

**ASPECTOS DA FORMAÇÃO DO FRUTO E DA SEMENTE NA GERMINAÇÃO
DA ERVA-MATE**

João Antonio Pereira Fowler¹
José Alfredo Sturion²

1 INTRODUÇÃO

A erva-mate *Ilex paraguariensis* St.Hil., uma espécie nativa da floresta ombrófila mista, é de grande importância sócio-econômica para a região sul do Brasil, Paraguai e Argentina. Apesar de ser uma espécie utilizada há várias décadas, alguns problemas silviculturais ainda persistem, dentre os quais, a germinação desuniforme e distribuída ao longo do tempo. Tal fato constitui-se no principal problema para a avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes e, conseqüentemente para a produção de mudas.

Os resultados de pesquisa indicam que as sementes desta espécie apresentam dormência devida à imaturidade do embrião, o qual requer período de estratificação para completar seu desenvolvimento e germinar.

A formação da semente depende da ocorrência de uma série de processos fisiológicos que vão desde a fertilização do óvulo, até sua maturação. Por conseguinte, esses fatores são importantes fontes de informações para o entendimento de alguns problemas relacionados com os processos fisiológicos internos. No caso da erva-mate, quando os frutos estão maduros, é necessário constatar se há relação entre a formação do embrião e do endosperma, uma vez que somente 0,9% das sementes dessa espécie apresentam embrião maduro. Tal fato é causa da germinação baixa e desuniforme, ao longo do tempo.

O presente trabalho tem como objetivo discutir as causas que contribuem para a baixa germinação das sementes da erva-mate e sugerir práticas para minimizá-las.

¹ Eng.-Agrônomo, Mestre, CREA-PR nº7025-D, Técnico de Nivel Superior da *Embrapa Florestas*.

² Eng^o Florestal, Doutor, CREA-PR nº 47263-D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

2 EMBRIOLOGIA E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Os estudos sobre embriologia e cotologia de sementes de erva-mate conduzidos por Niklas (1987), cujos os resultados são apresentados na Tabela.1, permitem-nos fazer os comentários que seguem:

Tabela 1 Avaliação dos embriões de sementes maduras de erva-mate.

ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO DO EMBRIÃO	DADOS DOS EMBRIÕES		
	NUMERO EXAMINADO	PORCENTAGEM DO TOTAL	COMPRIMENTO (MM)
Globular	13	2,6	< 0,19
Coração	366	70,2	0,20 a 0,29
Pós-coração	123	23,6	0,30 a 0,40
Torpedo	14	2,7	0,40 a 0,80
Maduro	05	0,9	> 1,0
Total	521	100	- x -

Fonte: Niklas (1987).

O autor anteriormente mencionado, após avaliar 521 embriões provenientes de sementes sadias, observou que 2,6% apresentavam-se em estado globular com menos de 0,19mm; 70,2% em estado de coração, medindo de 0,20 a 0,29mm; 23,6% em estado da pós-coração medindo entre 0,30mm a 0,40mm; 2,7% em estado de torpedo, medindo entre 0,40mm e 0,80mm e somente 0,9% das sementes apresentaram o embrião completamente desenvolvido (maduro), com mais do que 1 mm.

A germinação é iniciada pelos embriões maduros, seguidos daqueles no estágio torpedo, e logo após aqueles no estágio pós-coração, deduzindo-se que a baixa porcentagem inicial e sua lenta evolução estão relacionadas com o grau de desenvolvimento dos embriões, quando o fruto está maduro.

A ontogenética classifica o endosperma de *Ilex paraguariensis* como sendo do tipo celular (Di Fulvio, 1983 citado por Mariath et al, 1997)¹.

No início do desenvolvimento, as células do endosperma apresentam amido como substância de reserva, sendo substituído por reservas lipoprotéicas na maturidade (Barret, 1962; Heuser, 1990 citados por Mariath et al, 1997)².

Existem fatores presentes no endosperma e/ou no endocarpo que inibem o desenvolvimento posterior "in situ" de embriões em estágio de coração e que esta dormência se instala quando os frutos ainda se encontram na planta mãe, pois embriões de frutos brancos apresentam, neste período, medidas semelhantes às de embriões de frutos maduros (Winge e col.(com.pessoal).

Por outro lado, morfológicamente são identificadas modificações específicas na parede celular, no citoplasma e no núcleo das células do suspensor, evidenciando processos de morte celular. Através da microscopia é possível constatar um gradiente de

¹ DI FULVIO, T.E.D. 1983. Los tipos de endosperma y de haustorios endospermicos. Su clasificación. *Kurtziana*, **16**:7-31

² BARRET, R.E. 1962. Embryogeny of *Ilex opaca* Ait. Ph.D. Dissertation, New Brunswick, Rutgers Univ. e HEUSER, E.D. 1990 *Ilex paraguariensis* St. Hill.: Endosperma e Embrião durante a Embriogênese Tardia. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de Concentração Botânica, UFRGS (a ser publicxado).

degradação das células do suspensor, iniciando-se pela célula basal, progredindo através das células contíguas, até a perda total do órgão.

Estudos feitos em tecidos animais demonstram que em determinadas células ocorre a apoptose, que é a morte celular programada. Esse é um fenômeno ativo, programado, que pode ser associado ou inibido por uma variedade grande de estímulos ambientais, fisiológicos ou patológicos. Os mecanismos celulares reguladores e processos bioquímicos envolvidos ainda não estão esclarecidos. A apoptose é caracterizada por modificações morfológicas específicas no citoplasma e no núcleo, quando ocorre a preparação ativa da célula, através de uma série de eventos, para sua própria extinção. O evento morfológico inicial não é conhecido, pois quando se identifica uma célula em apoptose, algumas modificações típicas já ocorreram (condensação núcleo-citoplasmática, fragmentação nuclear e formação de corpos apoptóticos).

Quando o embrião atinge o estágio de coração, a função do suspensor se encerra, sendo destruído via "morte celular programada". Estudos citológicos em *Phaseolus* e *Tropaeolum* mostraram organelas especializadas com atividade hidrolítica que se formam antes dos primeiros sinais de degeneração do suspensor. Esta degeneração inicia na célula basal do suspensor que é mais distal em relação ao embrião, e se difunde no sentido acrópeto (Jones & Dangl, 1996 citado por Mariath et al, 1997).³

A autofagia do conteúdo das organelas provavelmente ocorre por hidrólise, evidenciada através da atividade da fosfatase ácida. Estudos em embriões mutantes mostram que a "morte celular programada" no suspensor é controlada por sinais indutivos ou inibidores do embrião.

Os estudos histológicos e citológicos em erva-mate poderão evidenciar diferenças no grau de desenvolvimento do suspensor em populações nativas da espécie, possibilitando a seleção de indivíduos cujo processo apoptótico seja retardado ou suprimido, permitindo a continuidade da diferenciação do embrião.

Trabalhos com frutos maduros de *Ilex aquifolium* e *Ilex opaca*, demonstraram que esses possuem o embrião rudimentar, que quando cultivados in-vitro, apresentaram crescimento inversamente proporcional à intensidade luminosa, tendo-se concluído que o desenvolvimento lento dos embriões dessas espécies de *Ilex*, é devido à presença de substâncias inibidoras que se encontram no endosperma, e que não têm carácter hereditário. O crescimento embrionário e a germinação são processos de desenvolvimento contínuo do embrião, divididos em dois estágios: crescimento e germinação. Durante o desenvolvimento, o embrião evolui desde zigoto, passando pelos estágios globular, coração, torpedo e maduro, coincidindo este último como a maturação do fruto. Em *Ilex* o processo se detém no estágio de coração, para continuar nos estágios seguintes, no momento em que as sementes são colocadas em condições ideais para germinar. Os embriões de *Ilex* completam seu desenvolvimento e germinam, qualquer que seja seu estágio, no cultivo in-vitro, pressupondo que eventuais substâncias inibidoras do desenvolvimento embrionário se encontram no endosperma ou no tegumento da semente (Hu & Ferreira, 1989 citado por Niklas, 1987)⁴.

Estudando a germinação de embriões imaturos de erva-mate "in vitro" em diferentes estágios de maturação, identificados pela coloração branca, vermelha e preta, Ferreira et al. (1991) concluíram que a interrupção de crescimento de embriões de *Ilex spp.* no estágio conhecido como coração, quando os frutos estão maduros, pode ser consequência da presença de inibidores no endosperma e possivelmente nos próprios

³ JONES, A.M. & DANGL, J.L. 1996. Logjam at the Styx: programmed cell death in plants. *Trends in Plant Science*, 1 (4):114-118.

⁴ HU; C.Y. & FERREIRA, A.G. *In vitro* embryology of *Ilex* in: PARÉ, J.; BUGNICOURT, M.; MORTIER, J.; JUGUET, M.; VIGNON, F. et VIGNON, J. 1989. *Some aspects and actual orientations in Plant Embryology*. France, Université de Picardie, Amiens. 286p.

embriões. As sementes provenientes dos frutos brancos apresentaram, em presença e na ausência de luz, índices de crescimento dos embriões de 91,3% e 88,2% respectivamente, sugerindo que os inibidores começam a se acumular no interior do fruto quando esses apresentam coloração branca ou rosa, evidenciado por seu crescimento, o que não aconteceu quando os frutos apresentavam coloração vermelha e preta.

A incubação do embrião à luz, no seu período inicial, pode induzir à acumulação de inibidores em seu tecido, ou aumentar o efeito dos inibidores presentes no tecido. Esta pode ser a razão da ausência de crescimento observada naqueles embriões incubados na luz. A concentração baixa de sucrose (0,75 a 1,5%), favoreceu o crescimento do embrião "in vitro", quando comparada com a alta concentração deste nutriente. O pH também influenciou sobre o crescimento do embrião, tendo se destacado como melhor valores entre 5,5 e 6,5.

As procedências, bem como diferentes árvores dentro das procedências, são fontes de variações significativas de todos os caracteres pela heterogeneidade microambiental, inclusive na germinação das sementes de erva-mate, decorrentes das diferenças de tamanho médio do embrião, bem como do fruto e da semente. Os frutos imaturos e maduros de erva-mate, coletados nos três estados do sul, indicaram que os embriões entram em dormência quando os frutos ainda são imaturos, ou talvez antes disso, tendo-se observado que o desenvolvimento mínimo atingido mostrou correlação com a latitude da área de origem do fruto, ou seja quanto mais ao norte mais desenvolvido. As sementes oriundas de árvores localizadas no Paraná germinaram antes daquelas coletadas em Santa Catarina, que por sua vez germinaram antes daquelas provenientes do Rio Grande do Sul (Cunha e Ferreira, 1987). Schuch (1985), trabalhando com sementes frescas de erva-mate, constatou que a germinação foi 23,8% maior do que aquela obtida na safra anterior, e que existem diferenças de germinação, aspecto dos frutos e tamanho das sementes entre as matrizes.

3 TEGUMENTO E A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

A baixa germinação das sementes e sua distribuição ao longo do tempo estão ligadas à imaturidade do embrião, tendo o processo de estratificação a função de evitar o dessecamento do tegumento das sementes ao mesmo tempo que baixa a tensão de oxigênio e aumenta a tensão de CO₂ no meio, proporcionando condições para a maturação ou para a superação de bloqueios que impedem o embrião de completar seu desenvolvimento (Cunha & Ferreira, 1987).

As sementes de erva-mate são classificadas como duras, o que as torna impermeável e dificulta a absorção de água, trocas gasosas e a germinação, devendo permanecer dentro da água por um dia, após a despolpa, para que o material glutinoso fermente e facilite sua separação. Outra constatação feita é que quanto maior for o tempo de armazenamento das sementes de erva-mate, menor e mais desuniforme será a germinação (Bohnen, 1982 citado por Schneider, 1983)⁵.

Tal fato foi confirmado por (Grigoletti Junior et al., 1999) ao concluírem que alguns fungos associados às sementes de erva-mate favorecem sua germinação ao decompor seu tegumento.

Esta constatação permite inferir que as sementes dessa espécie apresentam dormência tegumentar que é superada pela ação de fungos saprófitas, sob as condições da floresta.

⁵ BOHNEN, R. et al. **Erva-mate**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1982. 30p.

4 CONCLUSÕES

Recomenda-se coletar os frutos maduros com coloração violeta e separá-los das sementes por ruptura mecânica sob água corrente. Após esta operação, as sementes devem ser colocadas em estratificação coberta para evitar os efeitos da insolação, utilizando-se como substrato um composto de argila, solo orgânico, esterco e areia, na proporção de 3:1:1:1 (Fontana & Prat Kricum, 1992).

As operações acima descritas permitirão que o embrião complete seu desenvolvimento, evitando que o tegumento torne-se duro e impermeável à água.

No caso de se utilizar sementes armazenadas, recomenda-se colocá-las de molho em água, à temperatura ambiente e por 3 dias para o amolecimento do tegumento, antes de estratificá-las.

5 LITERATURA CONSULTADA

- CUNHA, G.G.; FERREIRA, A.G. Viabilidade das sementes de erva-mate. **Ciência e Cultura**, Porto Alegre, v.10, n. 39, p.974-976, 1987.
- 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**, Buenos Aires, v.1, n. 52, p.27-32, 1991.
- FONTANA, H.P.; PRAT KRICUM, S.D. Vivero y almacigo. In: CURSO DE CAPACITACION EN PRODUCCION DE YERBA MATE, 1., 1992, Cerro Azul. **Resumenes tecnicos**. Cerro Azul: INTA, 1992. p.11-13.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; ZANON, A.; AUER, C.G.; FOWLER, J.A.P. Efeito de fungicidas aplicados nas sementes, na emergência de plântulas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.39, p.31-39, jul./dez. 1999.
- MARIATH, J.E. de A.; SANTOS, R.P. dos; HEUSER, E.D. Biologia reprodutiva da erva-mate. IN: CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.121-132.
- NIKLAS, C.O. Estudios embriológicos y citologicos em la yerba mate *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Bonplandia**, Corrientes, v.1, n.6, p.45-56, 1987.
- SCHNEIDER, C. **Cultura de erva-mate**: relatório de estágio. Bagé: Faculdade de Agronomia de Bagé, 1983. 83p.
- SCHUCH, S.L.C. Comportamento germinativo de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St., Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), 10., 1983, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.100-107.