



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Florestas
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Documentos, 36

ISSN 1414-3038

DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ERVA-MATE
(*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

Antonio Carlos de S. Medeiros

Colombo, PR
1998

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111

Caixa Postal 319

83411-000 - Colombo, PR, Brasil

Telefone (041) 766-1313

Fax: (041) 766-1276

E-mail: postmaster@cnpf.embrapa.br

Tiragem: 500 exemplares

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES - 1996/1998

Carlos Alberto Ferreira - Presidente

Guiomar Moreira de Souza Braguinha - Secretária Executiva

Revisão Gramatical

Glaci Kokuka

Normalização Bibliográfica

Lidia Woronkoff

Carmen Lucia Cassilha Stival

Antonio Aparecido Carpanezzi

Antonio C. de S. Medeiros

Edilson Batista de Oliveira

Gustavo Ribas Curcio

Honorino Roque Rodigheri

Jarbas Yukio Shimizu

José Elidney Pinto Junior

Moacir José S. Medrado

Rivail Salvador Lourenço

Sergio Ahrens

Sergio Gaiad

Susete do Rocio C. Penteado

Medeiros, A.C. de S. Dormência de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1998. 25p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 36).

1. Erva-mate. 2. *Ilex paraguariensis*. 3. Dormência. I. Título. II. Série.

CDD 633.77

© Embrapa, 1998

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. DORMÊNCIA EM SEMENTES	6
2.1. Tipos de dormência	8
2.2. Promotores e inibidores da germinação	10
3. DORMÊNCIA EM <i>Ilex</i> spp.	14
4. DORMÊNCIA EM <i>Ilex paraguariensis</i>	15
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

Antonio Carlos de S. Medeiros*

RESUMO

Esta revisão de literatura, teve como objetivo reunir trabalhos sobre o problema de dormência de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), que parecem apresentar os mesmos tipos constatados em sementes de outras espécies deste gênero (embrião imaturo e endocarpo duro). O estudo foi desenvolvido para apoiar pesquisas, inclusive a investigação de outros mecanismos de dormência, já que ainda não foi possível o desenvolvimento de uma tecnologia que confira um menor período de estratificação e germinação homogênea em tempo também menor.

PALAVRAS-CHAVE: dormência, inibidor de germinação, pireno.

SEED DORMANCY IN ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill)

ABSTRACT

The aim of this review is to join papers that focus on the *Ilex paraguariensis* dormancy as a problem but also to offer to researchers who are interested in these studies. It really seems to be related with the immature embryo associated with wood pericarp. However, it is an important point to be investigated in order to short the stratification period and to promote briefand homogeneous seed germination.

KEY WORDS: *Ilex paraguariensis*; germination inhibitors; dormancy breakers; pyrenous.

* Eng. -Agrônomo, Doutor, CREA-PR nº 9637-D, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

1. INTRODUÇÃO

A habilidade de certas plantas para retardarem a germinação de suas sementes, até que as condições de ambiente que as cercam estejam adequadas, é um importante mecanismo de sobrevivência dessas plantas. Esse mecanismo de sobrevivência se chama dormência e, geralmente, ocorre devido à redução da hidratação do citoplasma, permitindo que essas sementes dormentes apresentem maior resistência a possíveis condições adversas. Existem diversas causas de dormência em sementes viáveis. Algumas sementes apresentam-se com restrições físicas ou mecânicas, devido ao tegumento ou ao endocarpo lenhoso, que impedem o crescimento, expansão do embrião e protrusão da raiz durante o processo de germinação. Outras sementes têm, no embrião, o local de sua dormência e possuem embrião fisiologicamente imaturo.

Nesse grupo das sementes dormentes encontra-se a de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), cujo embrião se encontra morfológicamente imaturo por ocasião da dispersão, requerendo um determinado período de tempo para que ocorra o seu desenvolvimento. Associado a esse aspecto, existe ainda o fato dessas sementes, que na verdade são pirênios, apresentarem endocarpo lenhoso.

Este trabalho reúne informações que visam subsidiar estudos que possam desenvolver tecnologia capaz de resolver os problemas de dormência e de germinação nas sementes de erva-mate e inclusive investigar outros mecanismos de dormência.

2. DORMÊNCIA EM SEMENTES

A maioria das espécies cultivadas, como o milho, feijão e trigo, devido à seleção e ao melhoramento genético, não apresentam dormência prolongada. Todavia, as sementes das espécies florestais nativas apresentam esse fenômeno que as capacita à sobrevivência. A dormência foi definida por Carvalho & Nakagawa (1979) como sendo o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie,

mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais exigidas, como principalmente temperatura e umidade, deixam de germinar.

Os aspectos ecológicos foram enfocados por Labouriau (1983). De acordo com ele, o grande número de formas de dormência, sugere que esse fenômeno deva ter caráter adaptativo. Daí o problema de procurar, nas condições do habitat de dado tipo de sementes, os mecanismos ecológicos que a dormência e a pós-maturação implicam. Esse autor relatou que, no caso das regiões de clima temperado, a disponibilidade de água em geral não é escassa ou, pelo menos, não o é durante todo o ciclo anual. Nessas regiões, os invernos rigorosos impõem a temperatura como fator limitante principal. Concluiu que a exigência de um período de estratificação para quebrar a dormência faz com que as sementes de muitas espécies não possam germinar no verão, no outono e nem no inverno mas, na melhor das hipóteses, somente na primavera seguinte. Isso impede que as plântulas de muitas espécies sejam maciçamente eliminadas pelo frio do inverno, antes de realizarem uma série de processos fisiológicos de adaptação, que esse autor chamou de “endurecimento ao frio”.

Krugman et al. (1974) relataram que, dentre os fatores que afetam a produção de flores, frutos e sementes, estão os fisiológicos, o clima e os agentes bióticos, como insetos, pássaros, mamíferos e doenças. Destacaram que as condições climáticas têm influência significativa no desenvolvimento das sementes e que, para aquelas espécies cujo fruto requer mais do que uma estação para amadurecer, o fruto em desenvolvimento, necessariamente, estará dormente durante o período de baixas temperaturas. Então, a floração e o amadurecimento dos frutos precisam estar perfeitamente sincronizados desde o início do ciclo climático. Caso esse ciclo seja interrompido por um distúrbio climático, ou por condições extremas de temperatura, o processo de maturação pode vir a sofrer perturbações que provocam redução na produção de frutos e de sementes. Temperaturas muito baixas ou negativas durante a primavera são, geralmente, a principal causa de mortalidade das

flores e dos frutos novos. Citam ainda Krugman et al. (1974), em sua revisão, que temperaturas as quais, talvez, não sejam suficientemente frias para interromper o desenvolvimento do fruto ou matar as sementes, poderão ser eficazes para impedir o desenvolvimento do embrião na ocasião em que as sementes se desprendem da planta. De acordo com Anderson (1965), citado por Krugman et al. (1974), sementes como essas, geralmente, podem não germinar, após tratamentos de pré-germinação.

2.1. Tipos de dormência

Entre os tipos mais comuns de dormência em sementes, Metivier (1979) destacou a impermeabilidade da casca, em que se observa a presença de um tegumento duro, impermeável à água e aos gases e que, talvez, possa restringir fisicamente o crescimento do embrião. Em laboratório, a taxa de germinação dessas sementes pode ser aumentada por um método denominado escarificação. A escarificação eficiente quebra o tegumento duro, mas não danifica o embrião. Na natureza, são abertas fendas nas cascas pelo mesmo princípio, embora o processo seja mais lento. As sementes podem ter seus tegumentos degradados por microrganismos, fungos, ou mesmo por ácidos fracos do solo.

Metivier (1979) relatou que as sementes de muitas espécies precisam de exposição a uma temperatura crítica, às vezes por um período considerável, antes de serem capazes de germinar. Ele definiu estratificação como sendo o tratamento com baixa temperatura, durante o qual ocorrem, dentro da semente totalmente embebida, mudanças fisiológicas e metabólicas. O autor relatou que este tipo de superação de dormência é comum em muitas plantas existentes em regiões de clima temperado, tais como a cereja (*Prunus sp.*), cuja temperatura ótima para a estratificação é de 5°C, quando o embrião aumentou em peso de matéria seca, comprimento e número de células, e quantidades pequenas de nitrogênio e fósforo foram translocadas das reservas para o embrião. Temperaturas abaixo de 0 °C são freqüentemente ineficientes, pois não ocorrem mudanças bioquímicas no tecido. Um tipo de dormência

enfocado por esse autor é a imaturidade embrionária. Neste caso, o embrião requer um período adicional de crescimento, depois que a semente é dispersa pela planta, para que, então, a germinação possa ocorrer. Segundo o autor, este tipo de dormência é, muitas vezes, superada através da estratificação (tratamento das sementes a úmido e em baixas temperaturas).

Sementes de freixo (*Fraxinus excelsior*), segundo Metivier (1979), assim como as de *Ilex paraguariensis*, também apresentam imaturidade do embrião. Este está morfológicamente completo na época da maturação da semente, mas ainda requer uma fase de crescimento antes da germinação, para duplicar de tamanho. A condição ótima para este crescimento ocorre entre 18° e 20 °C, embora o freixo requeira, ainda, um período de estratificação para quebrar a dormência. Esse autor citou que, embora o embrião complete seu desenvolvimento, a semente fica dormente no solo, a menos que seja exposta a 5°C (estratificação) por algumas semanas. Completou que, em *Crataegus* spp., a casca da semente foi degradada no primeiro ano, no solo, por microrganismos, e que a água penetrou na semente durante o verão, entretanto, a dormência somente foi quebrada com o frio do inverno seguinte.

Jinks & Jones (1995) trabalharam com sementes de freixo (*Fraxinus excelsior*), cujos embriões não são totalmente desenvolvidos (caso de imaturidade do embrião, relatado por Metivier, 1979) quando os frutos são dispersos naturalmente ou são coletados para a formação de mudas. Relataram que o pré-tratamento dos frutos dormentes foi realizado em dois estágios, que consistiram, primeiramente, na exposição por 12 a 16 semanas a temperaturas de 15 a 25°C; em seguida, procedeu-se a estratificação por até 16 semanas, em baixa temperatura (4°C). Os autores concluíram que o pré-tratamento dos frutos úmidos em temperaturas mais elevadas, próximo de 25°C, contribuiu para que ocorresse o desenvolvimento dos embriões, antes que a semente pudesse responder, na etapa seguinte, à temperatura mais baixa (4°C), que serviu para superar a sua dormência fisiológica.

Ainda em relação aos casos de dormência caracterizados

como imaturidade do embrião, Hatano e Kano (1952), citados por Krugman et al. (1974), relataram que é necessário um período de desenvolvimento da semente, antes da germinação. Os embriões imaturos de ginkgo (*Ginkgo biloba*) podem amadurecer sob condições essencialmente secas e se desenvolver durante essas condições de armazenamento. Por outro lado, sementes de muitas espécies que também apresentam esse mesmo problema de embriões imaturos, podem se beneficiar de períodos de armazenamento em condições de umidade sob temperatura elevada (15° a 25°C), o que permitirá, segundo Wilbeck (1920), também citado por Krugman et al. (1974), o crescimento e a diferenciação desse embrião.

2.2. Promotores e inibidores da germinação

Vários grupos de produtos químicos são capazes de influenciar a velocidade de germinação das sementes. Bewley & Black (1982) relataram que reguladores de crescimento, como giberelinas e etileno, são encontrados nas sementes e que a teoria da dormência hormonal é a de que a semente dormente é regulada pelo balanço entre promotores e inibidores da germinação.

O objetivo do trabalho desenvolvido por Inenami et al. (1984) foi de verificar a possível presença de compostos fenólicos nos envoltórios das sementes ou nas próprias sementes de cabriúva (*Myroxylon peruiferum* L.f.). Extratos de sementes de cabriúva e de seus envoltórios mostraram atividade inibitória na germinação de sementes de alface. A purificação dos extratos através de cromatografia, levou ao isolamento da substância inibidora da germinação, conhecida como 2H-1-benzo-piran-2-ona, (Cumarina).

Desenvolvendo um estudo preliminar sobre inibidores de germinação de frutos de *Miconia cinammomifolia* e de *Ocotea puberula*, Randi (1982) verificou pelo bioteste de inibição, que extratos metabólicos de polpa de frutos verdes e maduros de *Miconia cinammomifolia* e de *Ocotea puberula*, causaram inibição da germinação de sementes de alface. O autor concluiu que esses inibidores poderiam estar atuando no impedimento da germinação

das sementes dessas espécies dentro dos frutos e inferiu que a germinação de sementes dessas duas espécies fica condicionada à liberação das mesmas na natureza, através de degradação das polpas ou de sua ingestão pelos animais.

Trabalho desenvolvido por Nord & Atta (1960) com sementes de *Atriplex canescens* (Push) Nutt foi demonstrado que sob moderada concentração de saponina, foi reduzida significativamente a germinação, ao passo que sob baixas concentrações, a saponina estimulou a germinação das sementes.

As giberelinas e a interação entre citocininas e inibidores são, segundo Khan (1971), as responsáveis pelo controle da germinação das sementes. Entre os inibidores estão substâncias de baixo peso molecular, alguns voláteis como o etileno e a amônia e alguns óleos essenciais.

De acordo com Felipe (1979), um tratamento breve com etileno durante a embebição acelera ou aumenta a germinação de muitas sementes. As de *Cucumis anguria* (maxixe) não germinam sob luz, mas se forem embebidas em Ethrel, ocorre germinação na presença de luz. A dosagem de 250 ppm foi a mais eficiente, elevando a germinação de aproximadamente 10% para aproximadamente 70%. Esse mesmo autor relatou que a germinação também ocorre com tratamento com giberelinas. O efeito promotor do etileno seria aumentar a liberação e o movimento de enzimas cuja síntese é induzida por giberelinas, ou seja, a giberelina induziria a síntese de α -amilase e o etileno aumentaria o movimento dessa enzima.

Copeland (1976) citou que o etileno (C_2H_4) é conhecido por estimular a germinação das sementes de muitas espécies, além de sua influência no amadurecimento de frutos. O autor relatou que a sua ação parece estar envolvida na regulação da dormência das sementes, embora seu efeito não esteja limitado a esse aspecto e que o etileno pode agir sinergisticamente com a giberelina e com a luz vermelha, na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*).

Em pesquisa desenvolvida por Côme & Corbineau (1992), foi verificado que sementes recém-colhidas de girassol

(*Helianthus annuus* L.) apresentaram germinação muito pequena em temperaturas abaixo de 25-30°C. Essa incapacidade de germinarem em temperaturas relativamente baixas, foi devido não só à dormência embrionária, como também à presença igualmente inibidora do pericarpo e do tegumento da semente. Notaram ainda que a intensidade da dormência dependeu da maturidade da semente e que ela aumentou durante o desenvolvimento da semente, diminuindo progressivamente durante a fase de perdas de água, enquanto ligada à planta-mãe. Nesse trabalho, também observou-se que a secagem em ambientes secos foi capaz de melhorar significativamente a germinação das sementes de girassol com a superação da dormência devido à imaturidade do embrião e tegumento impermeável. Os autores relataram que tanto o ácido giberélico quanto a estratificação não apresentaram efeito significativo na superação de dormência, ao contrário do etileno que estimulou significativamente a germinação das sementes. Esse tratamento permitiu que a germinação ocorresse dentro de uma grande faixa de temperaturas (5° a 40°C) e tornasse as sementes menos sensíveis à falta de oxigênio. Os autores observaram que o 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC), imediato precursor do etileno, melhorou a germinação das sementes de girassol, e que os inibidores da biossíntese do etileno, como o ácido aminooxiacético (AOA) e CO_2^+ , e os inibidores da ação do etileno, como o Ag^+ e o 2,5-norbornadiene (NBD), inibiram a germinação de sementes não dormentes. Eles concluíram que a formação endógena do etileno está envolvida na regulação da germinação das sementes de girassol.

Tendo como objetivo a comparação da eficiência de diferentes métodos para superar a dormência de sementes de girassol, Marcos Filho et al. (1987) conduziram um experimento em que compararam tratamentos com giberelina, Ethrel, KNO_3 , pré-secagem, pré-esfriamento e lavagem em água. Em sua revisão bibliográfica, os autores citaram Wallace & Schwarting (1954), que atribuíram à presença de inibidores a causa de dormência em suas sementes, assim como compostos fenólicos insolúveis em água, existente no embrião no momento da colheita, impediriam a germinação. Ainda nessa revisão, Marcos Filho et al. (1987) mencionaram o trabalho de Cseresnyes (1979) o qual considerou que a ocorrência do fenômeno é controlada

geneticamente, de modo que a sua profundidade depende da cultivar; dessa forma, durante o processo de maturação, o balanço das quantidades de substâncias promotoras e inibidoras é continuamente alterado e, dependendo do grau de umidade, maiores quantidades de inibidores podem acentuar o nível de dormência das sementes de girassol. Ao concluírem a pesquisa, Marcos Filho et al. (1987) constataram superioridade acentuada da utilização de giberelina (500 ppm) e Ethrel (10^{-3}M), em relação aos demais tratamentos e que o armazenamento das sementes durante, no máximo, 60 dias após a colheita foi suficiente para superar a dormência.

Corbineau et al. (1995) estudaram a germinação de sementes dormentes de *Fagus silvatica*. Relataram esses autores que a incapacidade das sementes de *Fagus silvatica* germinarem resulta não somente das ações inibidoras das estruturas como o pericarpo e tegumento, mas também de dormência embrionária. Verificaram que o ácido giberélico (GA_3), em altas concentrações (10^{-3}M), foi capaz de estimular a germinação das sementes e dos embriões e que o etileno aumentou sensivelmente a germinação das sementes inteiras e dos embriões, a 15°C de temperatura, assim como o precursor imediato do etileno (ácido 1-carboxílico 1-aminociclopropano) também estimulou a germinação das sementes inteiras e dos embriões, quando em altas concentrações (10^{-3}M) e na temperatura de 15°C . Os autores concluíram que o etileno endógeno, sintetizado pelas próprias sementes, está envolvido na regulação da germinação de sementes de *Fagus silvatica*.

Os efeitos do ácido giberélico (GA_3) na germinação de sementes dormentes de aveia (*Avena sativa*), foram estudados por Lecat et al. (1992), utilizando sementes inteiras com suas glumelas, sementes sem as glumelas, e embriões removidos da semente. Os experimentos de germinação foram desenvolvidos em várias temperaturas, entre 5°C e 30°C e diferentes concentrações de oxigênio, que variaram de 0% a 21%. Verificaram que o GA_3 foi capaz de estimular a germinação sob elevada temperatura e baixa concentração de oxigênio, e que

anulou a ação inibidora das estruturas que envolvem o embrião. Eles propuseram que o GA_3 permite a germinação de sementes dormentes em temperaturas elevadas porque o ácido giberélico devolve ao embrião a capacidade de escapar dos efeitos inibitórios das estruturas que o envolvem, permitindo a sua germinação.

O ácido giberélico foi recomendado nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) como um dos promotores de germinação de sementes, utilizando-se substrato de germinação umidecido com uma solução 0,05% de GA_3 . Quando a dormência for menos intensa, uma solução de 0,02% pode ser suficiente, e quando for mais intensa pode ser usada concentração até 0,1%.

Morpeth et al. (1995) estudaram um produto composto por microrganismos e de enzimas, conhecido comercialmente na Grã-Bretanha como "*Garotta*", no pré-tratamento de sementes lenhosas de *Rosa corymbifera* 'Laxa', com o objetivo de superar a dormência das mesmas. Esses autores verificaram que o uso desse composto ativador durante o período de estratificação das sementes, mostrou-se significativamente eficiente, tendo elevado os índices de emergência de plantas no campo, de 20,81% (desvio padrão = 5,77) para 80,56% (desvio padrão = 10,34), conduzido com quatro repetições de 400 sementes, e do teste de germinação em laboratório, de 10,17% (desvio padrão = 3,49) para 87,67% (desvio padrão = 9,61), conduzido com seis repetições de 100 sementes.

3. DORMÊNCIA EM *Ilex* spp.

O embrião de *Ilex opaca* é representado por um bloco de células não-diferenciadas na semente madura, ou seja, é um caso típico de dormência, conhecido como "imaturidade do embrião" (Bonner, 1974; Metivier, 1979).

Sementes de algumas espécies se desligam da planta antes que estejam morfológicamente maduras. Isto, segundo Copeland (1976), resulta em dormência e consiste numa das razões porque os

embriões imaturos não conseguem germinar. Citou ainda que o embrião de 'holly' (*Ilex opaca*) era uma massa não-diferenciada de células quando a semente se desligou da planta, mas que, durante a subsequente maturação, as células começam a apresentar uma estrutura bem definida.

Bonner (1974) relatou que, além da imaturidade embrionária, as sementes (pirênio) de *Ilex opaca* apresentavam pericarpo bastante duro envolvendo o tegumento. Esse autor ilustrou esse aspecto através de uma figura, na qual apresentou a seção longitudinal do pirênio de *Ilex montana*, contendo uma abertura no endocarpo, próximo do embrião, por onde se supõe que seja a entrada da água durante o processo de germinação. Esse mesmo autor informou que algum benefício pode ser obtido na superação de dormência de sementes do gênero *Ilex*, através da estratificação com o uso de temperaturas alternadas de 20°C (no escuro) e 30°C (com luz), por 60 dias, seguido por mais 60 dias a 5°C, e que este tratamento foi o mais eficiente para sementes de *Ilex verticillata*, as quais têm um endocarpo mais tenro ou mole do que as demais espécies de *Ilex*.

4. DORMÊNCIA EM *Ilex paraguariensis*.

Mello (1980) estudou a morfologia e a germinação da semente (pirênio) de *Ilex paraguariensis*, concluindo que a dormência da semente de erva-mate não era devido à impermeabilidade do tegumento à água. Segundo esse autor, a semente recém-colhida era incapaz de germinar imediatamente, por apresentar embrião rudimentar, constituído por uma massa de tecido meristemático não-diferenciado, o que foi mais tarde confirmado por Fontana et al. (1990). Mello (1980) verificou ainda que o pré-resfriamento da semente a 9°C, durante 30 dias, favoreceu ligeiramente a germinação das sementes, em relação à semente não estratificada.

Zanon (1988) descreveu, como método tradicional para quebra de dormência, o uso da estratificação das sementes em areia úmida, por um período de 5 a 6 meses, em condições

de ambiente natural, sem controle de temperatura.

Ferreira & Hu (1984) relataram que o embrião rudimentar parece ser a principal causa de dormência nas sementes de *Ilex*. A excisão dos embriões das sementes e seu cultivo em meio de cultura com ágar podem levar a maturação embrionária e germinação. Cultivaram embriões excisados de *Ilex paraguariensis* e de *Ilex aquifolium* sob diferentes intensidades e regimes luminosos, e verificaram que a luz branca apresentou papel inibitório na embriogênese tardia. Só obtiveram sucesso no desenvolvimento embrionário tardio e germinação, quando utilizaram embriões a partir de sementes provenientes de frutos frescos maduros, os quais puderam ser estocados a baixas temperaturas (4°C), sem prejuízos de vitabilidade ou aparecimento de dormências secundárias.

Heuser et al. (1993) publicaram um trabalho que objetivou verificar o desenvolvimento embrionário tardio e a estrutura do endosperma através de estudos morfo-anatômicos, contribuindo, possivelmente, para a elucidação da dormência. Aspecto interessante nesse trabalho foi a presença de um órgão denominado suspensor, encontrado normalmente nas fases iniciais da embriogênese e que, segundo Natesh e Rau (1984) e Yeung e Sussex (1979), citados por eles, além das funções de fixação e nutrição que lhe são atribuídas, parece desempenhar papel dinâmico no controle de crescimento dos embriões. Relataram, ainda, que a ultra-estrutura do suspensor levou alguns autores a crer que ele esteja ligado à síntese de fitormônios, pois a abundância de retículo endoplasmático liso observada nas células do suspensor é característica de células ativas na síntese de terpenóides e ácido giberélico. Nessa pesquisa, Heuser et al. (1993) observaram que, em sementes viáveis de *Ilex paraguariensis*, o suspensor não foi encontrado em todos os embriões e sugeriram que sua degeneração e eventual desaparecimento possam ocorrer tanto em fases muito precoces da embriogênese, como em fases mais avançadas. Sugeriram, ainda, que somente aqueles embriões que conservaram o suspensor até mais tarde, seriam capazes de prosseguir mais facilmente seu desenvolvimento, atingindo, então, um estágio em que se tornam auto-suficientes para produção de substâncias, que

estimulariam as enzimas hidrolíticas das reservas do endosperma, completando-se, assim, o desenvolvimento embrionário.

Ferreira et al. (1991) desenvolveram pesquisa para definir as condições *in vitro* para a germinação de embriões rudimentares extraídos das sementes de *I. paraguariensis* e também para confirmar observações prévias de que os embriões retirados de sementes provenientes de frutos de diferentes estágios de amadurecimento apresentariam comportamento diferenciado em meio de cultura. Concluíram que sementes de *I. paraguariensis* possuem embriões rudimentares quando os frutos atingem a maturidade. Ao retirarem embriões e os colocarem em condições de cultura *in vitro*, verificaram germinação normal em 15 dias. O melhor meio de cultura foi o de sacarose (0,05M), em meio LS, com pH ajustado para 5,5, antes da autoclavagem e incubados no escuro. Notaram ainda que embriões oriundos de frutos de coloração branca cresceram melhor do que de frutos mais maduros de coloração vermelha ou preta, o que sugere que a cor de frutos não determina o grau de maturidade das sementes.

Em revisão realizada por Ferreira et al. (1995), foi verificado que, no processo de desenvolvimento do embrião de sementes de *Ilex paraguariensis*, há necessidade deste passar por um estágio de maturação que, na natureza, é mais longo quanto mais fria é a temperatura média ao longo do ano. Segundo Ferreira et al. (1995), isto explicaria porque no Estado do Mato Grosso do Sul e partes mais quentes do Estado do Paraná (Zanon, comunicação pessoal), a germinação das sementes parece ser mais rápida.

Winge et al. (1995) estudaram a velocidade de germinação em sementes de *I. paraguariensis* provenientes dos municípios de Erechim e Veranópolis, no Estado do Rio Grande do Sul, Catanduva, em Santa Catarina, e Pinhão, no Estado do Paraná. O acompanhamento semanal da germinação das sementes revelou que as primeiras árvores que apresentaram alguma germinação foram as do Paraná, seguidas das de Santa Catarina e finalmente pelas do Rio Grande do Sul, sem, no entanto, precisar se o fenômeno ocorreu devido a ações da temperatura ou de algum outro fator.

As diferenças genéticas quanto à dormência e comportamento germinativo das sementes de erva-mate (*I. paraguariensis*) podem ser devidas ao aspecto genético. Medrado (1997)¹, em comunicação pessoal, relatou que na prática, tem-se comentado que sementes de determinada árvore pode germinar de forma diferente, quando comparadas às sementes de uma outra e que isto também ocorre com a capacidade de enraizamento de estacas.

Muitas sementes precisam de um determinado tempo de exposição a uma temperatura crítica, às vezes, por um período considerável, antes de serem capazes de germinar (Metivier, 1979). Na tentativa de encontrar o método mais adequado de estratificação de sementes de erva-mate, Cuquel et al. (1994) testaram sementes de 3 lotes provenientes de diferentes procedências, durante um período de 6 meses. A estratificação se deu pelo método tradicional, ou seja, o de estratificação em areia, no campo (ambiente não controlado), comparado com condições variáveis de disponibilidade de luz, temperatura, ácido giberélico e de nitrato de potássio em laboratório (ambiente controlado). Embora os resultados dos testes de germinação tenham apresentado valores muito baixos, as avaliações realizadas a cada 60 dias mostraram que os métodos de estratificação, que envolveram alternância de luz e temperatura (8 horas de luz, a 35°C e 16 horas de escuro, a 15°C) e adição de nitrato de potássio, foram os mais indicados para reduzir o período de dormência de sementes dessa espécie. Na discussão os autores citaram Cicero (1986), que levantou a hipótese de que a variação entre as temperaturas, no caso 20-30°C, provoca maior permeabilidade do tegumento das sementes a água e ao oxigênio, bem como influencia o equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação. Aspecto interessante, notado pelos autores, foi o de que apenas o resfriamento das sementes a 5°C ± 2°C, no processo de estratificação sob refrigeração, não foi suficiente para possibilitar a quebra de dormência de *I. paraguariensis*, uma vez que as sementes de

¹ Medrado, M.J.S, Pesquisador da *Embrapa* – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

todos os lotes não germinaram. Neste experimento, entretanto, o efeito da luz talvez tenha se devido à ação do nitrato de potássio que, segundo Stokes (1965) e Bleasdale (1977), parece atuar em sua substituição, e não à luz propriamente dita, pois que as sementes se encontravam enterradas em areia.

Testes de germinação de sementes de *I. paraguariensis* foram conduzidos por Fontana et al. (1990) a campo, durante 4 anos. Verificou-se que, no período que transcorre entre a semeadura e 120 dias após o plantio, germinaram apenas as sementes que se encontravam com os seus embriões maduros ou no estado chamado pelos autores, de "torpedo", o que representou 3,58%. Entre 120 e 150 dias, os que se encontravam sob a forma de "pós-coração" (16,0%) e entre 150 e 270 dias, os embriões em forma de "coração" (64,97%). Os demais, que estavam no seu estado "globular", demoraram mais de 270 dias para germinar. Esses resultados permitiram aos autores afirmar que a espécie possui um amplo período em que os embriões se mantêm viáveis (9 meses), e que concentra sua máxima expressão na primavera.

Niklas (1987) trabalhou com sementes de *I. paraguariensis*, provenientes de frutos maduros, recém-colhidos, e verificou que os embriões se encontravam em 5 diferentes estágios os quais classificou como "globular" (2,6%); "coração" (70,24%); "pós-coração" (23,3%); "torpedo" (2,62%) e "maduro" (0,96%). Observou que esses embriões continuaram lentamente a crescer, até atingirem o estágio "maduro" e que esta seria a razão da morosa germinação das sementes.

Para o desenvolvimento de testes de germinação de sementes de *Ilex paraguariensis*, as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) prescrevem que se deve adotar entre-areia (EA) como substrato, 20-30°C como temperatura alternada e que a primeira contagem deve se dar aos 45 dias e a contagem final aos 365 dias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados e informações colhidas nesta revisão são suficientes para testar a hipótese de que sementes oriundas de

regiões mais quentes podem requerer estratificação em menor espaço de tempo e que, também, germinariam de forma uniforme e mais rápida.

Sementes de *Ilex paraguariensis* apresentam dormência devido à imaturidade do embrião e, por se tratar de um pirênio, essa dormência se encontra associada à dureza do seu endocarpo que dificulta a protrusão da radícula do embrião, caso ele esteja maduro, por ocasião do processo de germinação da semente.

Outras informações indicam que esses fatores de dormência estão vinculados à interação de fatores, comandados pelos genéticos, que determinariam todas essas dificuldades para as sementes germinarem, e que seriam mecanismos normais das espécies silvestres, como forma de se defenderem e se perpetuarem.

Não foram encontrados trabalhos que concluíssem ser a combinação de mecanismos, de dormência a causa do problema constatado com sementes de erva-mate, incluindo, nesse aspecto, a presença de inibidores de germinação.

No capítulo 2 foram reunidos diferentes trabalhos, que relataram os efeitos de inibidores, mas não se encontrou algum que fizesse relação à presença de inibidores em sementes de *I. paraguariensis*. Entretanto, de acordo com Ricco et al. (1995) e Schenkel et al. (1995) foram constatadas saponinas em folhas de *Ilex paraguariensis*, tendo como aglicoma o ácido ursólico ou o ácido oleanólico e os açúcares arabinose, glicose e ramnose e destaca o grande potencial da espécie para uso medicinal no Brasil. Ao despolar-se os frutos de *I. paraguariensis* para a obtenção das sementes, observa-se grande quantidade de espuma, devido, possivelmente, à saponina ali presente. Este fato tornou-se intrigante quando se observou nos resultados de Nord & Atta (1960), a relação entre o problema de dormência nas sementes de *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt e o conteúdo de saponina existente nas suas brácteas aladas e tegumento. Eles concluem, afirmando a necessidade de novos estudos para apurar o envolvimento da saponina na germinação de sementes de *A. canescens* e de outras espécies.

Pesquisas científicas devem, portanto, ser incentivadas e realizadas, no sentido de melhor investigar as causas de dormência em pirênios de erva-mate. Os trabalhos devem:

- a. identificar novos mecanismos de dormência ou se ocorre uma combinação de mecanismos e caracterizá-los separadamente;
- b. verificar se as sementes oriundas de regiões mais quentes durante a estação da primavera, requerem menor espaço de tempo para a estratificação ou se germinam de forma uniforme e mais rapidamente, quando comparadas às aquelas provenientes de regiões de clima temperado durante essa estação;
- c. desenvolver métodos de superação de dormência mais eficazes, buscando, se possível, a eliminação ou o encurtamento do período de estratificação;
- d. aperfeiçoar o teste de germinação, de modo que a germinação das sementes seja mais rápida e uniforme;
- e. confirmar se existem diferenças genéticas quanto à dormência e germinação das sementes provenientes de erveiras nativas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D.M.I.; ALCALAY, N. Métodos de excisão do embrião da semente de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para o teste de tetrazólio. **Roessléria**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.174, 1982.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M., ed. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v.2, 375p.
- BLEASDALE, J.K.A. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E.P.U./ EDUSP, 1977. 176p.
- BONNER, F.T. Aquifoliaceae-Holly family, *Ilex* L. Holly. In: SCHOPMEYER, C.S. coord., **Seeds of woody plants in the United States**. Washington: USDA. Forest Service, 1974. 40p. (Agriculture Handbook, 450).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ / Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 424p.
- COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess, 1976. 369p.
- CORBINEAU, F.; CÔME, D. Germination of sunflower seeds and its regulation by **ethylene**. In: JIARUI F.; KHAN, A.A., ed. **Advances in the science and technology of seeds**. New York: Science Press, 1992. p.277-287.
- CORBINEAU, F.; PICARD, M.A.; CÔME, D. Germination of dormant beech seeds and its improvement by ethylene. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS, 5., 1995, Reading. **Abstracts of poster presentations**. Reading: The University of Reading, 1995.
- CUQUEL, F.L., CARVALHO, M.L.M. de; CHAMMA, H.M.C.P. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. **Scientia Agricola**, Piracicaba: v.51, n.3, p.415-421, set./dez. 1994.
- FELIPPE, G.M. Etileno. In: FERRI, M.G., coord. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: E.P.U. / EDUSP, 1979. v.2, p.163-192.
- FERREIRA, A. G.; HU, C.Y. Influência da luz na embriogênese tardia de *Ilex*, Culturas *in vitro*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., 1984, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 1984. v.2, p.441-449.
- FERREIRA, A.G., CUNHA, G.G., SILVEIRA, T.S. da; HU, C.Y. *In vitro* germination of immature embryos of *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Phyton**, Vicente Lopez, v.52, n.1, p.27-32, 1991.

FERREIRA, A.G.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; CUNHA, G.G. Fisiocologia de *Ilex paraguariensis* com ênfase na embriologia experimental. 161-172. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E., de A. ; TARASCONI, L.C., org. **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995.

FONTANA, H.P., PRAT KRICUN, S.D.; BELINGHERI, L.D. **Estudios sobre la germinacion y conservacion de semillas de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)**. Cerro Azul: INTA. Estacion Experimental de Cerro Azul, 1990. 14p. (INTA. Informe Tecnico, 52).

HEUSER, E. D.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E. de A. *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). Endosperma e embrião durante a embriogênese tardia. **Boletin de la Sociedad Argentina de Botanica**, La Plata, v.29, n.1/2, p.39-48, 1993.

INENAMI, T.O.; MAGALHÃES, E.G.; VALIO, I.F.M. Detecção e identificação de um inibidor de germinação em sementes de *Myroxylon peruiferum* L.f. (Cabriúva). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 4., 1984, Taubaté. **Anais**. São Paulo: Sociedade Botânica de São Paulo, 1984. p.15-20.

JINKS, R.L.; JONES, S. K. Overcoming dormancy in common ash seeds (*Fraxinus excelsior* L.). In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS, 5., 1995, Reading. **Abstracts of poster presentations**. Reading: The University of Reading, 1995.

KHAN, A.A. Cytokinins: permissive role in seed germination. **Science**, Washington, v.171, n. 3974, p.853-859, 1971.

KRUGMAN, S.L., STEIN, W.I.; SCHMITT, D.M. Seed biology, In: SCHOPMEYER, C.S., coord., **Seeds of woody plants in the United States**. Washington: USDA. Forest Service, 1974. 40p. (Agricultural Handbook, 450).

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: O.E.A., 1983. 174p.

- LECAT, S.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Effects of gibberellic acid on the germination of dormant oat (*Avena sativa* L.) seeds as related to temperature, oxygen, and energy metabolism. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.20, p.421-433, 1992.
- MARCOS FILHO, J.; KOMATSU, Y.,H.; BARZAGHI, L. Métodos para superar a dormência de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.65-74, 1987.
- MELLO, V.D.C. **Morfologia e germinação da semente de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hill)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1980. 49p. Dissertação Mestrado.
- METIVIER, J.R. Dormência e germinação. In: FERRI, M.G., coord. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E.P.U. / EDUSP, 1979. p. 343-392.
- MORPETH, D.R.; HALL, A.M.; CULLUM, F.J. The involvement of microbes and enzymes 'in the pretreatment of wood seeds to overcome dormancy. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS, 5., 1995, Reading. **Abstracts of oral presentations**. Reading: The University of Reading, 1995.
- NIKLAS, C.O. Estudios embriologicos y citologicos en la yerba mate *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Bonplandia**, Corrientes, v.6, n.1, p.45-56, 1987.
- NORD, C.E; ATTA, G.R. van. Saponin: a seed germination inhibitor. **Forest Science**, Wasnhington, v.6, n.4, p.350-353, 1960.
- OLIVEIRA, Y.M.M. de; ROTTA, E. Área de distribuição geográfica nativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10: Silvicultura da Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.17-36. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 15).
- ONO, E.R.; LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D. Efeitos de fitorreguladores na germinação de sementes de citrumelo "Swingle". **Semina**, Londrina, v.16, n.1, p.47-50, 1995.
- PRAT KRICUN, S.D. **Yerba mate: técnicas actualizadas de cultivo**. Cerro Azul: INTA. Estacion Experimental Agropecuaria Cerro Azul, 1993. 14p. (INTA. Miscelânea, 27).

- RANDI, A.M. Estudo preliminar sobre inibidores de germinação em frutos de *Miconia cinammomifolia* e *Ocotea puberula*. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1982. p.238-242. Publicado na Silvicultura em São Paulo, v.16-A, parte 1.
- RESENDE, M.D.V. de; STURION, J.A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1995. 33p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 25).
- RICCO, R.A.; WAGNER, M. L.; GURNI, A.A. Estudio comparativo de flavanoides en especies austrosudamericanas del genero *Ilex*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E., de A.; TARASCONI, L.C., org. **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995. p. 243-249.
- SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; HEINZMANN, B. M.; MONTANHA, J. A.; ATHAYDE, M. L.; TAKETA, A. C. Saponinas em espécies do gênero *Ilex*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E. de A.; TARASCONI, L.C., org. **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995. p.251-256.
- STOKES, P. Temperature and seed dormancy In: RUHLAND, W., ed. **Handbuch der Pflanzenphysiol.** Berlin: Springer Verlag, 1965. v.15, p.1362.
- WINGE, H.; WOLHEIM, C.; CAVALLI-MOLINA, S.; ASSMANN, E.M.; BASSANI, K.L.L.; AMARAL, M.B.; COELHO, G.C.; FREITAS-SACCHET, A.M. de O.; BUTZKE, A.; VALDUGA, A.T.; MARIATH, J.E. de A. Variabilidade genética em populações nativas de erva-mate e a implantação de bancos de germoplasma. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E., de A.; TARASCONI, L.C., org. **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995. p.323-350.
- ZANON, A. **Produção de sementes de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1988. 7p. (EMBRAPA-CNPf. Circular Técnica, 16).