda foliar do Angico-branco (c1 e c2). Abril/2012 a outubro/2012, Santa Maria – RS. 32
- Figura 5** - Soma acumulada do número de horas de frio abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ e 13°C (a) e porcentagem de gemas floríferas dos ramos de Ipê-roxo e vegetativas dos ramos do Açoita-cavalo e do Angico-branco (b). 34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de maio no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

39

Quadro 2 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de junho no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

39

Quadro 3 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de julho no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

40

Quadro 4 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de agosto no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

40

Quadro 5 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de setembro no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Soma acumulada de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C ocorridas no Campo experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nas diferentes datas de coletas dos ramos de Ipê-roxo, Açoita-cavalo e Angico-branco e número e porcentagem de gemas, peso da massa fresca (PF) e seca (PS) após as estacas estarem submetidas na sala de crescimento à temperatura constante de 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), fotoperíodo de 16/8 horas de luz/escuro e irradiância de 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Santa Maria, RS, 2012.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.1 Fenologia Vegetal.....	14
1.2 A importância das árvores nos ecossistemas.....	15
1.3 Dormência em Plantas.....	16
1.4 A temperatura na dinâmica da dormência.....	19
1.5 Número de horas de frio em espécies vegetais.....	22
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1 Determinação do número de horas de frio a campo.....	26
2.2 Determinação do número de horas de frio em laboratório.....	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
3.1 Experimento a campo.....	30
3.2 Experimento em laboratório.....	33
3.3 Exigências em frio.....	37
4 CONCLUSÕES.....	42
4.1 Recomendações.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

INTRODUÇÃO

As espécies criófilas são plantas que necessitam determinado número de horas com baixas temperaturas para completar o seu ciclo de vida. Assim, entram em repouso durante o inverno e somente retornam as atividades reprodutivas e vegetativas quando as condições ambientais forem favoráveis e desde que a quantidade de frio nesta fase tenha sido adequada para a quebra natural da dormência de suas gemas.

Cada espécie criófila apresenta uma quantidade mínima de horas de frio necessárias para a quebra de dormência e uma temperatura base para o seu desenvolvimento. Isso implica que a planta está apta a um novo ciclo vegetativo/reprodutivo após um período submetida a temperaturas baixas, não letais, e após esse período, somente passa a se desenvolver se a temperatura da planta for superior à temperatura base. Dessa relação planta-ambiente, é possível inferir uma forte variabilidade interanual entre as datas de ocorrência da floração e/ou brotação, pois existem invernos e primaveras de diferentes intensidades de frio, com ocorrência ou não de ondas de calor. Além disso, determinadas regiões apresentam condições desfavoráveis à perpetuação de determinada espécie por não haver indução à reprodução.

O conhecimento das necessidades em frio das espécies vegetais criófilas é muito importante, principalmente para seu manejo cultural, melhoramento genético e zoneamento climático, visto que o frio causa a indução das plantas à dormência.

A quantificação do estado de dormência pode ser realizada pelo número de horas de frio, ou seja, o número de horas em que a temperatura do ar permanece abaixo de um determinado limite. O limite térmico mais utilizado é de temperaturas abaixo de 7,2°C ou 7,0°C (NIGHTINGALE; BLAKE, 1934). Para esta avaliação, além dos dados meteorológicos, são necessárias as datas de início de acumulação do frio, final do repouso e de plena floração da espécie (PASCALLE; DAMARIO, 2004).

A avaliação das exigências em frio para as espécies vegetais criófilas superarem a dormência pode ser realizada a campo e em laboratório. No primeiro caso, os eventos biológicos, como duração do subperíodo queda foliar, aparecimento de botões florais, final do repouso invernal ou início de floração, qualidade e quantidade de produção de frutos são relacionados com a soma acumulada de horas com temperatura abaixo de um valor tomado como base

(PASCALLE; DAMARIO, 2004), ou ainda, por meio da geração de um modelo para estimar a data de saída do repouso invernal mediante a correlação entre as datas de floração plena e as temperaturas precedentes para uma série de anos com observações fenológicas (ALONSO et al., 2005). Na quantificação em laboratório, geralmente são utilizados dois procedimentos: um deles consiste de, no outono, quando as plantas criófilas iniciam a entrada em dormência, retirar um número significativo de ramos, os quais, inicialmente são submetidos a diferentes tratamentos em número de horas de frio e níveis térmicos e após, à temperaturas de brotação; e o outro, a partir do outono, com intervalos de alguns dias, retiram-se ramos que são levados para salas de crescimento e submetidos a temperaturas de crescimento (CITADIN et al., 2002).

Na Região Sul do Brasil, região geográfica do país com condições climáticas mais propícias às espécies vegetais exigentes em frio, estudos referentes à quantificação das exigências em frio tem sido direcionados, geralmente para as espécies vegetais cultivadas, como a videira, a macieira, o pessegueiro, a amexeira, a pereira e a noqueira. Entretanto não foram encontrados estudos das exigências em frio para espécies vegetais nativas arbóreas no Rio Grande do Sul. Sabe-se que, na Região Sul do Brasil, existem diversas espécies nativas criófilas e caducifólias com potencial de cultivo tanto para aproveitamento comercial (serrarias e energia), como ripário e paisagístico (REITZ et al, s.d.; REITZ et al., 1978).

Apesar da importância do frio para as espécies criófilas, não há informação na bibliografia sobre as necessidades de frio de espécies nativas. Sabe-se que plantas caducifólias nativas apresentam floração e brotação em datas diferentes em cada ano, muitas vezes ocorrendo em meados do inverno em períodos de vento norte quente, comuns na região (FARIAS, 2009; LORENZI, 2008). Assim, para o sucesso do seu cultivo, um dos fatores importantes é o conhecimento de suas exigências em frio invernal.

A determinação das exigências em frio, possibilita a realização de zoneamentos de regiões com maior potencialidades para espécie em função da qualidade da retomada do crescimento.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho determinar as exigências em frio invernal a campo e em laboratório, para três espécies vegetais nativas arbóreas: Ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, Açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) e Angico-branco (*Albizia niopoides* (Benth.) Burkant).

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Fenologia vegetal

A época em que acontecem os eventos reprodutivos nas plantas é determinante para o sucesso da população, ao assegurar a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos jovens. A fenologia das espécies é regulada pelas suas características endógenas associadas às variações do clima, além de fatores abióticos e bióticos que são fatores seletivos para o desenvolvimento de padrões fenológicos (RATHCKE; LACEY, 1985).

A ciência conhecida como fenologia foi introduzida por Linneo, sendo a origem etimológica do grego “Phanesthai” que quer dizer “aparecer” (PASCALE; DAMARIO, 2004). É um estudo ecológico que relaciona as condições ambientais como temperatura, luz, umidade e outras, com os acontecimentos periódicos da vida dos vegetais, e é conhecida também como fitofenologia (CASTILLO; SENTIS, 1996).

A fenologia descrita por Linneo baseava-se nas informações sobre as questões geográficas, ambientais e climáticas. Em 1751, a ciência da Fenologia foi descrita no seu livro “Philosophia Naturae”, (PASCALE; DAMARIO, 2004) sendo criados na Suécia, 18 locais de observação fenológica, segundo um método proposto pelo próprio Linneo.

Na América do Sul, mais precisamente na Argentina, os primeiros dados fenológicos foram obtidos em 1887 por Bouef no Observatório do Prata, onde vários estudos seguiram-se (PASCALE; DAMARIO, 2004). Em 1939, foi iniciado o Serviço de Fenologia da Divisão de Meteorologia Agrícola com a colaboração de cinco mil pontos de observação. No Brasil, os estudos fenológicos são incipientes e restringem-se a área agrícola. Há vários trabalhos na área que registram as fenofases das plantas com interesse agrônomo, florestal e ecológico.

Na fenologia são identificados os fenômenos de floração, frutificação, brotação e queda de folhas, sempre buscando o conhecimento do ciclo anual dos vegetais em estudo. Todos estes eventos estão intrinsecamente ligados e relacionados às condições climáticas e à adaptação de cada indivíduo em sua área de dispersão (ANDREIS et al., 2005).

Os fatores abióticos como a precipitação, a temperatura, o fotoperíodo, a intensidade da radiação e a qualidade do solo e, os fatores bióticos como a

presença ou ausência de animais dispersores e predadores de frutos/sementes, encontram-se relacionados a épocas de floração, frutificação, queda e brotação das folhas. Deste modo, a determinação das fenofases caracteriza a dinâmica das populações vegetais, sendo uma resposta das plantas às condições de clima e edáficas.

Talora e Morellato (2000) destacam que a fenologia contribui para o entendimento da regeneração e reprodução dos vegetais, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades, das interações planta-animal e da evolução histórica da vida dos animais que dependem das plantas para a sobrevivência alimentar, como herbívoros, polinizadores e dispersores.

Antes de se começar os estudos fenológicos torna-se imprescindível definir o nível de análise (indivíduo, população ou comunidade), e, a partir daí, selecionar a metodologia de amostragem dos indivíduos que serão monitorados periodicamente na área (GALETTI et al., 2006).

1.2 A importância das árvores nos ecossistemas

As florestas são uma grande fonte de energia renovável e matéria – prima utilizada pela humanidade. Elas são necessárias para o conforto e sobrevivência do homem e dos demais seres vivos da Terra. A preocupação com as espécies nativas é relevante, considerando que no sul do Brasil observa-se uma significativa redução da cobertura florestal, principalmente devido às práticas agropecuárias (FARIAS, 2009). Paralelamente a este processo de degradação das formações florestais os remanescentes são locais importantes para conservação da biodiversidade.

Floresta é um sinônimo de preservação de água e regularidade no clima. O solo das matas retém grande parte da água das chuvas, liberando aos poucos para os lençóis freáticos. Como também, contribuem para a regulação da umidade relativa do ar através da evapotranspiração e transpiração, evitando assim mudanças bruscas de temperatura (LORENZI, 2008).

Além disso, o solo da floresta possui grande importância na prevenção de processos erosivos, os quais são acentuados em regiões de topografia acidentada, sendo que a retirada da vegetação pode acarretar desmoronamentos (FARIAS, 2009).

Nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo (LORENZI, 2008).

A relação entre fenologia de plantas e clima tem sido documentada em diversos trabalhos realizados, tanto em regiões de clima tropical quanto subtropical (ARROYO et al., 1981; WRIGHT; SCHAIK, 1994; RIVERA; BORCHERT, 2001). Variações no comprimento do dia que, por sua vez, influenciam a temperatura e a precipitação são, em geral, fortemente relacionados com as mudanças nas fenofases vegetais (MORELLATO et al., 2000; MARQUES; OLIVEIRA, 2004). Portanto, mesmo dentro de uma mesma unidade climática (por exemplo, na região intertropical) é possível esperar que o gradiente latitudinal esteja diretamente relacionado ao clima e, conseqüentemente, à fenologia das plantas.

Embora as variações estacionais em regiões de clima tropical sejam relativamente menos pronunciadas (quando comparadas, por exemplo, com regiões temperadas), plantas tropicais respondem de maneira variada às mudanças climáticas (CASTILLO, 1996).

Nas florestas tropicais, a sazonalidade nos padrões fenológicos tem sido associada com a disponibilidade hídrica local. Por exemplo, em locais onde a sazonalidade na precipitação é pronunciada, a época seca determina a fenologia (REICH; BORCHERT 1984). Nestes, a queda de folhas está normalmente relacionada ao período de menor precipitação (DAUBENMIRE, 1972; FRANKIE et al., 1974) e a brotação ao início da estação chuvosa (FOURNIER, 1976).

1.3 Dormência em plantas

As plantas, para sobreviverem a períodos de estresse, como é o caso de baixas temperaturas que ocorrem rotineiramente no inverno, desenvolveram um mecanismo adaptativo caracterizado pela aquisição da resistência ao frio e do controle do crescimento, denominado dormência. Este fenômeno, que ocorre em frutíferas de clima temperado e espécies arbóreas nativas é um reflexo da interação entre fatores ambientais relacionados ao metabolismo das plantas (PASCALE et al.,

1985). Estas espécies, no período de dormência, necessitam de determinado número de horas com baixas temperaturas para que complete o processo vegetativo subsequente sem anomalias fenológicas e sem grandes variações na produtividade. É um período de repouso condicionado pelas condições climáticas, principalmente pelas temperaturas baixas ao longo do período invernal, que atuam sobre os reguladores de crescimento (CHANDLER, 1937; PASCALE; AZPIAZU, 1965; MARIO JÚNIOR, 1979).

O desenvolvimento de estratégias adaptativas, como a dormência, possibilita as plantas de clima temperado sobreviverem nos períodos de baixa temperatura como no final do outono e durante o inverno. Pesquisas realizadas por Lang (1987) definiram a dormência como um processo de desenvolvimento envolvendo a suspensão temporária do crescimento de alguma estrutura vegetal contendo um meristema, caracterizado pelo controle do crescimento e aquisição da resistência ao frio.

A dormência caracteriza-se por uma fase do desenvolvimento da planta que, via de regra, ocorre anualmente, resultante da adaptação das plantas às condições ambientais. A alta resistência dos órgãos vegetais dormentes, a parada do crescimento e o estabelecimento da dormência antes do início da estação desfavorável asseguram a sobrevivência das plantas (SAURE, 1985).

A dormência não é um mecanismo rapidamente adquirido pelas plantas, mas um processo de desenvolvimento progressivo que tem início durante a estação do outono, aumentando sua intensidade durante o inverno até alcançar a chamada dormência profunda ou endodormência (LANG, 1987; POWELL, 1987), conferindo a capacidade de sobrevivência em temperaturas inadequadas ao desenvolvimento vegetal.

Outra alteração metabólica relatada é a variação do nível de substâncias reguladoras de crescimento, as quais controlam as mudanças metabólicas do início e do fim da dormência (PETRI et al., 2005). Observa-se, então, que as condições ambientais, principalmente a temperatura, são determinantes para as atividades fisiológicas, repercutindo na capacidade de sobrevivência e adaptação das plantas implicando no desenvolvimento vegetativo e na capacidade produtiva.

Lang (1996), numa tentativa de uniformizar a terminologia empregada para designar o fenômeno da dormência, propôs o uso de uma terminologia atualizada e

universal para abordar os vários tipos de dormência que ocorrem na natureza, classificando-a em paradormência, endodormência e ecodormência .

A paradormência é resultante da influência de outro órgão do vegetal sobre a gema, por exemplo, a presença de folhas ou frutos, causando a inativação do meristema floral ou vegetativo. A paradormência ocorre no verão, nas gemas terminais, porém, no início do outono as gemas já estão parando de crescer mas, a capacidade de brotação das gemas laterais, que ainda é grande, não se expressa. Nesta etapa, a dormência é fraca, mas existe uma inibição por meio de sinais emitidos, seja pelas folhas próximas ou pelo ramo adjacente à gema. A competição por água e nutrientes entre as folhas e porções de ramos com as gemas parece ser uma razão para a ausência de brotação nesta fase, uma vez que uma desfolha da planta permite a brotação de algumas gemas (CARVALHO, 2001). Esse fenômeno antecede a endodormência, a qual consiste na paralisação do desenvolvimento da gema como forma de sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis ao crescimento, como as baixas temperaturas e o déficit hídrico. Quando as gemas se encontram em endodormência, a exposição a condições ótimas de desenvolvimento não é suficientemente capaz de induzir sua brotação. As gemas devem ser expostas previamente a condições ambientais que estimulem a superação do estado endodormente, para que então recuperem a sua capacidade de brotação (POWELL, 1987).

A endodormência ocorre nos meses mais frios do ano, em que o não desenvolvimento da gema é resultante de uma série de eventos bioquímicos e fisiológicos que acontecem a níveis meristemáticos ou muito próximos. Assim, cada gema de uma planta ou até mesmo de um ramo tem habilidades individuais para brotação de forma que mesmo individualizada, sua brotação pode não acontecer. Nesta etapa, nem uma poda ou uma desfolha permite o crescimento das gemas laterais endodormentes (CRABBÉ; BARNOLA, 1996).

É justamente nesta fase que se concentram a maioria dos estudos sobre a dormência das gemas, pois parece ser a fase em que, devido à necessidade de proteção da planta a baixas temperaturas, processos fisiológicos específicos ocorrem no interior da gema de forma a garantir sua brotação e florescimento na primavera seguinte. Na endodormência, as baixas temperaturas têm um efeito positivo na saída do estado dormente e podem ser uma referência para

monitoramento da dormência mas não é referência isolada para avaliação do estado dormente (CRABBÉ; BARNOLA, 1996).

A ecodormência ocorre após a superação da endodormência e se caracteriza pela não brotação das gemas, advinda de fatores extrínsecos à planta limitantes do desenvolvimento, como as baixas temperaturas e o estresse hídrico. Após a suspensão dos fatores limitantes sobre a planta, ocorre a brotação das gemas, ou seja, todas as condições intrínsecas à gema são favoráveis ao seu crescimento (PETRI et al., 1996).

1.4 A temperatura na dinâmica da dormência

A temperatura é o principal fator ambiental que interfere na dinâmica da dormência de gemas de plantas lenhosas, influenciando características morfológicas, fisiológicas e evolutivas de uma espécie ao longo do tempo. A dormência pode ser considerada uma adaptação da planta a um determinado clima visando a sua sobrevivência em condições adversas (RAVEN et al., 2001). Desta forma, a temperatura sempre teve um efeito decisivo na evolução das espécies, fazendo com que elas entrem em dormência para uma proteção, assim como permitindo a sua liberação do estado dormente.

Esta adaptação, conhecida como aclimação, corresponde a numerosas mudanças físicas e fisiológicas que ocorrem nas gemas como preparação para o inverno. A primeira mudança morfológica que acontece nas gemas antes da entrada em dormência é a formação de escamas envolvendo-as. Estas escamas são folhas modificadas e têm a importante função de prevenir a perda de água, isolar a gema, restringir a difusão do oxigênio e evitar a perda de calor. Além disso, inibidores de crescimento podem acumular-se nas escamas interferindo diretamente na manutenção do estado dormente. Desta forma, até certo ponto, as escamas das gemas podem ser comparadas ao tegumento das sementes. No período de endodormência uma gema dormente é um ramo embrionário formado por um meristema apical, nós e entrenós não alongados e primórdios foliares (folhas rudimentares) (RAVEN et al., 2001). A influência de baixas temperaturas nas características morfofisiológicas de plantas anuais ou perenifólias é bem fácil de ser percebida uma vez que ocorrem alterações significativas como a redução da taxa fotossintética, a modificação da morfoanatomia da folha e a redução da condutância

estomática (SIEBENEICHLER et al., 1998). No entanto, a influência das baixas temperaturas em plantas caducifólias, além de ser de difícil visualização e mensuração, provoca efeitos retardados, uma vez que seu sítio de ação pode estar localizado na célula, como a alteração do estado físico das membranas celulares e das taxas de reações enzimáticas, influenciando, conseqüentemente, o balanço metabólico da planta (CRABBÉ, 1984).

Especificamente para a macieira, as baixas temperaturas do outono e inverno constituem o fator ambiental mais importante para indução e término da dormência de gemas (PETRI et al., 1996). Quando não ocorrem temperaturas baixas suficientes a maior parte das gemas permanece em repouso, as gemas terminais apresentam brotação desuniforme, as gemas floríferas abrem-se isoladamente de forma que, ao mesmo tempo, frutos, flores e gemas dormentes são encontrados na planta (CARVALHO, 2001). A heterogeneidade da floração faz com que haja problemas na polinização e, além disso, os frutos formados tardiamente são de qualidade inferior (PETRI; PASQUAL, 1982).

As exigências das diferentes espécies e cultivares em relação às baixas temperaturas de outono e inverno para superação da dormência são distintas tanto em relação ao valor da temperatura quanto da duração de exposição a uma determinada temperatura (CARVALHO, 2001).

Por alguns anos, as medidas de necessidade de frio pelas espécies foram relacionadas com as temperaturas abaixo de 7,2° C (PETRI et al., 1996). Assim, foi possível a correlação entre o clima de uma região e a exigência em frio de uma planta para que uma cultivar frutífera pudesse ser recomendada para uma região com determinadas condições de cultivo.

Diversos estudos foram realizados com este objetivo e os resultados foram sintetizados em horas de frio abaixo de 7,2° C requeridos para quebra da dormência de diferentes cultivares de frutíferas.

Além do valor da temperatura, a homogeneidade do frio ou a ausência de flutuações de temperatura pode trazer conseqüências benéficas com relação a uma boa quebra de dormência e desenvolvimento das gemas. Em pereira, há maior abortamento de gemas florais com as flutuações da temperatura (MARTINS et al., 2000) embora estas flutuações não sejam a causa única do abortamento (CAMELATTO et al., 2000).

Mesmo com a homogeneidade de ocorrência de frio, podem ocorrer respostas diferentes na planta de acordo com a idade das gemas. Gemas de um ano de idade de macieira tiveram sua dormência liberada após tratamento com 1.440 horas de frio abaixo de 7,2° C, enquanto que gemas de dois e três anos de idade só se igualaram às gemas de um ano quando receberam um tratamento com 2.160 horas de frio (ZANETTE, 2000).

Embora a quantidade de horas de frio durante a dormência seja fundamental para uma boa brotação, é difícil aceitar que um processo regulado internamente por trocas bioquímicas possa estar sujeito a uma temperatura fixa padrão (PETRI et al., 1996). Temperaturas acima de 7,2° C também influenciam na dormência das gemas. A quebra da dormência de gemas com baixas temperaturas provoca também uma ação indireta sobre a quebra de dormência das raízes da planta. Zanette, (1982) afirmou que temperaturas de 12° C tem um efeito de frio suficiente para estimular a quebra de dormência das gemas.

Atualmente, devido ao conhecimento do efeito de diferentes temperaturas sobre a quebra de dormência de gemas, admite-se o valor de horas de frio abaixo de 7,2° C como um valor referencial, pois abaixo de 0°C o frio não é efetivo para desencadear os processos fisiológicos, o mesmo ocorrendo com temperaturas acima de 21° C, que podem inclusive anular o efeito de frio acumulado (PETRI et al., 1996). Durante muitos anos, várias observações demonstraram o efeito de diferentes temperaturas na dinâmica da dormência de gemas de várias espécies lenhosas como o pessegueiro (RAGEAU, 1987) e a noqueira (MAUGET, 1977; MAUGET, 1981; MAUGET, 1983). O início do crescimento (saída da ecodormência) é um processo influenciado pelo frio cuja interferência é percebida de forma localizada na gema. Desta forma, gemas floríferas e vegetativas possuem capacidades diferentes de sair da ecodormência, como naturalmente acontece com frutíferas de clima temperado como o pessegueiro (FLORE; LAYNE, 1996).

Mesmo com todos os estudos a respeito da influência da temperatura, o total entendimento do mecanismo de ação deste fator não está bem conhecido, uma vez algumas gemas podem entrar e sair da endodormência mesmo quando mantidas em condições ambientais controladas (MAUGET, 1983).

1.5 Número de horas de frio em espécies vegetais

A necessidade de frio das diferentes espécies vegetais criófilas é, geralmente, quantificada pela soma acumulada do número de horas que a temperatura do ar permanece abaixo de um determinado limite, denominado de “horas de frio”, ou “unidades de dormência”. É um valor comumente utilizado para definir a “exigência de frio” e caracterizar a adaptabilidade climática dessas plantas (MOTA, 1957).

As horas de frio se constituem num parâmetro agroclimático que possibilita avaliar a aptidão climática de determinada região em função de exigências específicas de certas espécies e variedades de plantas de clima temperado. Do mesmo modo, permitem prever a adaptabilidade de determinadas plantas em regiões com clima capaz de satisfazer as suas necessidades básicas de dormência (PASCALE; DAMARIO, 2004).

Em resultados de estudos realizados com frutíferas foram constatados que certas espécies vegetais necessitam satisfazer determinado número de horas com baixas temperaturas (CHANDLER, 1937), ou seja, período em que a planta se encontra em dormência. Esta necessidade é exigida para que o processo vegetativo subsequente se complete sem anomalias fenológicas como queda de gemas floríferas, atraso na floração e brotação, florescimento irregular, qualidade dos frutos e baixa produtividade (PASCALE; AZPIAZU, 1985). Do ponto de vista agrônomo, as consequências mais drásticas da insuficiência de frio invernal resumem-se na diminuição da qualidade e da quantidade de produção de frutos e na diminuição do vigor e da longevidade da planta.

A quantificação da disponibilidade local de frio e das exigências das espécies criófilas geralmente é efetuada através do parâmetro “horas de frio”, que consiste na contabilização, do tempo, em horas, em que a temperatura do ar permanece abaixo de certa temperatura base. O valor de 7°C é aceito como temperatura base superior das horas de frio na maioria dos países produtores de fruta de clima temperado, sendo o seu uso generalizado para a determinação das exigências em frio das espécies, bem como para o zoneamento macroclimático das disponibilidades de frio (HELDWEIN et al., 1989).

Vários trabalhos têm demonstrado que temperaturas superiores a 7°C também são eficientes para a quebra da dormência das espécies criófilas, ou seja, espécies menos exigentes. Em pessegueiro (CITADIN et al., 2002), damasqueiro

(CHANDLER et al., 1937) e amendoeiro (MAGNESS; TRAUBE, 1941) temperaturas menores do que 12,8°C tem efeito favorável à quebra da dormência. Portanto, nas regiões, onde no inverno, há pouca ocorrência de baixas temperaturas, é possível utilizar com êxito, temperaturas base maiores do que 7°C, a exemplo do Estado de São Paulo, onde se utilizou o limite de 13°C (ANGELOCCI et al., 1979).

Pode-se considerar que a avaliação quantitativa da exigência de frio das plantas arbóreas começou realmente depois que, experimentalmente, em laboratório, Nightingale & Blake (1934) determinaram que estacas de macieira e pessegueiro não cresciam mantidas a temperaturas inferiores de 7°C. Posteriormente, este valor térmico (7,0 ou 7,2°C) foi usado como limite superior das temperaturas com valor favorável para o resfriamento, designado como “horas de frio”. Assim, a soma de horas acumuladas com temperatura abaixo de 7°C durante o período de dormência, é utilizada para explicar as variações fenológicas e produtivas das diferentes espécies criófilas frutíferas, ornamentais e florestais.

Para as frutíferas, diversas pesquisas estabeleceram uma escala de quantidade de horas de frio que deveriam acumular para progredir e romper a dormência adequadamente, desde 900 a 1000 h para a macieira e 600 a 900 para o pessegueiro e assim sucessivamente diminuindo para outras espécies como a ameixeira, o damasqueiro e o amendoeiro (CHANDLER et al., 1937; MAGNESS; TRAUBE, 1941). Estes valores foram obtidos através de métodos de quantificação do Número de Horas de Frio.

Um dos métodos mais utilizados é a soma acumulada do número de horas com temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C e 13°C durante o período de frio. A utilização do limite 13°C é utilizada para espécies menos exigentes em frio (NIGHTINGALE; BLAKE, 1934; TABUENCA, 1979). Por este método os dados são obtidos dos termogramas, gerados pelo termógrafo que mostram a evolução da temperatura do ar ao longo do tempo (BOTELHO et al. 2006).

Estes valores médios foram usados como exigência durante muitos anos, até que as manifestações fenológicas, registradas nos diferentes lugares geográficos e sob diferentes climas, demonstraram que estes níveis não eram estáveis e nem absolutos, pois nem todas as temperaturas abaixo dos 7°C ou dos 13°C têm o mesmo poder de resfriamento que possa contribuir para um efeito positivo. Assim, foi desenvolvido um novo índice, denominado “unidades de frio” que resulta em transformar cada temperatura horária média em um valor relativo.

Richardson et al. (1974) estabeleceram o modelo conhecido como Modelo Utah e Shaltout e Unrath (1983), o modelo Carolina do Norte, sendo que ambos se baseiam na acumulação de unidades em que certa temperatura exposta por uma hora equivale a uma determinada quantidade de unidades de frio.

Para cada faixa de temperatura ocorrida, uma determinada unidade de frio é acumulada e, quando certa quantidade crítica de unidades de frio é atingida, a dormência das gemas é considerada quebrada. Assim, as tradicionais horas de frio abaixo de 7,2° C foram sendo substituídas pelas unidades de frio, que ponderam o efeito de todas as temperaturas ocorridas no período analisado. As unidades de frio acumuladas podem ser positivas, nulas ou até mesmo negativas de forma que um período extenso de elevadas temperaturas pode anular o efeito de frio anterior. Dois métodos foram propostos e aceitos como eficientes para avaliação das unidades de frio. Para o pessegueiro, foi determinado o modelo de Utah (RICHARDSON et al., 1974) e para a macieira foi proposto o modelo de Carolina do Norte (SHALTOU; UNRATH, 1983). Algumas modificações destes modelos foram realizadas com o objetivo de reduzir o efeito anulador do somatório de unidades de frio com valor negativo para um período de apenas 24 horas (POLA et al., 1994).

Considerando-se que em regiões de clima ameno é frequente a interrupção do inverno por altas temperaturas que resultam em um efeito negativo sobre o frio acumulado, novos modelos foram desenvolvidos, como o Utah Modificado e a Carolina do Norte Modificado. As modificações foram no sentido de restringir o número de dias com unidades de frio positivas, passíveis de sofrer influência de altas temperaturas, após 96 horas da última acumulação de horas de frio com temperaturas altas (PETRI et al., 1996).

Portanto, diversos modelos matemáticos, de estimativa de horas de frio, foram desenvolvidos para uma melhor avaliação do clima ocorrido numa determinada região, em relação à brotação uniforme de árvores frutíferas.

As exigências em frio para as espécies vegetais podem ser determinadas a campo e em laboratório. A campo, a soma acumulada do número de horas com temperaturas abaixo de um valor tomado como base é relacionada com a duração dos subperíodos como queda de folhas, aparecimento de botões florais, início da floração, qualidade e quantidade de produção de frutos, até o final do repouso invernal (TABUENCA, 1979; CITADIN et al., 2002; MANDELLI et al., 2003; PETRI et al., 2008) ou por meio de um método estatístico baseado no efeito das temperaturas

sobre a data de floração em função de sua incidência durante a endodormência ou a ecodormência (ALONSO et al., 2005a; ALONSO et al., 2005b; ALONSO et al., 2010). Em laboratório, retira-se, no outono, quando as plantas iniciam a entrada em dormência um número significativo de ramos e destes ramos submete-se estacas a diferentes tratamentos em número de horas e níveis térmicos e, após coloca-se esses ramos às temperaturas de brotação (WAGNER JÚNIOR, 2007; PUTTI et al., 2003; CITADIN et al., 2002; BIANCHI et al., 2000; HERTER et al., 1992; TABUENCA, 1979) ou, a partir do outono, com intervalos de alguns dias, colhe-se um número significativo de ramos e retiram-se destes, estacas as quais são levadas para a câmara de crescimento e submetidas a temperaturas de crescimento (CITADIN et al., 2002; TABUENCA, 1972).

Nos estados da Região Sul do Brasil a quantificação das exigências em frio invernal tem sido realizada, geralmente para as espécies vegetais criófilas cultivadas, como a videira (MANDELLI et al. 2003), a macieira (PUTTI et al., 2003, PETRI et al., 2008), a pereira (WREGE et al., 2006) e o pessegueiro (CITADIN et al., 2002). Para as espécies vegetais criófilas nativas arbóreas não foram encontrados estudos desta natureza. E sabe-se, principalmente pelos estudos de Reitz et al.(s.d) e Reitz et al.(1978), que existem diversas espécies nativas caducifólias com potencial de cultivo tanto para aproveitamento comercial (serrarias e energia), ripário e paisagístico na Região Sul do Brasil.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com três espécies arbóreas nativas existentes no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (29°42'S; 53°42'W; 95 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Cfa, subtropical úmido. A temperatura média anual é de 19,2°C e a precipitação pluvial média anual de 1712 mm.

O Jardim Botânico possui uma área de 13 ha, onde estão presentes aproximadamente 515 espécies de plantas pertencentes a 96 famílias, principalmente angiospermas. Dentro dessa área, encontram-se trechos de vegetação herbácea, capoeiras, canteiros de plantas medicinais, árvores frutíferas, espécies ornamentais, bambuzais e um pequeno córrego (LEMES et al., 2008).

Foram determinadas as exigências em frio das espécies: *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos pertencente a família Bignoniaceae e conhecida popularmente por Ipê-roxo; *Luehea divaricata* Mart. pertencente a família Malvaceae e conhecida popularmente por Açoita-cavalo e *Albizia niopoides* (Benth.) Burkart pertencente a família Fabaceae e conhecida popularmente por Angico-branco.

As necessidades de frio das três espécies foram determinadas utilizando-se dois métodos: a campo e em laboratório.

4.1 Determinação no número de horas de frio a campo

Foram realizadas observações fenológicas quinzenais no período de agosto de 2010 a agosto de 2012, com o auxílio de binóculo, nas sete fenofases conforme Longhi (1984): (1) botões florais, caracterizados desde o início da formação da estrutura floral até a abertura dos botões florais; (2) antese, representada pela abertura dos botões florais até a queda das peças florais; (3) frutos imaturos, fase desde a formação do fruto até o amadurecimento, visualizada pela presença de frutos de coloração verde; (4) frutos maduros, representada pela presença de frutos com coloração de maturação típica da espécie; (5) queda de folha, caracterizada pela presença de folhas amarelas na copa, perda das folhas sob o vento e presença de folhas caídas sob a copa das árvores; (6) folhas maduras, caracterizada pela coloração verde; (7) brotação, marcado pelo aparecimento de folhas jovens com coloração diferenciada (avermelhada ou verde-clara).

Para a determinação das necessidades em frio, foram utilizadas somente as fases de brotamento, que é a emissão de novas folhas e floração, esta caracterizada pelo início da formação da estrutura floral até o final da antese, onde há a queda das peças florais.

As observações fenológicas, realizadas no período de agosto de 2010 a agosto de 2011 em 20 espécies arbóreas nativas, foram relacionadas com os elementos meteorológicos e o fotoperíodo por Ferrera (2012). Entretanto, das 20 espécies nativas observadas foram utilizadas neste estudo somente três espécies totalizando 22 indivíduos, sendo 7 Ipê-roxo, 10 Açoita-cavalo e 5 Angico-branco, todas plantas adultas, com altura entre cinco e dez metros. Na Figura 1 estão representadas um exemplar de cada espécie utilizada.

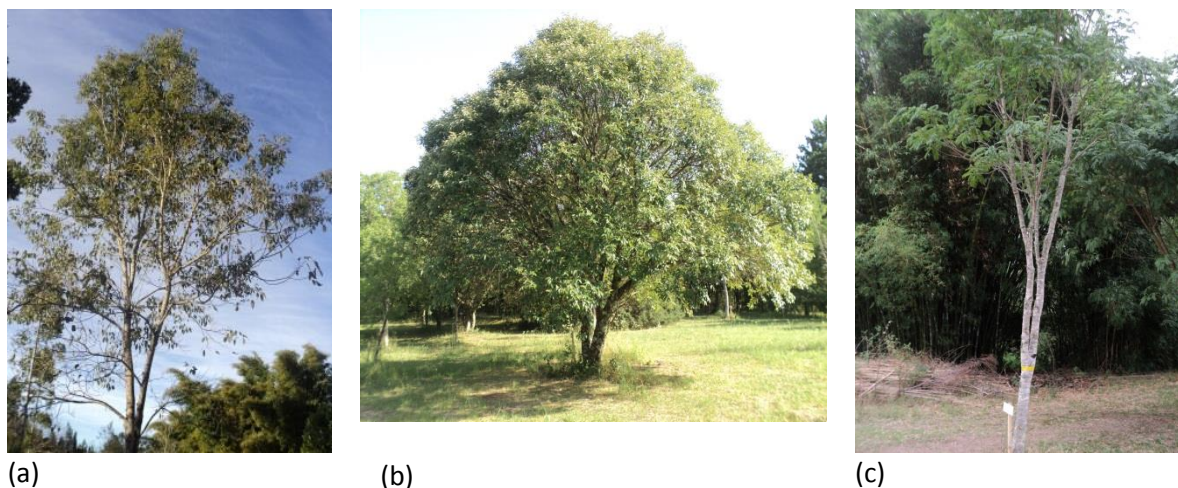


Figura 1 – Exemplos das espécies utilizadas para as observações fenológicas determinadas em 2010, 2011 e 2012: (a) Ipê-roxo, (b) Açoita-cavalo e (c) Angico-branco, existentes no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS.

4.2 Determinação do número de horas de frio em laboratório

Para este método foi utilizada a técnica preconizada em Tabuenca (1972) e Citadin et al. (2002). Foram coletados ramos apicais da parte externa da copa de quatro indivíduos de cada espécie: Ipê-roxo, Açoita-cavalo e Angico-branco. Para isto utilizou-se um podão com haste estendida. Foram realizadas oito coletas, a primeira no dia 06/05/2012 e a última no dia 25/09/2012, início e final do período de acúmulo de horas de frio, respectivamente. O número de coletas variou entre as

espécies em decorrência do tempo de florescimento e brotação a campo das mesmas. As três primeiras coletas foram espaçadas de 15 dias e as outras, de 20 dias. Dos ramos coletados foram, selecionadas dez estacas apicais de cada árvore de aproximadamente 20 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro. Estas estacas, após as coletas tiveram sua base cortada em bisel e imediatamente colocadas num saco plástico contendo água e conduzidas ao laboratório. No laboratório foram colocadas em vasos de plástico transparente com água para manter sua base imersa. Os vasos possuíam diâmetro entorno de 9 cm e capacidade de 400 mL, nos quais foram colocados 250 mL de água destilada e pH ajustado para 5,8. Para cada estaca, a parte não submersa na água continha no mínimo três gemas (Figua 2). Os vasos foram colocados no interior de uma sala de crescimento com temperatura aproximadamente constante, de 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e com fotoperíodo de 16/8 horas de luz/escuro e irradiância de $25 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ fornecida por lâmpadas fluorescente brancas, durante o período de 20 dias, nas três primeiras amostras e 30 dias nas restantes. Esta sala encontra-se instalada no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Naturais e Exatas - CCNE da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

Após as estacas das três primeiras coletas permanecerem 20 dias na estufa e das restantes, 30 dias, de cada uma delas foram retiradas todas as gemas floríferas abertas e vegetativas em estágio de ponta verde, contadas e pesadas em balança de precisão para a determinação do peso da massa da matéria fresca. A seguir, colocadas em estufa à 70°C por um período de 72h e novamente pesadas para a quantificação do peso da massa da matéria seca.

Estes dados foram relacionados com a soma do número de horas com temperaturas igual ou abaixo de 7,2°C e de 13,0°C acumuladas do início de abril até a data de determinação do peso. A superação da endodormência foi considerada quando o peso da matéria seca das gemas floríferas e vegetativas atingia valores de 25% em relação ao número das gemas floríferas e vegetativas da última época de colheita, considerada a data de plena floração ou brotação. Um critério semelhante foi adotado por Citadin et al. (2002).

Para satisfação plena em horas de frio adotou-se como referência o total acumulado de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13C° na data em que as plantas atingissem 50% de gemas floríferas ou vegetativas em relação ao número das gemas floríferas e vegetativas da última época de colheita.



Figura 2 - Estacas de Ipê-roxo (a), Açõita-cavalo (b) e Angico-branco (c) na sala de crescimento, submetidos a uma temperatura de $25^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$, coletados em indivíduos, adultos, existentes no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria - RS, 2012.

Para a obtenção da soma acumulada do número de horas de frio abaixo ou igual a $7,2^{\circ}\text{C}$ e $13,0^{\circ}\text{C}$ no período dos experimentos, foram obtidos os dados de temperatura do ar registrados na estação meteorológica automática (EMASM) instalada no Campo Experimental do Departamento da Fitotecnia da UFSM, pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8ºDISME) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponíveis no endereço eletrônico www.inmet.gov.br. Na Figura 3 apresenta-se um exemplo do cálculo das horas diárias com temperaturas abaixo ou igual a $7,2^{\circ}\text{C}$ e $13,0^{\circ}\text{C}$, acumuladas de abril a setembro, conforme exemplo didático.

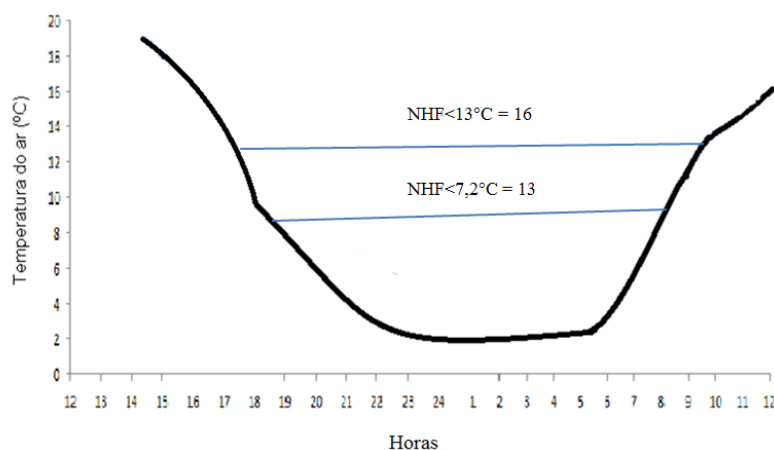


Figura 3 - Número de horas de frio (NHF) com temperatura do ar igual ou inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ e 13°C ocorrida no dia 06 de junho de 2012, registradas na estação meteorológica localizada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS. Similar ao gráfico <http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula10.pdf>

Nos meses de junho e julho de 2012, houve falha nos registros dos dados horários da EMASM quando o número de horas de frio foi obtido a partir das temperaturas diárias das 9 h, 15 h e 21 h (horário local), com a utilização do modelo matemático gerado por Heldwein et al. (1989):

$$HF < TB = a + b T_9 + c T_{21} + d RA \quad (1)$$

em que:

a, b, c e d: coeficientes específicos ajustados para cada mês em Santa Maria

TB: temperatura base de 7°C ou 13°C

HF<TB: número de horas (HF) diário com temperatura do ar abaixo da temperatura base (TB)

T9: temperatura das 9 horas

T21: temperatura das 21 horas do dia anterior

RA: variável independente de alguns modelos de regressão

Este modelo de regressão possui a tendência de proporcionar melhor estimativa nos meses menos frio comparados ao modelo analítico de Heldwein et al. (1989), por incluir as variáveis independentes TM e ou RA, porém a facilidade de programação e os resultados semelhantes com o modelo analítico permitiu seu uso.

A variável independente RA é uma variável que expressa a relação entre a variação da temperatura do ar abaixo da TB e a amplitude térmica média do ar do período (Equação 2):

$$RA = 24(TB - T_m) \cdot [(0,5(TM_1 + TM_2)) - TM]^{-1} \quad (2)$$

em que:

Tm: temperatura mínima do dia

TM1: temperatura máxima do dia anterior

TM2: temperatura máxima do dia em questão

Heldwein et al. (1989) afirmam que esta variável é mais importante do que a Tm para estimativa de horas de frio diárias através de modelos de regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento a Campo

As datas de ocorrência das fases de início de queda foliar, aparecimento de botões florais e brotação nos anos de 2010, 2011 e 2012 estão representadas na Figura 4, juntamente com as somas acumuladas de horas de frio igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C no período de maio a setembro, para os anos de 2010, 2011 e 2012, em Santa Maia, estado do Rio Grande do Sul.

Como as observações fenológicas foram iniciadas em agosto de 2010, para este ano, não se possui a data de início de queda de folhas. Constata-se, pelos dados da Figura 4 que nos três anos de observações fenológicas, a soma acumulada de horas com temperatura (T) inferior ou igual a 7,2°C ficou entre 250 e 300 h e no ano de 2012 ocorreu a menor soma acumulada de horas ao longo de todo o tempo de observação. O acúmulo do número de horas de frio efetivo, em 2012, foi maior do que o ano de 2010, haja visto que houve brotação antes nas três espécies avaliadas.

As datas de início de queda de folhas para as três espécies ocorreu quando a soma acumulada de horas com temperatura inferior ou igual a 7,2°C alcançou um valor em torno de ± 200 , confirmando o que diz Alberti (2002) sobre a caducidade foliar que está relacionada às baixas temperaturas ocorridas durante os meses de inverno; mas a soma para o início de aparecimento de botões florais e brotação foi bastante distinta, tanto entre anos como entre espécies.

Para o ipê-roxo, o aparecimento dos botões florais em 2011 ocorreu em 29/6, em 2012 em 11/7 e 2010 em 24/8. Isto corresponde em, aproximadamente, 170, 230 e 280 horas com temperatura inferior ou igual a 7,2°C, respectivamente. No caso do açoita-cavalo e do angico-branco, a sequência das datas de brotação entre os anos foi a mesma daquela do ipê-roxo, porém com menor diferença entre dias, com a soma acumulada de temperatura inferior ou igual a 7,2°C, respectivamente, entre 240 e 280 e entre 220 e 270. Segundo Marchioretto et al. (2007) a brotação inicia no mês de agosto, devido ao aumento da temperatura do ar e do comprimento do dia.

O início da queda de folhas em relação à ocorrência da soma acumulada de horas com temperatura inferior ou igual a 13,0°C, como no caso da soma inferior ou igual a 7,2°C ocorreu com menor valor nas plantas de açoita-cavalo, seguindo-se, as

plantas de ipê-roxo e de angico-branco, sendo o maior valor nos três anos de observação, respectivamente, em torno de 400h, 200h e 500h. A queda foliar é mais expressiva nos meses de outono e inverno, estações que ocorrem as temperaturas mais baixas do ano. Conseqüentemente o metabolismo das plantas diminui em comparação aos meses de primavera e verão, quando os picos de brotamento são maiores e a atividade fotossintética é mais intensa (FERRERA, 2012).

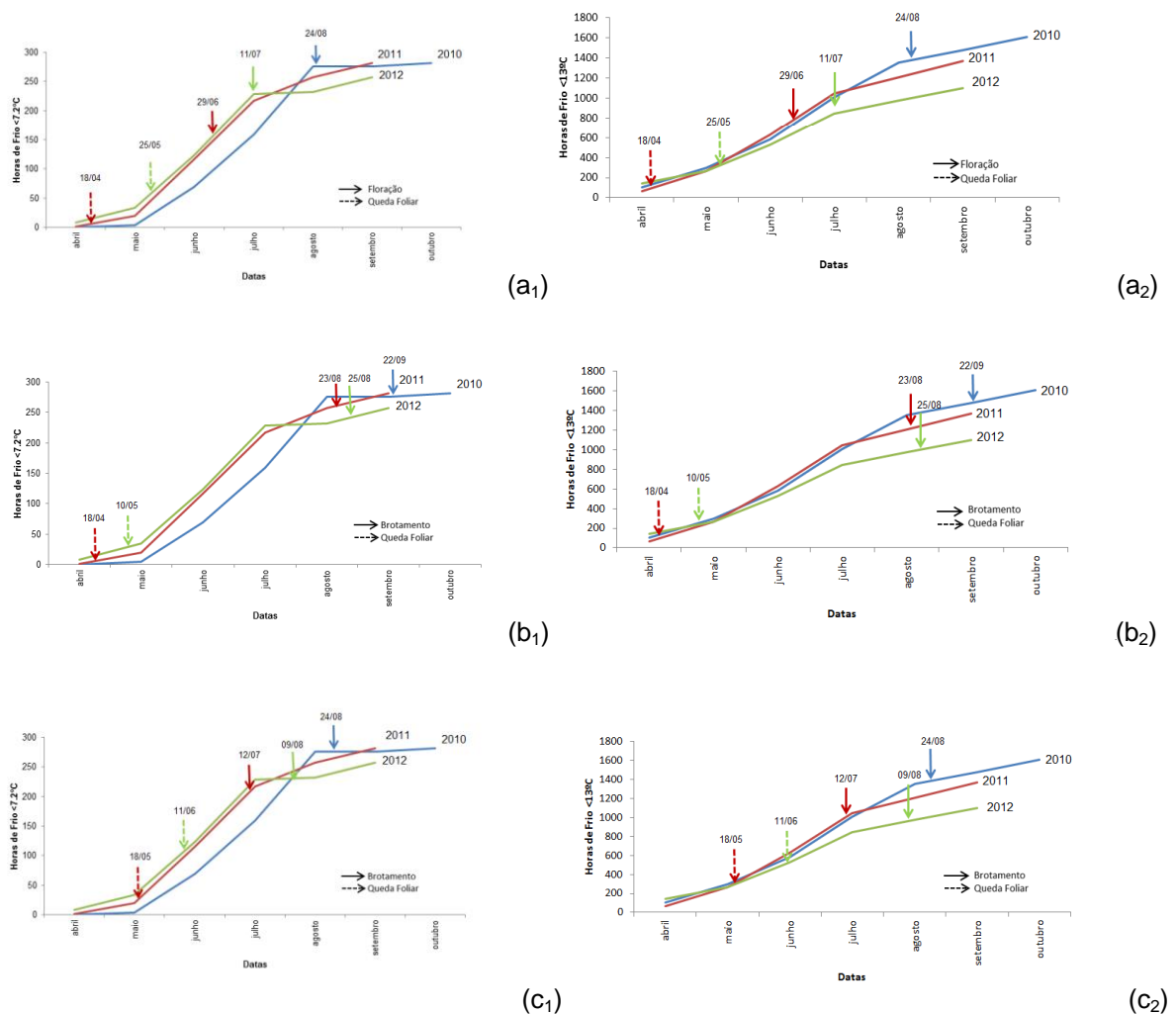


Figura 4 – Horas de frio menor ou igual a 7,2°C(1) e 13°C(2) e data de floração e queda foliar do Ipê-roxo (a₁ e a₂); data de brotação e queda foliar do Açõta-cavalo (b₁ e b₂) e data de brotação e queda foliar do Angico-branco (c₁ e c₂). Abril/2012 a outubro/2012, Santa Maria – RS.

A soma acumulada para o início do aparecimento dos botões florais e brotação foi bastante distinta, tanto entre anos como entre espécies. Para o ipê-roxo, o aparecimento dos botões florais ocorreu, em 2011, 2012 e 2010, após o acúmulo de soma térmica inferior ou igual a 13,0°C em torno, respectivamente, de 800h, 850h e 1400h. Para o açoita-cavalo e o angico-branco a sequência das datas de brotação entre os anos foi diferente daquela do ipê-roxo, entretanto com menor diferença entre dias. A soma acumulada para as plantas do Açoita-cavalo, em 2012, 2011 e 2010 foi, respectivamente, de 900h, 1100h e 1500 e para as plantas de angico-branco, de 900h, 1100 e 1600h.

As diferenças climáticas regionais principalmente térmicas e hídricas ocorrentes na região central do Rio Grande do Sul condicionam de forma distinta o aparecimento e desaparecimento das fenofases nas espécies nativas. Em função da baixa altitude, as temperaturas do ar são mais elevadas do que na maioria das outras regiões do estado (BURIOL et al., 1977: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

Estas características climáticas regionais interferem de forma diferenciada nas datas de início dos eventos analisados e conseqüentemente no número de horas de frio ocorrentes na região.

5.2 Experimento em laboratório

Nas três primeiras coletas não houve brotação de gemas floríferas para o ipê-roxo e nem vegetativas para o açoita-cavalo e angico-branco dentro do período de 20 dias. Essa resposta pode estar relacionada com o efeito da paradormência devido à presença de folhas e frutos nas plantas de onde foram retirados os ramos. Conforme Lang (1996), a paradormência refere-se à influência de outro órgão do vegetal sobre a gema e cessa quando ele é retirado, como também pelo baixo número de horas de frio acumulada até este período.

Para o ipê-roxo, as primeiras gemas floríferas surgiram na terceira coleta, após a ocorrência de 34h e 268h de frio com temperaturas abaixo de 7,2°C e 13°C, respectivamente. O aparecimento de 25% de gemas, quantidade estipulada para considerar a data da quebra de dormência, uma vez que é mais difícil atingir 50% em ramos destacados, devido à queda de gemas e desidratação dos ramos coletados a campo (CITADIN et al., 2002), ocorreu entre as datas da terceira e

quarta coleta, sendo de aproximadamente, 100h de frio igual ou inferior a 7,2°C e 400h igual ou inferior a 13°C. Na coleta prevista para 25/08/2012, as plantas estavam em plena floração, desta forma não foram coletados ramos e, assim, considerada a amostragem de 10/08/2012 como a 100% de gemas floríferas emergidas. Este fato também foi observado por Biase et al., (2010) quando a cultivar de videira possuía gemas brotando a campo antes mesmo de cessarem as coletas previstas. Os autores afirmam que este comportamento indica que a ocorrência do número de horas de frio acumuladas até este período foi o suficiente para a sua brotação. Nesta data, o número de horas acumulado com temperaturas abaixo de 7,2°C e 13,0°C foi, respectivamente, de 228h e 878h. O total de horas de frio para satisfazer as exigências em frio, tomando como referência 50% da emissão de gemas floríferas, numa estimativa aproximada, com base nos dados da Figura 5 e Tabela 1 foi de, aproximadamente 200 e 750 h, respectivamente, para temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C e 13°C.

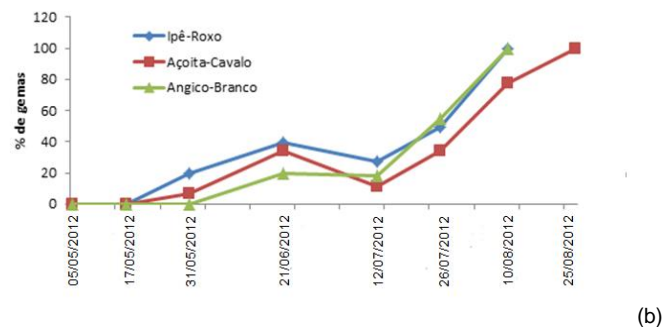
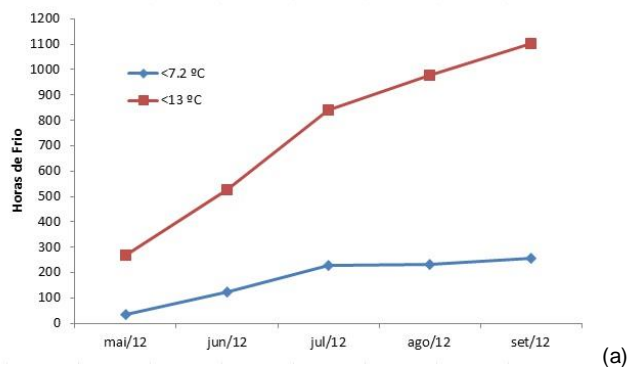


Figura 5 – Soma acumulada do número de horas de frio abaixo de 7,2°C e 13°C (a) e porcentagem de gemas floríferas dos ramos de Ipê-roxo e vegetativas dos ramos do Açõita-cavalo e do Angico-branco (b).

Na coleta de 12/07/2012 houve uma queda no número de gemas em relação àquela de 21/06/2012 para as três espécies vegetais. A principal causa pode ter sido a ocorrência de muitos dias com muita nebulosidade e precipitação pluviométrica. Haja visto que neste período a média foi de 5,6 décimos e a precipitação foi 63,1 mm e que o molhamento das gemas interfere em sua temperatura diurna e noturna e, conseqüentemente, na vernalização. Este efeito pode ser observado também com o número de gemas vegetativas no açoita-cavalo e no angico-branco.

Tabela 1 - Soma acumulada de horas com $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$ registradas na estação meteorológica localizada no Campo experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nas diferentes datas de coletas dos ramos de Ipê-roxo, Açoita-cavalo e Angico-branco e número e porcentagem de gemas, peso da massa fresca (PF) e seca (PS) após as estacas estarem submetidas na sala de crescimento. Santa Maria, RS, 2012.

Esp	Datas Coletas	Nº de gemas	% gemas	PF unit. (g)	PF total (g)	PS unit. (g)	PS total (g)	HF<7.2	HF<13
Ipê-roxo	05/05/2012	0	0	0	0	0	0	16	180
	17/05/2012	0	0	0	0	0	0	33	242
	31/05/2012	45	19,31	0,02	0,81	0,01	0,49	34	268
	21/06/2012	92	39,48	0,06	5,1	0,01	1,2	117	490
	12/07/2012	64	27	0,04	2,28	0,01	0,56	158	611
	26/07/2012	116	49,72	0,03	3,02	0,01	0,94	199	758
	10/08/2012	233	100	0,13	31,2	0,01	1,83	228	878
	25/08/2012	-	-	-	-	-	-	228	890
Açoita-cavalo	05/05/2012	0	0	0	0	0	0	16	180
	17/05/2012	0	0	0	0	0	0	33	242
	31/05/2012	13	6,46	0,009	0,12	0,003	0,042	34	268
	21/06/2012	69	34,32	0,016	1,105	0,004	0,26	117	490
	12/07/2012	22	10,94	0,021	0,47	0,003	0,06	158	611
	26/07/2012	68	33,83	0,029	1,96	0,004	0,29	199	758
	10/08/2012	156	76,61	0,069	10,83	0,003	0,46	228	878
	25/08/2012	201	100	0,011	2,28	0,002	0,5	228	890
Angico-branco	05/05/2012	0	0	0	0	0	0	16	180
	17/05/2012	0	0	0	0	0	0	33	242
	31/05/2012	0	0	0	0	0	0	34	268
	21/06/2012	11	20	0,0082	0,09	0,0027	0,03	117	490
	12/07/2012	10	18,18	0,004	0,04	0,003	0,03	158	611
	26/07/2012	30	54,54	0,0127	0,38	0,0037	0,11	199	758
	10/08/2012	55	100	0,0113	0,62	0,0015	0,08	228	878
	25/08/2012	-	-	-	-	-	-	228	890

Nas estacas do açoita-cavalo, 25% das gemas vegetativas ocorreram nos dias entre a coleta de 31/05/2012 e 21/06/2012, como pode ser constatado na Figura 5 e Tabela 1. Assim, estima-se que a quebra de dormência ocorre com a

soma acumulada de, aproximadamente 100 h e 400 h com $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O mesmo ocorreu em um experimento com videira, em que apenas 94 horas frio foram suficiente para sua brotação (BIASI et al., 2010). A soma total do número de horas de frio para satisfazer as exigências em frio para se ter 50% de emissão de gemas vegetativas, ocorreu nos dias entre as coletas de 26/07/2012 e 10/08/2012 correspondendo a, aproximadamente, 210 h e 750 h com $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $T \leq 13,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

O surgimento das gemas vegetativas nas estacas do angico-branco ocorreu mais tarde do que aquelas do ipê-roxo e do açoita-cavalo. As gemas atingiram 25% em relação ao total entre as coletas de 12/07/2012 e 10/08/2012. Pela soma dos valores diários do número de horas de frio, 25% de gemas ocorreram com, aproximadamente 160h e 650h com temperatura, respectivamente, igual ou inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ e $13,0^{\circ}\text{C}$ e 50% de gemas, com aproximadamente, 180h e 750h com temperatura, respectivamente, igual ou inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ e $13,0^{\circ}\text{C}$. A brotação das gemas desta espécie não foi satisfatória, porém a campo, as plantas apresentaram uma brotação ampla e satisfatória, indicando que o frio acumulado no período foi suficiente para a superação da dormência.

Com estes resultados, constata-se que as exigências em soma de horas com temperaturas igual ou inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ para a quebra de dormência foram semelhantes para o ipê-roxo e o açoita-cavalo, 100h, e mais elevada para o angico-branco, 160h. Tabuenca, (1972) estimou que a necessidade de frio abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ para cultivares de amêndoas variou entre 101 a 233h, assemelhando-se às espécies em estudo. Resultados semelhantes ocorreram com a soma de temperatura igual ou inferior a $13,0^{\circ}\text{C}$: 400h para o ipê-roxo e o açoita-cavalo e 650 para o angico-branco. Quanto às exigências dos totais em horas de frio, os resultados da soma de horas igual ou inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ também foram semelhantes para as três espécies, 200h para o ipê-roxo, 210 para o açoita-cavalo e 180 para o angico-branco e igual ou inferior a $13,0^{\circ}\text{C}$, 750 para ipê-roxo e o angico-branco e 800 para o açoita-cavalo. Porém, evidenciando que as plantas de açoita-cavalo e angico-branco são mais exigentes em horas de frio igual e inferior a $7,2^{\circ}\text{C}$ e 13°C , comparados as plantas de ipê-roxo.

O aumento do peso da massa da matéria total das gemas floríferas do ipê-roxo e das gemas vegetativas do açoita-cavalo e angico-branco, Tabela 1, serve como uma indicação da saída do repouso invernal, haja visto que o desenvolvimento

das gemas se mede pela variação do peso seco (TABUENCA, 1972). As três espécies tiveram um aumento significativo no peso fresco das gemas, com exceção daquelas coletadas no dia 12/07/2012, quando houve um pequeno declínio no número e no peso das gemas. A variação do peso da matéria fresca unitária deve-se a diferença de idade das gemas.

O ipê-roxo foi a espécie que obteve maior valor do peso fresco das gemas, em relação às outras espécies em estudo. Isto se explica pelo fato das gemas de ipê-roxo serem floríferas, as quais acumulam amido durante o repouso invernal (TABUENCA; GRACIA, 1971). Os mesmo autores afirmam que o aumento da concentração de amido nas gemas é considerado uma indicação do término do repouso invernal.

Durante o período de repouso, o crescimento das gemas floríferas é muito lento, mesmo quando sujeitas a temperaturas de 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Quando o repouso é finalizado, o crescimento das gemas aumenta mesmo sendo maior ou menor as temperaturas (TABUENCA, 1972).

5.3 Exigências em frio

Como se constata nos resultados obtidos a campo, o início da floração do ipê-roxo ocorreu com soma acumulada de, aproximadamente, 170 h, 230 h e 280 h com $T \leq 7,2^\circ\text{C}$ respectivamente, nos anos de 2011, 2012 e 2010 e o início da brotação do açoita-cavalo variou entre 240 h e 280 h e do angico-branco, entre 220 h a 270 h. Nos resultados em laboratório, Tabela 1 e Figura 5, observa-se que a quebra de dormência ocorreu com 100 h para o ipê-roxo e açoita-cavalo e 160 h para o angico-branco. A floração plena para o ipê-roxo com 200 h e brotação plena ocorreu para o açoita-cavalo com 210 h e o angico-branco com 180 h. Tabuenca (1972), estudando a influência da temperatura na época de floração de variedades de amêndoas, considerou como pouco exigentes em frio, variedades que cessaram seu repouso invernal com número de horas frio acumuladas, variando ente 100 a 300 h com $T \leq 7,2^\circ\text{C}$ e como mais exigentes aquelas espécies que necessitam horas de frio com $T \leq 7,2^\circ\text{C}$ entre 500 e 700 h.

Com estes resultados, percebe-se que, em relação às plantas criófilas cultivadas, as exigências em frio das três espécies nativas arbóreas estudadas, podem ser classificadas como plantas pouco exigentes em horas de frio. Suas

exigências são semelhantes a algumas cultivares de pessegueiro estudadas por Citadin et al. (2002). Assim, levando em consideração a disponibilidade espacial de horas de frio na Região Sul do Brasil (WREGGE et al., 2011), constata-se que, com exceção de poucas áreas geográficas, como o litoral e o noroeste do estado do Paraná, estas espécies conseguem satisfazer suas necessidades em frio.

Ao observar os dados de temperatura máxima e mínima diárias ocorridas ao longo dos três anos de observações fenológicas (Quadro 1, 2, 3, 4 e 5) deduz-se que, no ambiente natural, a temperatura do ar é o elemento mais importante para o início da floração e ou brotação. As flutuações diárias na temperatura influenciam o crescimento e a distribuição das árvores devido à alteração na intensidade de diversos processos fisiológicos importantes para a planta (SOARES & BATISTA, 2004).

Tomando-se como exemplo o ipê-roxo, observa-se que o início da floração em 2011 foi precedido de seis dias consecutivos com temperaturas máximas superiores a 20,0°C, em 2012 e 2010, sete dias. Isto pode ser uma estratégia adaptativa destas plantas às variações meteorológicas da Região, principalmente para escapar dos danos advindos de temperaturas mínimas muito baixas ocorrentes tardiamente, adquirida ao longo de muitos anos de sua existência.

Aparentemente, a estratégia consiste em ter pouca exigência em frio invernal, mas temperatura base de floração e brotação elevada. Assim, mesmo com suas exigências em frio satisfeitas, a floração e a brotação ocorrerão mais tarde, quando a probabilidade de ocorrência de danos por temperaturas prejudiciais for mínima.

Tendo em vista que as três espécies estudadas são plantas pouco exigentes em frio, é aconselhável, segundo Nightingale e Blake (1934); Tabuenca (1979), utilizar o limite de temperatura igual ou inferior a 13°C. Entretanto para melhor definir essa relação do número de horas de frio $\leq 13^{\circ}\text{C}$ e quebra de dormência é importante possuir um número maior de observações fenológicas.

Quadro 1 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de maio no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

Mês	Data	2010				2011				2012			
		Máx. (°C)	Mín. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Mín. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Mín. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C
	1	25.6	6.6	2	14	17.6	13.8	0	0	19.6	4.4	8	13
	2	26.5	6.9	2	9	15.8	11.5	0	13	23.6	7.8	0	11
	3	26.1	12.4	0	4	18.8	7	0	15	26	10.9	0	6
	4	19.1	15.2	0	0	22.5	6.7	1	13	27.9	11.9	0	8
	5	22.2	13.8	0	0	23.7	8.7	2	9	25.6	13	0	0
	6	24.6	11.1	0	8	23.9	11.3	0	7	24.9	15.4	0	0
	7	16.9	13.6	0	0	23.6	8.7	0	11	26.9	15.1	0	0
	8	18.8	10	0	10	22.2	12.4	0	2	28.6	12.5	0	1
	9	19.5	9.4	0	15	21.1	13.2	0	1	30.3	13.2	0	0
	10	16.5	8.7	0	16	21.7	12.7	0	3	29.7	14.1	0	0
	11	17.2	11.7	0	16	21.8	15.9	0	0	21.9	13.9	0	0
	12	21.8	11.6	0	11	22.8	14.7	0	0	18.4	7.2	0	8
	13	20.6	9.9	0	13	20.9	13	0	0	18.1	4.9	8	16
	14	24.7	10.7	0	10	16.8	11.8	0	2	19.9	4.8	9	15
	15	26.5	13	0	0	20	13.3	0	1	21.5	7.7	0	11
	16	15.9	12.9	0	1	19.2	9.2	0	14	22.6	11.1	0	11
	17	18.3	11.4	0	10	19.7	8.2	0	11	23.5	13	0	0
	18	15.8	12.9	0	1	20.9	9	0	11	26	11.5	0	5
	19	18.8	10.1	0	10	22.1	9.9	0	11	23.9	13.5	0	0
	20	19.3	13.9	0	0	23.5	11.3	0	6	25.5	11.6	0	3
	21	22.2	15.9	0	0	25	11.8	0	7	26.8	10.8	0	7
	22	23.9	17.1	0	0	25.8	14.9	0	0	28.4	12	0	2
	23	22.6	16.3	0	0	19.5	16.5	0	0	26.7	12.2	0	2
	24	19.4	16.7	0	0	18.2	16.1	0	0	24.1	15.3	0	0
	25	18.8	11.1	0	2	24.3	15.8	0	0	22.8	13.6	0	0
	26	19.1	8.6	0	13	18.8	12.2	0	4	23	12.3	0	3
	27	20.1	11.9	0	8	16.8	10.3	0	14	22.8	12.2	0	1
	28	19.7	15.1	0	0	18	6.1	0	16	28.5	18.1	0	0
	29	19.9	15.1	0	0	17.5	4.9	2	16	30.3	20.5	0	0
	30	19.1	13.6	0	0	18.7	4.7	6	15	23.2	10.1	0	3
	31	12.5	7.3	0	23	20.1	11.3	8	11	20	6.8	1	16

Quadro 2 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de junho no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

Mês	Data	2010				2011				2012			
		Máx. (°C)	Mín. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Mín. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Mín. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C
	1	16.4	4	8	17	20.4	6.4	4	15	18.8	6.8	3	12
	2	18.8	8.4	0	13	20	3.9	9	14	18.4	7.8	0	9
	3	22.8	8.8	0	9	20.4	12.1	0	11	18.7	10.6	0	8
	4	16.5	13.8	0	0	14.4	3.1	10	24	17.3	7	1	16
	5	17.9	11.3	0	15	15.8	0.8	14	20	14.3	3.4	12	20
	6	20.4	6.2	3	15	21.8	3.5	8	9	16.9	1.4	12	17
	7	17.7	5.7	6	15	16.6	12.5	0	24	10.4	0.5	17	23
	8	17.3	6.7	0	17	16	10.1	0	17	13	-1.8	16	23
	9	14.8	5.3	4	19	17.2	6.5	3	18	14.6	-1.4	12	20
	10	15.9	3.8	10	18	20.4	5.9	8	15	10.9	3.5	10	23
	11	18.6	9.7	0	13	22	5.7	6	15	17.9	10.4	0	16
	12	18.3	10.4	0	10	25.2	8.1	0	9	22.4	10.3	0	10
	13	19.8	12.6	0	2	20	13.1	0	5	30.6	16.2	0	0
	14	22.9	12.2	0	3	17.2	6.6	5	17	30.5	19.2	0	0
	15	24.4	15	0	0	25.6	8.9	0	10	22.9	17.3	0	0
	16	17.5	15.5	0	0	27.2	15.3	0	0	21.5	12.7	0	1
	17	17.2	14.9	0	0	22.4	15.6	0	0	14	11.7	0	3
	18	21.6	14	0	0	23	15.1	0	0	15.9	13.3	0	0
	19	21.2	11.8	0	2	27	16.5	0	0	14.2	12.1	0	3
	20	14.3	6.8	2	21	24.2	18.6	0	0	15.1	8.2	0	9
	21	16.9	3.8	12	18	19.2	16.5	0	0	14.6	7.6	0	9
	22	17.5	2.1	11	18	18.8	14.3	0	0	16.8	10.4	0	4
	23	20.9	4.4	9	11	22.2	16.1	0	1	18.9	6.2	1	8
	24	27.9	16.2	0	0	15.2	7.8	0	16	24.1	6	5	10
	25	17.4	11.9	0	18	14.6	9.3	0	19	15.4	10.3	0	13
	26	17.6	12.3	0	5	12.4	8.1	0	23	22.4	10.1	0	3
	27	26.8	14	0	0	11.8	3.6	11	22	27.5	13.3	0	0
	28	15.5	12.1	0	9	14.8	1.1	11	20	28.8	19.6	0	0
	29	15.5	10.4	0	12	16	6.2	6	17	28.5	22.7	0	0
	30	19.4	13	0	6	17.4	7.8	1	18	28.7	21.7	0	0

Quadro 3 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de julho no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

Mês	Data	2010				2011				2012			
		Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C
	1	22.5	14	0	0	11.4	8.8	0	24	29.4	23.8	0	0
	2	26.5	15.1	0	0	9.6	7	2	22	30.1	29.5	0	0
	3	25.8	11.6	0	2	12.4	0.8	11	23	18	14.7	0	0
	4	26.1	10.7	0	5	11.6	0.4	11	24	29.1	16.1	0	0
	5	27.9	17.2	0	0	13	0.8	10	24	18	11.2	0	3
	6	28.8	19.7	0	0	14.4	0.2	8	24	9.3	8	0	3
	7	29.7	16.1	0	0	15.4	0.2	5	24	11.2	2.9	6	17
	8	17.2	8.6	0	13	18.2	0.6	1	22	12.7	0.6	13	21
	9	14.3	9.3	0	12	22.6	1.8	4	20	18.2	3.9	7	9
	10	17.2	10.6	0	17	14.4	8.2	0	13	14.4	12.8	0	2
	11	25.3	11	0	10	19.6	8.6	0	12	12.8	4.2	5	15
	12	19.8	6.4	3	14	24	10.6	0	10	15	3.2	4	13
	13	11.3	2.5	12	24	20.2	15.6	0	0	19.1	5.4	2	6
	14	12.9	3	10	24	17.2	13.6	0	6	16.6	5.2	1	8
	15	12.1	1	16	24	29.8	15.2	0	4	11.6	2	7	17
	16	11.2	0.9	12	24	27	25.2	24	12	12.1	4	2	7
	17	12	6.4	5	24	15.6	13.6	0	5	14.6	11.4	0	5
	18	14.2	11.9	0	12	16.2	13.4	0	7	17.2	6.7	2	8
	19	11.3	7.4	0	22	21.2	12.8	0	8	20.5	5	0	5
	20	15.5	5	3	19	16.6	14.2	24	24	23.1	4.9	6	14
	21	11.2	8.8	0	24	11.2	9.8	0	18	24	9.4	0	7
	22	14.7	7.3	0	18	14.2	6.8	0	16	19.2	8	0	11
	23	13.7	3	10	22	18.8	8.6	0	13	20	10.2	0	11
	24	12.6	6.6	2	24	24.6	7.6	0	11	19.6	11.8	0	6
	25	18.9	8.5	0	11	27.4	14.4	0	2	13.2	4.6	8	24
	26	15.4	4.6	6	18	23.2	16.8	0	0	18.1	0.8	13	18
	27	16.6	2	10	17	19.4	7.8	0	13	17.8	2.6	12	17
	28	24.5	6.9	1	12	20.8	14.2	0	3	12	3.3	12	24
	29	21.6	8.7	0	10	17.4	14	0	3	17.3	10.1	0	14
	30	28.4	11.4	0	8	15.6	11.8	0	12	14.5	4.9	5	18
	31	27.6	8.5	0	9	11.6	7.2	1	19	15.2	10.7	0	10

Quadro 4 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de agosto no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

Mês	Data	2010				2011				2012			
		Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C
	1	13.8	3.5	13	20	13.2	10.4	-	-	25.9	13.2	0	0
	2	11.5	1	16	24	13.4	6	-	-	29.5	19	0	0
	3	10.8	0.3	17	24	15.6	7.3	-	-	29.9	20.4	0	0
	4	11.3	1.3	16	24	15	6.4	-	-	28.2	18.5	0	0
	5	12.3	5.4	8	24	17.4	2.2	-	-	18.5	12.7	0	2
	6	15.5	5.8	10	19	21.2	6.2	-	-	18.3	9	0	15
	7	17.8	5	4	15	22.4	11	-	-	24.6	10.6	0	10
	8	14.4	8.7	0	20	23	17	-	-	28.6	14.9	0	0
	9	16.1	6.4	2	17	18.8	16	0	0	24.1	12.7	0	1
	10	16.2	3.5	8	17	21.4	12.8	0	0	25.2	10.3	0	9
	11	19.1	6.3	5	12	27	14	0	0	29.5	14.8	0	0
	12	25.7	14.5	0	0	31	18.8	0	0	29.6	15.7	0	0
	13	14.5	8.6	0	22	27.4	23	0	0	19.1	14.2	0	0
	14	12.3	5.1	5	24	16	11.6	0	15	28.5	13.6	0	0
	15	12.4	3	10	24	27.2	12.8	0	8	28.5	17.8	0	0
	16	18.6	7	2	14	31.8	18	0	0	27.1	20.5	0	0
	17	22.7	8.9	0	5	23	12.8	0	1	30.3	17.4	0	0
	18	24.2	11.2	0	3	16.2	13	0	3	26.6	20.1	0	0
	19	24.5	9.2	0	9	19.8	15.6	0	6	22.3	17.2	0	0
	20	20.7	9.6	0	12	13	4.8	13	21	26.1	18.7	0	0
	21	22.7	6.8	1	11	12.2	1	15	21	25.2	15.2	0	0
	22	30.1	12.4	0	4	10.8	1.4	11	21	31.7	15	0	0
	23	31.4	17.6	0	0	13.4	7.8	0	20	30.8	17.8	0	0
	24	29.4	15.6	0	0	20.8	11.8	0	9	30.6	16.6	0	0
	25	17.7	15.1	0	0	22.2	12.6	0	0	16.6	11.2	0	12
	26	18.7	14.4	0	0	18.2	7	1	12	11.2	6.8	4	24
	27	17.2	15.4	0	0	22.8	10	0	11	15.6	8.8	0	16
	28	24.2	16.4	0	0	29.2	16.8	0	0	17.7	9.6	0	15
	29	21.5	15.4	0	0	15	12.8	0	3	19.9	10.4	0	11
	30	22.7	13	0	4	21	12.8	0	9	23.6	9.7	0	11
	31	26.1	17.3	0	0	17.2	7.4	0	13	25.9	11.2	0	9

Quadro 5 - Temperaturas máximas (Máx.) e mínimas (Mín.) e número de horas com temperaturas igual ou inferior a 7,2°C e 13,0°C, diárias, ocorridas no mês de setembro no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Santa Maria, RS, 2012.

Mês	Data	2010				2011				2012			
		Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C	Máx. (°C)	Min. (°C)	HF< 7.2°C	HF< 13°C
	1	28.2	18.1	0	0	16.4	7	0	5	25.8	14.6	0	0
	2	19.3	17.6	0	0	18.1	4.8	6	14	29.1	13.5	0	0
	3	19.1	13	0	0	27.6	8.3	0	10	20.4	13.1	0	0
	4	15.8	11	0	10	31.7	19.4	0	0	26.8	11	0	9
	5	18.8	9.4	0	13	28.4	7.3	0	9	25.8	18.1	0	0
	6	20.5	8	0	11	17.9	3.3	9	15	22.4	16.4	0	0
	7	19.4	7.2	0	12	19.2	7	3	10	32.7	15.4	0	0
	8	22.7	12.9	0	3	17.5	11.5	0	6	21.7	16.8	0	0
	9	25	12.6	0	5	19.9	12.2	0	2	18.5	15.5	0	0
	10	26.7	12.6	0	0	25.2	8.6	0	10	16.3	14.2	0	0
	11	22.8	15.3	0	0	19.7	7.8	0	9	20.2	13.7	0	0
	12	15.6	14.2	0	0	27.3	4.2	7	10	21.9	15.4	0	0
	13	21.9	15.3	0	0	21.9	8.9	0	9	22.5	10.7	0	6
	14	21.4	12.5	0	1	19.5	7.1	0	11	27.7	13.9	0	0
	15	20.7	9.3	0	12	23.3	10	0	9	23.3	18.8	0	0
	16	22.6	7.5	0	9	26.1	13.4	0	0	27.7	18.9	0	0
	17	22.4	8.3	0	11	22.3	17.6	0	0	26.7	19.7	0	0
	18	17.8	9.2	0	15	21.4	16.4	0	0	20.2	17.7	0	0
	19	22.2	9	0	9	18.7	15.7	0	0	20.6	11.5	0	6
	20	27.1	12	0	8	20.4	12	0	4	20	8.1	0	13
	21	21.7	16.6	0	0	22.3	7.6	0	11	20.5	9.6	0	12
	22	21.8	15.2	0	0	24.9	10	0	9	21.7	6.7	2	12
	23	17.9	14.5	0	0	17.3	13.9	0	0	22.8	6.2	4	9
	24	21.5	14.3	0	0	21	13.4	0	0	30.2	11.9	0	3
	25	21.8	12.9	0	1	23.9	11.3	0	8	18.1	6.7	1	15
	26	21.6	14.1	0	0	25.7	14.2	0	0	15.9	3.8	10	18
	27	23.1	16.1	0	0	26	12.3	0	0	20.4	5.5	8	10
	28	22	15.3	0	0	26.2	13.7	0	0	22.5	10.6	0	7
	29	24.3	15.4	0	0	35.7	13.1	0	0	19.6	13.7	0	0
	30	21.9	11	0	7	24.1	17.6	0	0	28.6	11.9	0	7

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que as espécies nativas Ipê-roxo, Açoita-cavalo e angico-branco:

- São espécies que necessitam de frio invernal para completar seu o processo reprodutivo e vegetativo subsequente sem anomalias fenológicas;
- São consideradas como espécies pouco exigentes em frio, apresentando baixas necessidades em frio para a quebra de dormência, em torno de 100 h e 300 h menor ou igual a 7,2°C.

4.1 Recomendações

É importante que os estudos da relação exigência em frio das espécies *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, *Luehea divaricata* Mart. e *Albizia niopoides* (Benth.) Burkant tenham continuidade para ter-se um maior número de anos com observações fenológicas: (a) para melhor definir as exigências em frio e (b) para constatar qual o parâmetro mais adequado $T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ou $T \leq 13^{\circ}\text{C}$ para definir essas exigências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTI, L. F. **Fenologia de uma Comunidade Arbórea em Santa Maria-RS**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil, 160p. 2002.

ALONSO, J. M. et al. Increase in the chill and heat requirements for blooming of the new almond cultivars. **Options Méditerranéennes**, A n. 94, p. 65-69, 2010 (XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds).

ALONSO, J. M. et al. Estimación de las necesidades em frio y em calor para la floración en el almendro mediante séries temporales fenológico-climáticas. **ITEA**, v. 101, n. 4, 282-302, 2005.

ALONSO, J.M. et al. Determination of endodormancy break in almond flower buds by a correlation model using the average temperature of different day intervals and its application to the estimation of chill and heat requirements and blooming date. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 130, n. 3, p. 308-318, 2005a.

ANDREIS, C. et al. **fenológico em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no município, RS, Brasil**. R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.55-63, 2005.

ANGELOCCI, L. R. et al. Estimativa de total de horas abaixo de determinada temperatura base através das médias diárias da temperatura do ar. **Bragantia**, 38 (4): 27-36, 1979.

ARROYO, M. T. K.; ARMESTO, J. J.; VILLAGRÁN, C. Plant phonological patterns in the high Andean cordillera of central Chile. **Journal of Ecology**, v.69, p. 205-223, 1981.

BIANCHI, V.J.; ARRUDA, J.J.P.; CASAGRANDE, J.G.; HERTER, F.G. Estudo da paradormência em pereira por meio do método biológico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 22, n. 2, p.294- 296, 2000.

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. **Ver. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, V. 32, n. 4, p. 1244, Dezembro 2010.

BOTELHO, R.V. et al. Somatória de horas de frio e de unidades de frio em diferentes regiões do estado do Paraná. **Scientia Agrária**, v.7, n. 1- 2, p. 89-96, 2006.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M. Cartas mensais e anual das chuvas do Estado do Rio Grande do Sul. **Rev. Centro Ciências Rurais**, Santa Maria-RS, v. 7, n.1, p. 55-82, 1977.

CAMELATTO, D.; NACHTIGALL, G. R.; ARRUDA, J. J. P.; HERTER, F. G. Efeitos de flutuações de temperatura, horas de frio hibernal e reguladores de crescimento no abortamento de gemas de pereiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, V.22, n.1, p.111-117, 2000.

CARVALHO, R. I. N. **Dinâmica da dormência do conteúdo de carboidratos e proteína em gemas vegetativas em ramos de um e dois anos de macieira com e sem frio suplementar**. 2001. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2001.

CASTILLO, F. E.; SENTIS, F. C. **Agrometeorologia**. Madrid: Sal. Mundi-Pousa, 517p., 1996.

CITADIN, I.; RASEIRA, M. do C. B.; HERTER, F. G.; SILVEIRA, C. A. P. Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 703-706, 2002.

CRABBÉ, J. J. Correlative effects modifying the course of bud dormancy in woody plants. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, **Stuttgart**, v.113, p.465-469, 1984.

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*. **CAB International**, USA, p.83-113, 1996.

CHANDLER, W.H. et al., **Chilling requirements for opening buds on deciduous orchard trees and some other plants in California**. Berkeley, Calif. Agric. Exp. Sta., 1937. 63p. (Bull. 611).

DAUBENMIRE, R. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 60, p. 147-170, 1972.

FARIAS, J.A. Contribuição para a silvicultura de *Luehea divaricata* Martius et. Zuccarini (Açoita cavalo). **Caderno de pesquisa Sér. Bio., Santa Cruz do Sul**, Vol. 21, N. 2, Jun/Ago 2009, p.6-19.

FERRERA, T. S. **Fenologia de espécies arbóreas nativas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FLORE, J. A.; LAYNE, D. R. Prunus. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships. New Fournier, L. A. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba**, v. 26, p. 54-59, 1976.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, p. 881-913, 1974.

GALLETI, M.; PIZO, M.A.; MORELLATO, P.C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN JR. L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos e estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2.ed., Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2006, Cap 15, p.395-422.

HELDWEIN, A. B. et al. Avaliação de modelos de estimativas de horas de frio para Santa Maria, RS. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, 19(1-2): 45-92, 1989.

HERTER, F.G.; RAGEAU, R.; BONHOMME, M.; MAUGET, J.C. Determinação do término da dormência e floração para algumas cultivares de macieira: comparação entre métodos biológicos e empíricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 77-81, 1992.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS, Secretaria da Agricultura, 1989, não paginado, Vol 2.

LANG, G. A. **Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology**. London: CAB International, 1996. 386 p.

LANG, G.A. Dormancy: a new universal terminology. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.817-820, 1987.

LEMES, R.; RITTER, C. D.; MORAIS, A. B. B. de. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. **Biotemas**, 21 (4): 91-98, dezembro de 2008.

LONGHI, S. J. Fenologia de algumas espécies florestais e ornamentais. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria-RS, v. 14, n, 3 - 4, p. 231- 240, 1984.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1.

MAGNESS, J. Y H. TRAUB. CLIMATES Adaptation of fruit and nut crops. **Climate and Man Yearbook**,400 – 416, Washington, U.S.A. 1941

MANDELLI, F.; BERLATO, M. A., TONIETTO, J. BERGAMASCHI; H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 129-144, 2003.

MARCHIORETTO, M.S.; MAUHS, J.; BUDKE, J.C. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Bot. Bras.** V.21, n.1, p. 193-201, 2007.

MARIO, Junior, P.J et al., Estimativa de horas de frio abaixo de 7°C e de 13°C para a regionalização da fruticultura de clima temperado no estado de São Paulo. **Bragantia, Rev. Cien. Inst. Agron.** Campinas, Vol. 38, nº 3, Campinas. 1979.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 713-723, 2004.

MARTINS, C. R.; HERTER, F. G.; OLIVEIRA, M. F.; COUTINHO, E. F.; HAERTER, J. A. Variação da temperatura e de local, durante a endodormência, no abortamento de gemas florais de pereira (*Pyrus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.3, p.474-477, 2000.

MAUGET, J. C. Dormance des bourgeons végétatifs de Noyer (*Juglans regia* L.) cultivés sous différentes conditions climatiques. **C. R. Acad. Sc.** Paris, Paris, v.284, p.2351-2354, 1977.

MAUGET, J. C. Etude de la levée de dormance et du débourrement des bourgeons du noyer (*Juglans regia* L., cv. Franquette) soumis à des températures supérieures à 15°C au cours de leur période de repos apparent. **Agronomie**, v.3, p.745-750.1983.

MAUGET, J. C. Modification des capacités de croissance des bourgeons du Noyer (*Juglans regia* L.) par application d'une température de 4° C à différents moments de leur période de repos apparent. **C. R. Acad. Se.** Paris, Paris, v.292, p.1081-1084, 1981.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811-823, 2000.

MOTA, F. S. **Os invernos de Pelotas – RS**, em relação às exigências das árvores frutíferas de folhas caducas. Pelotas: Instituto Agronômico do Sul, 1957. 39p. (Boletim técnico, 18).

NIGHTINGALE, G.T & BLAKE, M. A Effects of temperature on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple trees. New Jersey Agric. Exp. Sta., P. 10 (Bulletin, 566), 1934.

PASCALE A. J.; DAMARIO, E. A. **Climatologia agrícola y agroclimatologia.** Buenos Aires: EFA, 550p. 2004.

PASCALE, A. J. & AZPIAZU, C. **Regimem de horas de frio durante el invierno em Buenos Aires.** Rev. Fac. Agron. Vet. Univ. B. Aires, 16(2): 63-82, 1985.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B. U. Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadoras das cultivares gala e fuji. **Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal** - SP, v. 30, n. 4, p. 868-874, 2008.

PETRI, J. L.; PASQUAL, M. **Quebra da dormência em macieira.** Florianópolis: EMPASC, 1982. 54 p. (Boletim Técnico 18).

PETRI, J.L. Monitoramento de unidades de frio/2005. **Jornal da Fruta**, Lajes, n.161, p.6, 2005.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET J.H.J., MATOS, C.S., POLA, A.C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis, Epagri, 1996. 110p.

POLA, A. C.; BLEICHER, J.; BERNARDI, J. Avaliação de modelos de unidades e horas de frio para a previsão do início de brotação em macieira, cv Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.105-118, 1994.

POWELL, L. E. The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Dordrecht : Kluwer Academic, 1987. p. 539-552.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*malus domestica* borkh). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 210-212, 2003.

RAGEAU, R. L'arbre et son milieu: 4. Exigences climatiques. In: CTIFL. Le pecher- Références et techniques. Paris: CTIFL, p.74-93, 1987.

RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Ver. Ecol. Syst.*, 16: 179-214, 1985.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Ed, Guanabara Koogan S.A., 2001. 906 p.

REICH, P. B; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, 72, 61-74, 1984.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: **Selowia**, 1978, 320p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, s. d., 525p.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*, **Alexandria**, v.9, n.4, p.331-332, 1974.

RIVERA, G.; BORCHERT, R. Induction of flowering in tropical trees by a 30- min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology*, v. 21, p. 201-212, 2001.

SAURE, M. C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural Reviews**. Westport, v. 7, p. 239-299, 1985.

SHALTOUT, A.D.; UNRATH, C.R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, p.957-961, 1983.

SIEBENEICHLER, S. C.; SANT'ANNA, R.; MARTINEZ, C. A.; MOSQUIM, P. R.; CAMBRAIA, J. Alterações na fotossíntese, condutância estomática e eficiência fotoquímica induzidas por baixa temperatura em feijoeiros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10, n.1, p.37-44, 1998.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e Climatologia Florestal**. Curitiba: Editor, 2004. 195p.

TABUENCA, M. C. Duración del período de reposo a distintas temperaturas y evaluación de las necesidades de frío en variedades de albaricoquero y almendro. **An. Aula Dei**, Zaragoza, v. 14, n. 3 e 4, p. 519-531, 1979.

TABUENCA, M. C. Necesidades de frío invernal em almendro. **An. Aula Dei**, Zaragoza, v. 11, n. 3 e 4, p. 325-329, 1972.

TABUENCA, M. C.; GRACIA, M. Influencia del patrón de la época de salida del reposo invernal de la variedad. **An. Aula Dei**, Zaragoza, V.11 (1/2), p. 51-57, 1971.

TALORA, D.C.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 23:13-26, 2000.

WAGNER JÚNIOR, A. **Seleção de pessegueiro adaptado ao clima subtropical**. Tese de Doutorado, 108f., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

WREGGE, M. S. et al. **Zoneamento agroclimático para pereira no Rio Grande do Sul**, Pelotas: EMBRPA, 2006, 31p.(Documentos nº 182)

WREGGE, M. S. et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**. Pelotas, EMBRAPA, 2011, 333p.

WRIGHT, S. J.; SCHAIK, C. P. van. Light and the phenology of tropical trees. **The American Naturalist**, v. 143, p. 193-199, 1994.

York: **Marcel Dekker**, Inc, p.825-849, 1996.

ZANETTE, F. Efeito de algumas temperaturas de estocagem sobre a quebra de dormência das gemas e a regeneração do sistema radical de porta-enxertos de macieira. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.4, p.43-47,1982.

ZANETTE, F.; CARVALHO, R. I. N.; DRON, C. Effect of low temperature on dormancy intensity in one, two and three year-old-buds of apple tree. **Short Communications of Second International Symposium on Plant Dormancy**, Angers, p.13-17, 2000.